

## SOJA: PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA SEMILLA

Ing. Agr. (PhD) Cristiano Casini. INTA EEA Manfredi – Córdoba – Argentina

### Introducción:

La producción de semillas de soja tiene como uno de los puntos críticos de deterioro el riesgo por condiciones climáticas adversas. En la zona productora de semillas de la Argentina, uno de cada cuatro años, se produce un significativo deterioro de la calidad de la semilla debido a condiciones climáticas adversas durante el período de madurez fisiológica a cosecha. (Casini, *et al*, 1997). En esa etapa se producen abundantes lluvias y altas temperaturas que afectan la calidad de la semilla. Este efecto se ve agravado en la actualidad por la gran difusión de cultivares de soja de ciclo corto, en los cuales la madurez del cultivo se produce en épocas tardías del verano o tempranas del otoño, donde suelen ocurrir abundantes lluvias. Mientras que los cultivares de ciclo más largo, son menos riesgosos.

Este fenómeno que afecta la semilla también es observado, con más frecuencia, en climas tropicales y subtropicales de nuestro país y de otros países del mundo.

Establecer una estrategia de producción que pueda afrontar este riesgo de deterioro es de fundamental importancia para disminuir las pérdidas de calidad que ocurren en esas condiciones.

### Estrategia para reducir el riesgo de deterioro de la calidad de semilla de soja:

La estrategia debe cubrir en forma integral los riesgos de deterioro, debido principalmente a factores climáticos. Los puntos a considerar son los siguientes:

- 1) Ubicación geográfica de los lotes de producción
- 2) Manejo del cultivo, cosecha y poscosecha.
- 3) Mejoramiento genético

#### Ubicación geográfica.

La ubicación de los lotes de producción en áreas no riesgosas es una de las primeras decisiones a tomar cuando se planifica la producción de semillas de soja. En estas áreas principalmente se debe tener en cuenta una buena provisión de lluvias durante el desarrollo del cultivo y escasas precipitaciones en la etapa de madurez y cosecha. Esto tiene una correlación directa con el ciclo de los cultivares. Los de ciclo corto están más expuestos a las lluvias de fin de ciclo (verano) que las de ciclo más largo, en las cuales su etapa de madurez y cosecha ocurren en otoño, cuando gran parte de las precipitaciones han desaparecido. (Franca-Neto *et al*, 1994).

Desde luego que esta instancia depende de las diferentes características climáticas de los países. En Argentina tenemos la posibilidad de ubicar lotes de producción en zonas con las características que hemos mencionado en las provincias de Córdoba, Salta y Tucumán. Pero en otros países esa posibilidad no existe ya que poseen en su totalidad un clima tropical. En esos casos se puede recurrir al uso de cultivares con semillas que poseen la característica de resistencia al deterioro (Hartwig, E.E. *et al*, 1987). También en estos casos se puede paliar la situación haciendo un manejo muy estricto del cultivo con un muy buen control de las enfermedades que afectan la calidad de las semillas, combinados con una cosecha de semilla con un tenor de humedad alto (16%) y luego proceder al secado artificial.

Por otra parte un factor que puede modificar la decisión de ubicar la producción de semillas en áreas ecológicamente aptas es el costo del transporte ya que muchas de esas zonas están distantes de los centros de consumo.

### Manejo de cultivo.

El manejo del cultivo debe ser el adecuado para evitar el estrés de las plantas ya que semillas que provienen de cultivos estresados, producen semillas más débiles y susceptibles de sufrir deterioro. El deterioro de semillas se potencia cuando un cultivo se desarrolla con estrés y luego, en la etapa de madurez y precosecha, sufren grandes lluvias que afectan en gran proporción la calidad de las semillas. Entonces la estrategia exige un estricto control de todos los factores bióticos y abióticos que pueden afectar al cultivo para llegar al máximo de la calidad de semillas en el punto de madurez fisiológica.

En este momento la semilla de soja puede ser afectada por patógenos como *Phomopsis* spp., *Colletotrichum truncatum*, *Cercospora kikuchii* y *Fusarium* spp. (entre los más frecuentes) (Franca-Neto, J.B., *et al*, 1992). Para estos casos una adecuada protección, con fungicidas recomendados, del cultivo durante la etapa de desarrollo de la vaina y pre-madurez de la semilla disminuyen la incidencia de estos patógenos que afectan significativamente la calidad de la semilla.

Una vez que se llegue a ese punto, se debe esperar que las condiciones climáticas sean favorables hasta el momento de la cosecha. Caso contrario, la soja está expuesta por sí sola a las condiciones adversas y se defiende de acuerdo a la mayor o menor susceptibilidad al deterioro que tenga genéticamente grabada la semilla.

También llegado el momento, se puede tomar la decisión de cosechar anticipadamente con un contenido superior de humedad y proceder al secado artificial de la semilla. Retirándola antes del campo, se reduce el riesgo de deterioro por factores climáticos.

En la cosecha, se debe regular perfectamente la cosechadora para evitar el daño mecánico y efectuar una correcta limpieza de los granos, en este caso, las máquinas provistas con cilindros axiales son las más aconsejadas. La Prueba de Hipoclorito de Sodio, es la más adecuada para efectuar el control de daño mecánico durante la cosecha. (Casini, C. *et al*, 2005).

En el secado artificial se debe usar una temperatura (de la semilla) que no supere los 40° C. Las secadoras más aconsejadas son las estáticas de piso plano perforado. También se pueden utilizar las continuas provistas de un sistema que seque las semillas en forma pareja. En este caso, si bien se puede usar una temperatura de aire mayor, la temperatura de la semilla no debe ser superior a los 40° C. En los sistemas continuos, además de una secadora adecuada, es necesario que los accesorios de movimientos (norias, cangilones, etc.) estén perfectamente diseñados para evitar el daño mecánico.

Por otra parte, también podemos destacar que las semillas más susceptibles al daño climático son las más susceptibles al daño mecánico.

En la etapa de almacenamiento, es una de las más delicadas ya que la soja es una especie cuyas semillas tienen una mayor susceptibilidad al envejecimiento (Delouche, J.C., 2005). Además, hay cultivares que genéticamente son más deteriorables que otros. Por esta razón, el ambiente de almacenamiento no debe tener una humedad relativa superior al 65% y una temperatura ambiente que no supere los 25 ° C. En aquellas áreas donde su clima no permite obtener naturalmente estos valores, se debe climatizar el ambiente de almacenamiento.

### Mejoramiento Genético.

El mejoramiento genético de las especies vegetales ha sido la base de los progresos de los rendimientos de los cultivos a través de los años. En la Argentina ese progreso de la productividad ha sido muy significativo, permitiendo junto a otros factores de manejo, duplicar la producción de granos en poco más de diez años. En el caso de la soja, ese mejoramiento ha sido mayormente dirigido a mejorar el comportamiento del cultivo para una mayor producción de granos debido a un mejor comportamiento fisiológico de la planta y una mayor resistencia/tolerancia a los factores de estrés biótico y abiótico, descuidando el aspecto de mejorar la calidad de las semillas en cuanto a la resistencia al deterioro.

La característica de resistencia al deterioro de la semilla de soja ha sido largamente estudiada y se ha llegado a la conclusión que es una de las herramientas más efectivas para disminuir la incidencia de los factores adversos (climáticos y mecánicos) que afectan su calidad. Esta resistencia al deterioro, en gran proporción, se manifiesta en el tegumento que recubre a la semilla (Potts; H.C., et al, 1978).

El tegumento de la semilla de soja consta de tres capas: la exterior, llamada epidermis, luego hipodermis y parénquima, la mas interna. La epidermis es la que le confiere mayor resistencia y que protege a la semilla del efecto del daño mecánico y climático (Baskin, C.C., 2003), (Chachalis, D. *et al*, 2001), (McDonald, M.R. *et al*, 1988).

La epidermis consiste en células isodiamétricas en el momento de la fertilización. Durante el desarrollo y madurez de la semilla, esas células se elongan radialmente especialmente en la región del hilo. Además las células epidérmicas del funículo, en la región del hilo, también se alargan radialmente y forman una capa de células macroesclereidas, muy elongadas, en forma de empalissada. En el centro del hilo queda una estrecha faja de células epidermales, que dejan en su centro un surco que abarca la totalidad del hilo. (Ma, F. *et al*, 2004).

La hipodermis está formada por células osteosclereidas, que dejan entre ellas un espacio libre bastante significativo. Estas, en el momento de la imbibición, juegan un papel muy importante para la distribución del agua en el tegumento.

En la parte interior del tegumento, se encuentra una capa de células amorfas que constituyen el parénquima, sin una función definida en la semilla.

Como resultado de la formación del tegumento se puede observar tres capas bien diferenciadas: epidermis, hipodermis y parénquima, que no se distribuyen uniformemente en toda la superficie de la semilla. La parte mas gruesa del tegumento se encuentra alrededor del hilo, mientras que se va afinando hasta llegar a la parte mas distal con una capa fina, donde prácticamente desaparece la hipodermis, quedando las macroesclereidas y un fino parénquima.

La resistencia al deterioro esta dada por la capa exterior, la epidermis, que esta ligada a una menor permeabilidad y resistencia al daño mecánico. La dureza de esta capa también se relaciona con la mayor cantidad de lignina que forma parte de su composición (Alvarez, P.J.C. *et al*, 1997).

Por otra parte, se destaca que espesor del tegumento varía año tras años. El tegumento de semillas provenientes de años más lluviosos, en general son más finos (Hill, H.J. *et al*, 1986). Mientras que en años menos lluviosos el volumen de la semilla es menor y la proporción de tegumento es mayor. Esto nos lleva a pensar que posiblemente la "cantidad" de tegumento está genéticamente predeterminada y luego, independientemente las condiciones climáticas regulan el tamaño de los cotiledones. Es decir que la misma cantidad de tegumento independientemente se distribuye tanto para semillas de mayor o menor tamaño, dependiendo de las condiciones climáticas de los diferentes años. (Casini, C. *et al*, 1995).

Desde el punto de vista de la herencia, ésta característica de resistencia al deterioro, es un carácter heredable que varía entre las variedades, entre las semillas de la misma variedad y entre los años. La herencia está regulada por tres genes que tienen un efecto epistático. (Potts, H.C. et al, 1978).

En teoría, estos tres genes estarían regulando a tres eventos del tegumento, que en definitiva confieren la cualidad de mejor comportamiento frente a las adversidades climáticas y mecánicas. El primero, sería un compuesto químico que le confiere impermeabilidad y dureza al tegumento, especialmente a la capa epidermis, probablemente intervenga la lignina entre otros. De acuerdo a la cantidad de este compuesto, varía el nivel de impermeabilidad y dureza del tegumento (Alvarez, P.J.C. *et al*, 1997).

En segundo lugar, se presentan en el tegumento una serie de aberturas naturales (poros), que según la cantidad de los mismos (porosidad) varía la permeabilidad de los mismos. Se observaron tegumentos totalmente impermeables en los cuales no se encontraron "poros". Estas aberturas serían la principal puerta de absorción de agua y de entrada de patógenos en la semilla (Casini, C. and C. Andrews, 1992).

El tercer evento, se relaciona con una sustancia tipo cerosa que se deposita sobre el tegumento de la semilla. Esta "cera" proviene de un exudado del endocarpo de la vaina que en mayor o menor grado cubre a la semilla. Este exudado tapa temporalmente a los poros y actúa como un retardador de la absorción de agua ya que luego de cierto tiempo se desprende del tegumento y deja pasar el agua por esas aberturas.

La combinación de esos tres eventos con la influencia de las condiciones climáticas regula la permeabilidad de las semillas, que sería el principal factor que le confiere la resistencia al deterioro a la semilla de soja. También debemos destacar es posible cuantificar ó graduar el nivel de permeabilidad de acuerdo a la resistencia al deterioro que se le quiera inferir a la semilla.

#### Conclusión:

La producción de semilla de soja presenta problemas de calidad que se manifiestan con mayor intensidad en climas tropicales o eventualmente en climas templados cuando se presentan condiciones adversas de ocurrencia de precipitaciones en la etapa de madurez, precosecha y cosecha del cultivo.

Para afrontar este problema existe una estrategia que combina la zona de producción, el manejo del cultivo, cosecha y poscosecha y el mejoramiento genético. La mejor combinación de estos elementos varía de acuerdo a cada situación, pero el factor que mas efectividad presenta es mejoramiento genético. Cuando la semilla presenta un buen grado de resistencia al deterioro, los demás factores inciden en menor proporción, el riesgo disminuye y se reducen los costos de producción.

#### BIBLIOGRAFÍA:

- Alvarez, P.J.C.; Krzyzanowski, F.C. Mandarino, J.M.G. and J.B. Franca-Neto. 1997. Relationship between soybean seed coat lignin content and resistance to mechanical damage. *Seed Science and Technology* 25(2): 209-214.
- Baskin, C.C.. 2003. Breaking physical dormancy in seeds- focussing on the lens. *New Phytologist* 158:285-303.
- Casini, C.; Rodríguez, J.C. y G. Cabral. 2005. Postcosecha en Soja. En: *Soja, Eficiencia de Cosecha y Postcosecha. Proyecto de Eficiencia de Cosecha y Postcosecha de Granos. Manual Técnico N° 3. Ediciones INTA. Argentina. Pp: 188-212.*
- Casini, C.; Craviotto, R. y S.M. Giancola. 1997. Calidad de la Semilla. En: *El Cultivo de Soja en la Argentina. INTA, Centro Regional Córdoba, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos. Argentina. Pp: 89-102.*
- Casini, C. and c. Andrews. 1995. The site of soybean (*Glycine max* (L) Merr.) hardseed reversibility. XXIII<sup>o</sup> International Seed Testing Congress. Symposium Abstracts. Copenhagen. Denmark. June 7-16 1995.
- Casini, C. and Andrews, C. 1992.- Water absorption of Soybean (*Glycine max* (L) Merr.) seeds with different levels of permeability and different sizes. Symposium Abstracts, XXIII International Seed Testing Congress. Buenos Aires, Argentina 2-4 November 1992.
- Chachalis, D. and M.L. Smith. 2001. Seed coat regulation of water uptake during imbibition in soybean (*Glycine max* (L) Merr.). *Seed Science and Technology* 29:401-412.
- Delouche, J.C. 2005. Thoughts and reflection on seed storage. *Seeds News. The International Seed Magazine.*
- Franca-Neto, J.B.; Henneing, A.A. and F.C. Krzyzanowski. 1994. Seed Production and technology for the tropics. In: *EMBRAPA-CNPSo. (Ed.) Tropical soybean: improvement and production. Rome. FAO, pp:217-240.*
- Hartwig, E.E. and H.C. Potts. 1987. Development and evaluation of impermeable seedcoats for preserving soybean seed quality.
- Hill, H.J.; West, S.H. and K. Hinson. 1986. Soybean seed size influences expression of the impermeable seedcoat trait. *Crop Sci.* 26(3): 634-637.
- Ma, F.; Cholewma, E.; Mohamed, T.; Peterson, C.A.; and M. Gijzen. 2004. Cracks in the Palisade Cuticle of Soybean Seed Coats Correlate with their Permeability to Water. *Annals of Botany* 2004 94(2): 213-228.
- McDonald, M.R.; Vertucci, C.W. and E.E. Ross. 1988. Seed coat regulation of soybean seed imbibition. *Crop Science* 28:987-992.
- Potts, H.C.; Duangpatra, Hairston, W.G. and J.C. Delouche. 1978. Some influences of hardseededness on soybean seed quality. *Crop Sci.* 18(2): 221-224.