

T18 - EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL SECADO DE LOS GRANOS Y LA GENERACIÓN DE “GRANOS VERDES” EN SOJA.

E., Astegiano; H., Imvinkelried; M., Hermann; M, Pietrobón.

INTRODUCCION

En las últimas campañas nacionales y en especial en la región centro-norte de Santa Fe, se está observando un incremento del porcentaje de granos verdes (GV) en soja (Craviotto y Arango, 2001; Parra, 2005), el cual es tema de preocupación en la industria aceitera en general y es penalizada en la comercialización desde el 03/01/05.

La maduración del grano de soja en las vainas finaliza cuando alcanza su máxima acumulación de peso seco, momento denominado “madurez fisiológica” y coincide con un cambio de coloración de verde a amarillo y un contenido de humedad entre 54-62 % (TeKrony et al., 1979). Sin embargo el proceso de maduración y la acumulación de materia seca esta íntimamente relacionado con disponibilidad hídrica de la semilla (Egli, 1990), requiriendo de una lenta deshidratación. Cuando la tasa de pérdida de agua desde las vainas es elevada, la semilla no puede sintetizar las enzimas necesarias de maduración, cae la actividad de la clorofilasa, permaneciendo de color verde y disminuyendo su capacidad germinativa (Adams et al., 1983). Investigaciones con canola mostraron que el grano pierde su capacidad de degradación de clorofila con valores de humedad menores a 40% (Green et al., 1998), pero la existencia de un valor umbral para el grano de soja aún no ha sido informado, aunque las observaciones de Gomez et al (2003) mostrarían un valor muy similar. Por otra parte, este proceso de amarillamiento es muy dependiente de la temperatura y de los cultivares, cuando la deshidratación se produce con temperaturas elevadas (35-40°C), la degradación de clorofila es muy inferior a la observada con temperaturas moderadas (25°C) (Gomez et al., 2003), del mismo modo Green et al (1965) observaron que los granos de soja que se desarrollaban con climas secos y temperaturas elevadas, presentaban cotiledones verdes.

Ha sido indicada una importante dependencia genética en la aparición de GV en los distintos cultivares, presentando los grupos cortos (GM III, IV y V) y especialmente en siembras tempranas, los mayores porcentajes de granos verdes, observación que ha llevado a indicar la exclusividad del problema en la utilización de grupos cortos en las siembras de “primavera” (Wnúk, 2003; Rossi, 2003; Parra, 2005). Sin embargo experiencias propias han mostrado aparición de GV en grupos largos (GM VII y VIII) y en grupos cortos (GM IV y V) en siembras tardías (diciembre) (datos inéditos). En este sentido, la variabilidad genética de respuesta observada por Gomez et al (2003), nos plantea la inquietud de alguna variación en la respuesta de los nuevos cultivares utilizados comercialmente, que pudiera haber dado origen a un incremento en la aparición de GV.

Estas observaciones muestran que toda situación que afecte el normal desarrollo del embrión y/o incrementen la tasa de pérdida de agua de los granos (elevadas temperaturas, alto déficit de presión de vapor del aire, estrés hídrico, etc.), serán condiciones favorables para la aparición de GV. De hecho, las vainas que presentan granos verdes se encuentran preferencialmente en los nudos superiores (datos inéditos), las cuales son vainas más expuestas a un proceso de rápida desecación.

Si bien existe una relación entre la generación de GV con el proceso de secado y la temperatura, el trabajo de Gomez et al (2003) evaluó el efecto de la temperatura conjuntamente con el proceso de secado de la vaina, sin poder separar ambas variables. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la temperatura sobre vainas y granos de soja, anterior al proceso de secado y su dependencia genética en diferentes cultivares convencionales y transgénicos, como también de uso actual o de la década pasada.

MATERIALES Y METODOS

Seis cultivares de soja (*Glycine max L. Merr*), tres no transgénicos: DEKALB 458, DonMario 49, A 4656 (cultivados en la década del '90), y tres transgénicos: N49 R (Natalia 49), A4910 RG (ambas de uso actual) y NA 5009 RG (nueva, aún no comercializada), fueron cultivados en el campo experimental de la Facultad de Cs Agrarias (UNL) en Esperanza, Santa Fe. Los mismos fueron sembrados en directa (52 cm) el 16/12/2005, en parcelas de 10 surcos de 30 m de largo. Cuando las vainas alcanzaron el estado de R5 se marcaban individualmente al azar, para luego retirarlas agrupadas por cultivar de manera de obtener vainas en estado de desarrollo similar (R6,5). Las vainas eran seleccionadas del tallo principal y este era cortado debajo de agua (para mantener la conducción hídrica xilemática) a unos 4-6 cm por debajo del nudo con las vainas marcadas. Estos esquejes (con 1 o 2 nudos), se les cortaban las hojas y eran mantenidos en vasos plásticos con agua y cubiertos con bolsas de polietileno para disminuir al mínimo la evaporación de agua y luego eran colocados en estufas a 40°C o 30°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) y a temperatura ambiente ($21^\circ\text{C} \pm 4^\circ\text{C}$), por un periodo de 72 hs.

Un grupo de esquejes de los cultivares DK458, A4910 RG y NA5009RG, en las mismas condiciones indicadas, fueron colocados en estufa a 40°C en ciclos de 10 hs diurnas y 14hs en temperatura ambiente, dividiéndose en tres grupos según recibían 1, 2 o 3 ciclos.

Para el estudio de secado de las vainas y granos, grupos de 3 o 4 vainas eran pesadas y colocadas en recipientes con silicagel (%HR 40-45) a temperatura ambiente ($21^\circ\text{C} \pm 4^\circ\text{C}$), para asegurar una demanda evaporativa similar entre todos los tratamientos, cada tratamiento fue realizado con tres repeticiones y dispuestos al azar. Las vainas eran pesadas con intervalo inicial de 12hs y luego cada 24 o más hasta peso constante. Cuando se alcanzaba un peso constante (11-13% humedad de grano) las mismas se guardaban en freezer (-24°C) hasta análisis de clorofila. Un grupo de vainas eran utilizadas para determinación de la humedad del grano inicial, los cuales se obtenían por diferencia de peso húmedo y seco.

Para la determinación de clorofila, la totalidad de los granos de cada repetición eran molidos con molinillo y mortero, y la clorofila extraída con acetona 80% por lavados sucesivos hasta claridad de solvente, separándose con centrifugado a 5000rpm (4 veces), el extracto se mantenía en oscuridad. Inmediatamente se realizaba la determinación por espectrometría según Arnon (1949).

Los resultados fueron analizados según análisis de la varianza y las medias se compararon según Tukey ($P < 0,05$).

RESULTADOS

En los gráficos 1 y 2 observamos la pérdida de agua de las vainas, analizadas como el tiempo necesario para evaporar el 50% del total de agua disponible en las vainas (Fracción de Agua Evaporable – FAE).

El incremento de temperatura aumento la velocidad de evaporación de agua de las vainas en todos los cultivares estudiados, observándose una respuesta variable entre los mismos. Temperaturas intermedias (30°C), producirían un efecto de "endurecimiento" (mayor resistencia a la pérdida de agua) en algunos cultivares (A4910, NA5009, Natalia 49 y DM49), lo que estaría indicando que existe un umbral térmico de afectación.

Tabela 2. Teor de óleo (%) em 17 cultivares de soja, semeadas em Londrina/PR, em 3 diferentes épocas da safra 2004/05.

Cultivar	Época de Semeadura		
	Outubro	Novembro	Dezembro
Embrapa 48	21,87 cG	23,03 bC	23,31 aDE
BRS 133	22,76 aDE	22,27 bE	22,37 bFG
BRS 184	23,72 bB	24,06 aB	22,37 cFG
BRS 185	23,09 bC	22,01 cE	24,68 aA
BRS 212	21,13 aJ	20,28 bJK	21,16 aH
BRS 213	22,57aEF	20,46 bIJ	22,58 aF
BRS 214	21,45 aHI	20,13 bK	21,44 aH
BRS 215	22,41 aF	20,78 cH	21,26 bH
BRS 230	20,26 bK	20,12 bK	20,53 aI
BRS 231	21,12 bJ	20,74 cHI	24,05 aB
BRS 232	21,26 bGH	19,68 cL	23,18 aE
BRS 257	20,26 bK	20,01 bK	23,79 aBC
BRS 258	22,91 aCD	22,63 bD	23,06 aE
BRS 259	22,42 cF	22,71 bCD	23,78 aBC
BRS 260	24,12 bA	25,24 aA	23,62 cCD
BRS 261	22,68 aDEF	21,62 bF	22,56 aF
BRS 262	21,85 bG	21,15 cG	22,12 aG

Médias repetidas pela mesmas letras minúsculas nas linhas e mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p= 0,05$).

REFERÊNCIAS

- AOCS. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. 3. ed. Champaign, 1988. v.1-2.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto AdolfoLutz, Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.3. ed., São Paulo. 1985. v.1, 533p.
- GARNER, W.W., ALLARD, H.A., FAUBERT, C.L. Oil content of seeds affected by nutrition of plant. J. Agric. Res. v.3, p.227,1914.
- MIRANDA, M. A. C. de; SUASSUNA FILHO, J.;BULISANI, E. A.; MASCARENHAS, H. A.; TISSELI FILHO, O.; BRAGA, N. R. Efeito maternal e do genótipo sobre o teor de óleo e tamanho de sementes f1 de soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 3., Campinas, 1984. Anais... Campinas: EMBRAPA-CNPSo, 1984. p. 309-317.
- MOREIRA, M. A. Programa de Melhoramento genético da qualidade de óleo e proteína da soja desenvolvido na UFV. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1., 1999, Londrina. Anais... Londrina: Embrapa Soja, 1999. p. 99-104.
- PIPOLO, A. E. Influência da temperatura sobre as concentrações de proteína e óleo em sementes de soja(*Glycine max* (L.) Merrill). Piracicaba, 2002. 128 p. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de São Paulo.

³OBSERVAÇÃO

³ Trabalho apresentado no IV Congresso Brasileiro de Soja realizado em Londrina, Brasil de 5 a 8 de Junho de 2006.