

Foto: Danilo Estevão



## Coloração esverdeada nos grãos de soja e seus derivados

José Marcos Gontijo Mandarino<sup>1</sup>

### Condições de estresse climático e incidência de grãos verdes

Condições de estresse por altas temperaturas e seca, insetos e doenças podem ocasionar a formação de grãos de soja pequenos, enrugados, descoloridos e imaturos de coloração esverdeada. Nas situações de seca e altas temperaturas, as plantas de soja suprimem a absorção de nutrientes para o seu desenvolvimento ou morrem antes do amadurecimento completo da semente (4).

Entretanto, em condições de déficit hídrico durante o estágio reprodutivo, as plantas submetidas a essa condição podem acumular maior conteúdo de proteínas nos grãos (5).

Assim sendo, a grande quantidade de grãos pequenos numa safra de soja pode ser causada pelo estresse causado por altas temperaturas e déficit hídrico (4, 12).

O desfolhamento e os danos à vagem causados por insetos, principalmente percevejos, também podem

causar problemas na maturação dos grãos e, conseqüentemente, aumento na quantidade de grãos verdes numa safra (4).

Nas safras, 2001/2002 e 2004/2005, no Rio Grande do Sul e em regiões no norte e oeste do Paraná, precipitações abaixo do normal (estiagem) favoreceram o aparecimento grãos imaturos de soja. Essas condições ocorreram também nas regiões nordeste e sul do Estado do Mato Grosso do Sul. Como essa região foi afetada pela estiagem, causando condições drásticas de estresse na cultura da soja, uma grande quantidade de grãos imaturos ou verdes foram produzidos, colhidos e comercializados juntamente com grãos maduros (13, 16).

### Grãos esverdeados e seus efeitos sobre a qualidade da soja e seus derivados

A coloração verde em produtos de soja é devida à presença de clorofila em grãos colhidos ainda imaturos,

<sup>1</sup> Farmacêutico Bioquímico, M.Sc. em Ciência e Tecnologia de Alimentos; Embrapa Soja, Rod. Carlos João Strass, acesso Orlando Amaral, Cx. Postal 231, 86001-970, Londrina, PR; jmarcos@cnpso.embrapa.br

fator que pode diminuir após algumas semanas de armazenamento na presença de aeração. Essa coloração verde é um problema, porque estará visível no óleo extraído e nos produtos protéicos, acarretando considerável aumento de custos nos processos de refino do óleo e produção de produtos protéicos (7).

A presença da coloração verde nos grãos de soja surge, primeiramente, da prática comum de se acelerar o processo de colheita e reduzir perdas por debulha das vagens (6).

O estágio normal recomendado para a colheita da soja é quando as plantas estão em R8. Quando colhidas no estágio R6 de maturação, os grãos apresentam diferenças significativas nos conteúdos de óleo, açúcares, umidade e ácido fítico, mas não no conteúdo de proteína (11).

Na safra 2000/2001, na Argentina, foi observada alta percentagem de grãos verdes e enrugados (20% a 25%), correspondentes às regiões em que o estresse hídrico e as altas temperaturas foram freqüentes. Esses grãos verdes apresentaram mesmos tamanho e densidade que os grãos normais, dificultando, assim, a sua separação física (2).

Depois que as plantas alcançam sua maturação fisiológica, a produção de clorofila nos grãos cessa. A clorofila, presente nos grãos e na vagem é parcialmente degradada pela luz solar, mas também pelo metabolismo natural. A morte prematura das plantas de soja, ocasionada por situações de estresses climáticos, ou ocorrência de doenças, bloqueia a degradação natural da clorofila e os grãos permanecem verdes. O grau de coloração verde dependerá do estágio de desenvolvimento da planta, quando da situação de estresse que causou sua morte prematura. Se ocorrer no final da fase de enchimento dos grãos, a coloração verde estará confinada ao tegumento e poderá diminuir durante o período de armazenamento. Se ocorrer no início ou no meio dessa fase, a coloração verde se distribuirá por todo o grão e não desaparecerá, mesmo com um longo período de armazenamento (15).

A taxa de descoloração dos grãos verdes dependerá do estágio de maturação, da temperatura de secagem e do teor inicial de umidade. A clorofila pode ser degradada por secagem com ar em temperatura ambiente (25°C), enquanto a secagem rápida com ar quente (40°C) proporciona a retenção desse pigmento verde. Quando os grãos são secos pelo processo rápido, um alto conteúdo inicial de clorofila e significativo acúmulo de feofitinas é observado (6).

Pouco tem sido estudado sobre os efeitos da morte prematura da planta na qualidade dos grãos de soja. As proteínas se acumulam nos grãos durante sua fase inicial de enchimento e, assim, plantas prematuramente mortas por calor ou por baixa temperatura podem ter porcentagem normal de proteínas. Por outro lado, o teor de óleo poderá ser menor, porque seu acúmulo ocorre na fase final do enchimento dos grãos (15). Os grãos imaturos de soja contêm de 2% a 3% menos óleo do que grãos maduros (8). O teor de ácidos graxos livres, também, aumenta nos grãos imaturos (15).

Grãos verdes e amarelos imaturos contêm mais umidade do que os grãos maduros. A maioria dos medidores eletrônicos de umidade considerarão os grãos imaturos mais secos do que realmente estão. Recomenda-se, portanto, uma correção para mais de 1,5% na umidade determinada, quando houver mistura de grãos imaturos (verdes) e maduros num lote de grãos de soja. Entretanto, os medidores de umidade mais modernos já possuem mecanismos para compensar essa diferença de umidade. Essa é uma informação importante para o armazenamento de soja, quando houver esse tipo de grãos na amostra. (7).

O óleo de soja contém de 1 a 1,5 ppm de clorofila, um potente agente oxidante. Os compostos voláteis, produtos da oxidação, formados no "headspace" do óleo de soja aumentam com o aumento no teor de clorofila (2, 4, 6 e 8 ppm), na presença de luz. Entretanto, esse aumento no teor de clorofila não teve efeito na formação de compostos voláteis no óleo de soja armazenado no escuro (10).

A formação de compostos voláteis no óleo de soja diminui inversamente com a quantidade de caroteno acrescentado, o qual bloqueia o processo de oxidação. A rápida formação de compostos voláteis no óleo de soja na presença de clorofila, luz e oxigênio foi devida à oxidação do "oxigênio reativo" (10).

Dados da Universidade de Minnesota, nos Estados Unidos, indicam que a cor da superfície dos grãos não se altera significativamente durante o armazenamento. Entretanto, os grãos verdes, quando armazenados, parecem levemente "malhados", após seis meses de armazenamento (9).

Durante o armazenamento, o valor do índice de peróxido aumenta tanto na soja madura como na imatura. Entretanto, esse parâmetro é mais elevado nos grãos imaturos. A acidez varia nos grãos maduros, mas aumenta nos grãos imaturos. O valor de urease permanece constante nos grãos verdes e aumenta nos



Foto: Danilo Estevão

grãos maduros. O conteúdo de óleo permanece constante nos grãos maduros e diminui nos verdes. A composição de ácidos graxos é diferente para grãos verdes e maduros. Os grãos verdes não apresentam os ácidos graxos láurico (C12:0), esteárico (C18:0) e linolênico (C18:3), mas apresentam conteúdos mais elevados de mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) do que os grãos maduros (3).

A estabilidade da emulsão óleo/água dos isolados de proteína de soja oriundos de grãos maduros é muito maior do que a de grãos verdes. Isso é devido a uma maior porcentagem da fração protéica 7S nos grãos maduros, a qual proporciona uma emulsão mais estável do que a formada pela fração 11S. Assim, os isolados protéicos de soja produzidos somente a partir de grãos maduros constituem-se num melhor agente emulsificante. Entretanto, o alto conteúdo da fração protéica 11S presente nos grãos verdes proporciona a formação de géis de proteína de soja mais fortes. Os isolados protéicos obtidos de grãos verdes de soja possuem maior poder geleificante e menor capacidade emulsificante (18).

Concluindo, os grãos verdes apresentam teores menores de inibidores de proteases (inibidor de tripsina e inibidor de quimiotripsina), redução na atividade da urease e das lipoxigenases, conteúdo inferior de fitatos, menor relação das frações protéicas 7S:11S, além de proporcionarem um menor rendimento na produção de isolados protéicos. O óleo bruto obtido a partir desses grãos apresenta coloração verde e alto conteúdo de ácidos graxos livres, que aumenta rapidamente durante o armazenamento (14, 17).

A atividade das proteases sobre as globulinas da fração 7S é consideravelmente mais alta do que nas da fração 11S, em grãos de soja imaturos, colhidos após 25-30 dias após o florescimento. Assim, os produtos oriundos da ação das proteases têm como substrato as globulinas da fração 7S. Essa fração é idêntica tanto na soja madura quanto na imatura. A atividade das proteases diminui acentuadamente durante o desenvolvimento das sementes (1).

## Referências Bibliográficas

1. ASANO, M.; UNO, K.; SHIBASAKI, K.; OKUBO, K. Biosynthesis of 7 S and 11 S proteins, the main components of soybean protein. IV. Effect of protease in immature seeds on major soybean globulins. **Journal of Japanese Society of Food Science and Technology [Nippon-Shokuhin-Kogyo-Gakkaishi]**, v.25, p.88-93, 1978.
2. CALIDAD industrial, rendimiento y sanidad de la soja en la Región Central del País – campaña 2000/01. Disponível em: <<http://www.redagraria.com/divulgaci%F3n%20t%E9cnica/articulos%20de%20dt/sojajal01.html>>. Acesso em: 21 set. 2002.
3. EL SHATTORY, Y.; ALY, S.M. Effect of storage and heating on good mature and green immature soybean and soybean dehulling. **Grasas-y-Aceites**, Sevilla, v.50, p.100-104, 1999.
4. EXPLANATIONS for soybean problems autumn/winter 2000, v.1, i.3. Disponível em: <<http://www.ncorganics.com/pdf/autumnwinter2000.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2002.
5. FARIAS, J.R.B.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A.L.; BORDIGNON, J.R. Effects of water deficits during different phases of soybean crop development. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 6., 1999, Chicago. **Proceedings...** Champaign: Superior Printing, 1999. p.601-602.
6. FUKUSHIMA, P.S.; LANFER-MARQUEZ, U.M. Chlorophyll derivatives of soybean during maturation and drying conditions. In: INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 3., 2000, Tukuba. **Proceedings ...** Tukuba: Korin, 2000. p.87-88.
7. GRAIN quality. Disponível em: <<http://www.ae.iastate.edu/HTMDOCS/drystore.HTM>>. Acesso em: 10 set. 2002.

8. JOHNSON, T.; RICHERT, B. **Feeding discounted "green" soybeans to dairy cattle and swine.** Disponível em: <<http://www.ces.purdue.edu/extmedia/CL/CL-17.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2002.
9. MAIER, D.E.; PARSONS, S.D. **Harvesting, drying, and storing frost-damaged corn and soybeans.** Disponível em: <<http://www.agcom.purdue.edu/AgCom/Pubs/GQ/GQ-27.html>>. Acesso em: 11 set.2002.
10. MIN, D.B.; BOFF, J.M. **Chemistry and reaction of singlet oxygen in foods.** Disponível em: <<http://www.ift.org/publications/crfsfs/crfsfs-20010113.pdf>>. Acesso em 04 set. 2002.
11. MOHAMED, A.I.; PEARSON, N. Location by genotype interaction effects on chemical composition of immature large seeded vegetable-type soybeans. **Soybean Genetics Newsletter**, Ames, v.24, p.211-213, 1997.
12. PENDLETON, J.W.; HARTWIG, E.E. Management. In: CALDWELL, B.E. (Ed. ). **Soybean: improvements, production and uses.** Madison: ASA, 1973. p.211-237.
13. PROBLEMAS climáticos reduzem a safra 2002 de soja no Brasil. **Safras & Mercado**, Porto Alegre, v.26, n.1190, mar. 2002.
14. TANTEERATARM, K.; WEI, L.S.; STEINBERG, M.P. Effect of soybean maturity on storage stability and process quality. **Journal of Food Science**, Chicago, v.54, p.593-597, 1989.
15. WIEBOLD, B. **Soybean plants killed before maturity possess grain that remains green.** Disponível em: <<http://www.psu.missouri.edu/soyx/green.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2002.
16. WORLD agricultural weather highlights. April 10, 2002. Disponível em: <<http://www.usda.gov/oce/waob/jawf/wawh/0204wawh.PDF>>. Acesso em: 10 set. 2002.
17. YAO, J.J. Effect of soybean maturity on characteristics of protein and other constituents. **Dissertation-Abstracts-International,-B**, Ann Arbor, v.43, p.3, p.671, 1982.
18. ZHOU, A. ; BOATRIGT, W.L. Formation of de 2-pentyl pyridine during processing of soybean protein isolates as affected by pH. **Journal of Food Science**, Chicago, v.64, p.852-854, 1999.

**Comunicado Técnico, nº 77**



Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento

Governo Federal

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Soja**  
Rod. Carlos João Strass - Acesso Orlando Amaral  
Cx. Postal 231  
86001-970 - Londrina, PR  
Fone: (43) 3371-6000 - Fax: 3371-6100  
Home page: <http://www.cnpso.embrapa.br>  
e-mail: [sac@cnpso.embrapa.br](mailto:sac@cnpso.embrapa.br)

1ª edição  
1ª impressão 04/2005: tiragem 2000 exemplares  
Todos os direitos reservados (Lei nº 9610)

**Comitê de Publicações**

**Presidente:** João Flávio Veloso Silva  
**Secretário Executivo:** Regina Maria Villas Bóas C. Leite  
**Membros:** Alexandre Magno Brighenti dos Santos,  
Antonio Ricardo Panizzi, Clara Beatriz Hoffmann-Campo,  
Décio Luiz Gazzoni, George Gardner Brown, Ivan Carlos  
Corso, Léo Pires Ferreira, Waldir Pereira Dias

**Expediente**

**Supervisor editorial:** Odilon Ferreira Saraiva  
**Normalizador bibliográfico:** Ademir Benedito Alves de Lima  
**Diagramadora:** Neide Makiko Furukawa