

# Alterações na qualidade de soja durante o armazenamento

por Ricardo Scherer Pohndorf, Maurício de Oliveira e Moacir Cardoso Elias

No Brasil, a safra 2016/2017 de soja apresentou um crescimento de quase 20% na produção, em relação à safra anterior, de acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Isto significa dizer que quase metade dos grãos produzidos no Brasil são de soja.

Mesmo com a elevada produção da leguminosa, as perdas na cadeia produtiva são elevadas e difíceis de se quantificar. Sabe-se que uma grande quantidade de grãos é perdida nas rodovias ao se escoar a safra. Entretanto, as perdas qualitativas são mais silenciosas e representam um perigo à segurança dos alimentos elaborados a partir do grão.

A Instrução normativa IN MAPA 37/2007 estabelece o regulamento técnico da soja e define o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade. Por qualidade, entende-se o conjunto de parâmetros ou características extrínsecas ou intrínsecas de um produto ou um processo, que permitem determinar as suas especificações quali-quantitativas, mediante aspectos relativos à tolerância de defeitos, medida ou teor de fatores essenciais de composição, características organolépticas, fatores higiênico-sanitários ou tecnológicos.

Durante a pós-colheita, os grãos de soja passam por uma série de etapas até o processamento. Muitas destas operações podem reduzir a qualidade dos grãos e comprometer sua posterior conservação. O conhecimento das características físicas, químicas e biológicas dos grãos pode auxiliar a minimizar a perda de qualidade, através de um manejo adequado.

Os principais fatores externos que afetam o ecossistema da massa de grãos são a temperatura e a umidade relativa que prevalecem no local de armazenamento. A variação da temperatura ambiente pode ser extrema, desde valores abaixo de zero até acima de 40 °C, podendo ter implicações positivas ou negativas na extensão das perdas durante a armazenagem.

A umidade relativa é outro fator que pode apresentar grandes variações, desde 10 a 20%, em desertos ou locais muito secos, até cerca de 90% nos trópicos. O efeito combinado da umidade relativa e da temperatura em um determinado local de armazenamento determina a atividade de todos os componentes bióticos do sistema, os quais conduzem a um armazenamento seguro ou a perdas de grãos. Em grãos com altos teores de ácidos graxos insaturados, como é o caso a soja, medidas devem ser tomadas para evitar a deterioração e preservar a qualidade.

Para o armazenamento, não há um grau de umidade definido, mas uma faixa de umidade que depende das propriedades físicas de cada espécie, da temperatura, do tempo de armazenamento e, até mesmo, das características da variedade e da qualidade dos grãos, que inclui teor de impurezas, índice de danos e outros fatores.

As reações químicas envolvidas no processo respiratório são controladas por enzimas e o aumento da umidade dos grãos favorece a atividade biológica porque as enzimas e o substrato são mais facilmente mobilizados para o processo. Quanto maior for a temperatura, maior será a atividade metabólica dos grãos, aumentando assim a deterioração da matéria prima.

A respiração natural do grão úmido e dos fungos consome o O<sub>2</sub>, que se reduz de cerca de 21% no ar para 1 ou 2% e produz CO<sub>2</sub>, que passa de cerca de 0,035% no ar para quase 20%. Em um ambiente anaeróbio, ocorre mais facilmente a morte de insetos e ácaros, além de impedir o crescimento de microrganismos aeróbicos.

*“A fração lipídica dos grãos é a mais suscetível a degradação no armazenamento”*

Ocasionalmente, se o grão estiver muito úmido, leveduras e bactérias lácticas irão se multiplicar. Geralmente os níveis elevados de CO<sub>2</sub> e reduzido de O<sub>2</sub>, mantêm a qualidade dos grãos armazenados por longos períodos. Os fundamentos em que se baseiam as tecnologias de atmosfera controlada e modificada incluem redução da taxa de respiração, do crescimento microbiano e da deterioração enzimática pela redução dos níveis de oxigênio no ambiente de armazenamento.

A qualidade dos grãos de soja comercializados no Brasil está relacionada principalmente ao teor de avariados. Grãos ou pedaços de grãos avariados são aqueles que apresentam queimados, ardidos, mofados, fermentados, germinados, danificados, imaturos e chochos.

Uma característica dos grãos de soja quando armazenados é a acidificação do óleo, que ocorre mais rapidamente quanto maiores forem a umidade e a temperatura dos grãos, assim como as quantidades de materiais estranhos, pedras, grãos amassados e descascados. As principais operações de pós-colheita que podem provocar perdas de qualidade e aumentar a quantidade de avarias nos grãos são a secagem e o armazenamento. No caso da soja, o manejo inadequado nestas operações resulta na rancificação do óleo (lipídios), degradação das proteínas e alterações nos compostos bioativos da soja.

## Alterações nos lipídios

A fração lipídica é a mais propensa à degradação durante o armazenamento. Em uma classificação mais generalizada os lipídios compreendem dois grupos, os lipídios apolares ou neutros (glicerídeos, ceras e esteroides) e o grupo dos lipídios polares (fosfolipídios e outros lipídios complexos). Lipídios são ésteres de ácidos graxos com álcool e nos alimentos são encontrados majoritariamente ácidos graxos de cadeia linear, que podem ou não apresentar ligações duplas, ou seja, insaturações.

Assim, os ácidos graxos se dividem em saturados e insaturados (Figura 1). Quanto maior for o grau de insaturação na cadeia linear de ácidos graxos, menos estável é o óleo e mais susceptível a degradação por ação das condições de secagem e armazenamento dos grãos.

Os componentes mais expressivos do óleo de soja são os triglicerídeos e suas propriedades físicas dependem da estrutura e da distribuição dos ácidos graxos presentes.

Considerando que a soja possui 18-22% de óleo, as avaliações nesta fração são bons indicativos da qualidade dos grãos. A rancificação do óleo pode ocorrer de duas formas, hidrolítica e oxidativa. Na rancidez hidrolítica, a ação da enzima lipase presente nos grãos é responsável pelo rompimento das ligações ésteres dos glicerídeos, aumentando o teor de ácidos graxos livres, ou seja, a acidez do óleo. Por outro lado, a oxidação ocorre nas insaturações dos ácidos graxos, com formação de hidroperóxidos (produtos de oxidação primária) e que podem se decompor em compostos voláteis de menor massa molar (produtos de oxidação secundária) tais como álcoois, aldeídos e cetonas.

A oxidação de lipídios não só produz ranço, odores e sabores, mas também pode diminuir a qualidade nutricional dos grãos. Um dos muitos métodos para limitar a oxidação lipídica é a utilização de tecnologia de embalagens modernas, tais como embalagem hermética e embalagens com absorvedor de oxigênio. Além disso, o resfriamento artificial dos grãos têm se mostrado benéfico.

Estudos mostram que o aumento nos produtos de oxidação primária pode ocorrer de forma exponencial quando os grãos são armazenados de forma inadequada (Figura 2). Entretanto, a utilização de baixas temperaturas pode reduzir a taxa de oxidação.

É importante salientar que o índice de peróxidos pode ser um bom indicador de oxidação, desde que se tenha realizado análises periódicas durante o armazenamento, pois em estágios elevados de oxidação, os produtos de oxidação primária já podem ter se convertido em produtos de oxidação secundária e assim mascarar o estado de oxidação dos grãos. O índice de anisidina é um parâmetro que quantifica os produtos de oxidação secundária, sendo importante especialmente para os grãos armazenados em locais quentes, onde o nível de oxidação pode alcançar um estágio elevado.

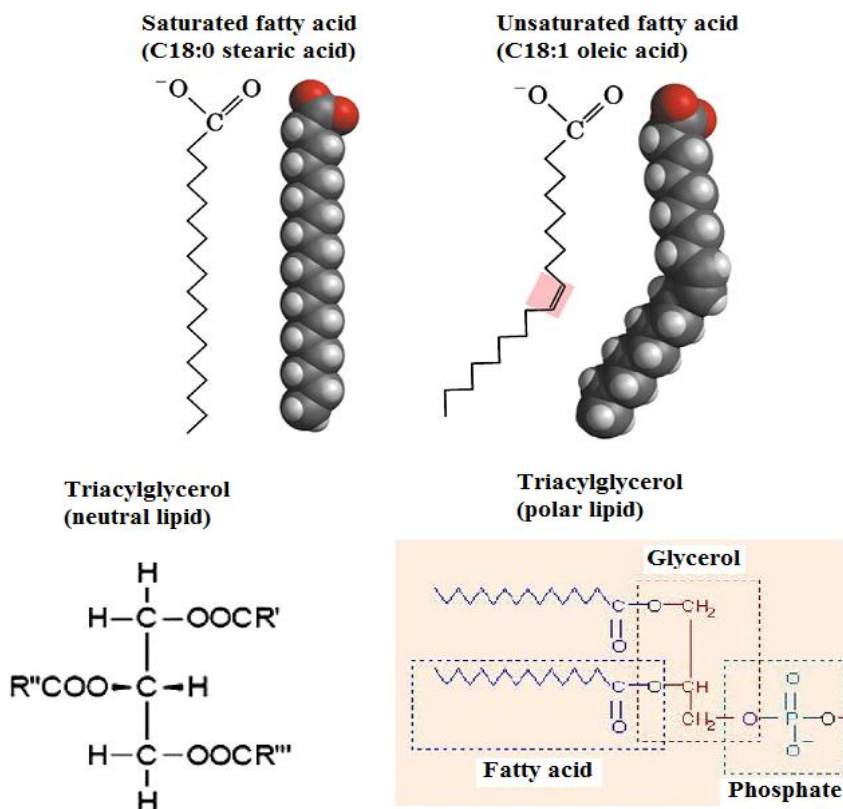


Figura 1. Molécula lipídica (apolar e polar) e ácido graxo (saturado e insaturado). Adaptado de Halim et al., *Biotechnology Advances*, v 30, p. 709-732, 2012.

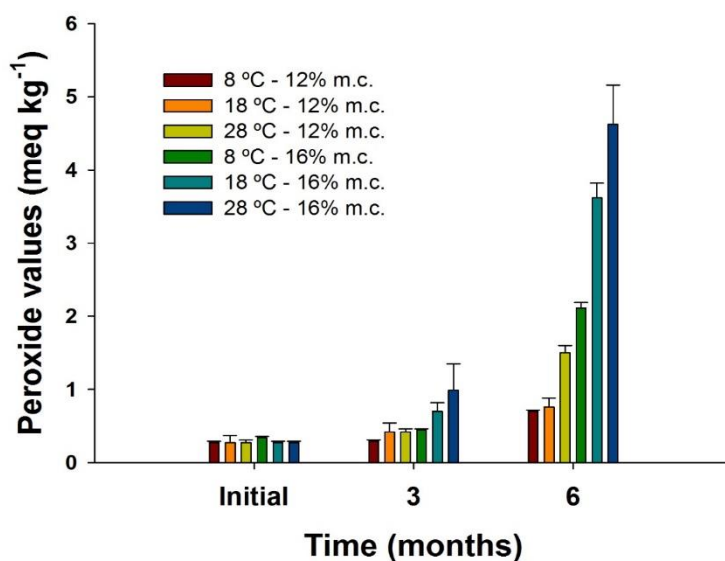


Figura 2. Valor de peróxido de grãos estocados em diferentes conteúdo de umidade e temperatura. Resultados de pesquisa realizado no Labgrãos (2018).

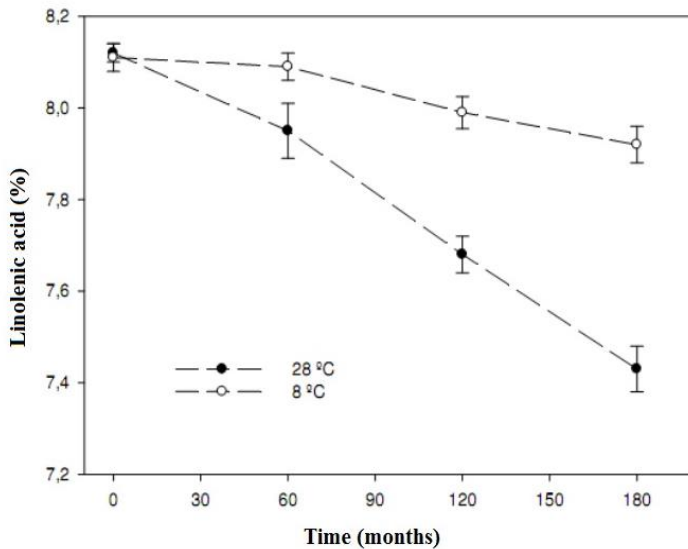


Figura 3. Influência de temperatura no ácido linoléico de grãos de soja. Resultados de pesquisa realizado no Labgrãos (2018).

Os grãos de soja apresentam 6-8% de ácido linoléico em sua composição de ácidos graxos. O ácido linoléico (C18:3) é um ácido graxo poliinsaturado que possui três duplas ligações na sua cadeia.

Devido à alta instabilidade, o ácido linoléico é o ácido graxo mais susceptível aos processos de degradação lipídica. Um estudo realizado no Labgrãos mostrou uma redução de quase 10% no ácido linoléico em grãos de soja armazenados de forma inadequada, com 16% de umidade por seis meses (Figura 3).

#### Compostos bioativos

Recentemente, estudos tem sido realizados com a finalidade de verificar o comportamento dos compostos bioativos da soja durante as operações de pós-colheita e no processamento.

Os ácidos fenólicos (principalmente os ácidos vanílico, cafeico, ferúlico, protocatecuico e cumárico) e os flavonoides (principalmente quercetina e as isoformas glicosiladas de isoflavonas) são bem conhecidos por suas capacidades antioxidante, antiinflamatória e anticancerígenas. Diferente de ácidos fenólicos e flavonoides, que são constituintes hidrofílicos, os carotenóides e os tocoferóis são lipofílicos e são encontrados na fração lipídica. Os carotenóides, precursores da vitamina A, e os tocoferóis (vitamina E) possuem atividade antioxidante e apresentam a capacidade para prevenir a carcinogênese e doenças coronárias.

A quantidade de fitoquímicos na soja varia em função do genótipo do grão (por exemplo, cor do tegumento, tamanho dos grãos), fatores ambientais (por exemplo, temperatura, precipitação) e operações de pós-colheita e processamento (por exemplo, aquecimento, temperatura de secagem, período de armazenamento, tratamento hidrotérmico).

O consumo ininterrupto da soja torna o seu armazenamento um passo fundamental para permitir o fornecimento dos grãos durante todo o ano.

Um estudo realizado no Labgrãos em 2016 verificou que grãos de soja armazenados por um ano a 15% de umidade e temperatura superior a 18 °C apresentaram diminuição no teor de carotenoides e tocoferóis.

#### Proteína de soja

A soja é composta de aproximadamente 40% de proteínas. As proteínas da soja são usadas em vários alimentos, tais como produtos lácteos, massas e suplementos, devido às suas propriedades nutricionais e bioativas, excelente funcionalidade, especialmente no que diz respeito a solubilidade protéica, capacidade de absorção de água e óleo e capacidade de emulsão. A proteína de soja é composta principalmente de globulinas, que podem ser extraídas com soluções salinas diluídas.

A qualidade dos produtos de soja, como tofu e extrato de soja, que são principalmente produzido e consumido no continente asiático, está diretamente influenciado pela qualidade da proteína. A exposição da soja a condições de armazenamento adversas é uma das principais causas de redução do rendimento de extração de proteínas e mudanças estruturais, tais como desnaturação, glicosilação, fortalecimento de ligações dissulfídicas e diminuição da área de superfície hidrofóbica, que pode reduzir o rendimento de tofu e extrato de soja.

O concentrado proteico de soja é rico em isoflavonas, que são compostos bioativos que apresentam benefícios à saúde, incluindo proteção contra câncer de útero, alívio de sintomas da menopausa, tratamento de doenças inflamatórias das vias aéreas e prevenção de dano oxidativo.

Um estudo conduzido no Labgrãos em 2017 concluiu que as condições de armazenamento dos grãos de soja podem diminuir o rendimento de extração e a solubilidade das proteínas, além de aumentar a capacidade emulsificante e a formação de espuma.



Dr. Ricardo Scherer Pohndorf  
Pós-Doutorando no Labgrãos  
ricardoscherer.eng@gmail.com



Prof. Dr. Maurício de Oliveira  
Labgrãos-DCTA-FAEM-UFPEL  
mauricio@labgraos.com.br



Prof. Dr. Moacir Cardoso Elias  
Labgrãos-DCTA-FAEM-UFPEL  
eliasmc@uol.com.br