

**Determinação do teor de água
por reflectância de infravermelho
em grãos de soja**

República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva

Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues

Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa

Conselho de Administração

José Amauri Dimárzio

Presidente

Clayton Campanhola

Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires

Hélio Tollini

Ernesto Paterniani

Luis Fernando Rigato Vasconcellos

Membros

Diretoria–Executiva da Embrapa

Clayton Campanhola

Diretor-Presidente

Mariza Marilena Tanajura Luz Barbosa

Gustavo Kauark Chianca

Herbert Cavalcante de Lima

Diretores-Executivos

Embrapa Roraima

Antonio Carlos Centeno Cordeiro

Chefe Geral

Oscar José Smiderle

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Miguel Amador de Moura Neto

Chefe Adjunto de Administração



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agroflorestal de Roraima
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

*ISSN 0101 – 9805
Dezembro, 2003*

Documentos 06

Determinação do teor de água por reflectância de infravermelho em grãos de soja

Oscar José Smiderle
Silvana Lima Silva
Rita de Cássia Pompeu de Sousa

Boa Vista, Roraima
2003

Exemplares desta publicação podem ser obtidos na:

Embrapa Roraima

Rod. BR-174 Km 08 - Distrito Industrial Boa Vista-RR

Caixa Postal 133

69301-970 - Boa Vista - RR

Telefax: (095) 626.7018

e_mail: sac@cpafrr.embrapa.br

www.cpafr.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Oscar José Smiderle

Secretário-Executivo: Bernardo de Almeida Halfeld Vieira

Membros: Evandro Neves Muniz

Hélio Tonini

Moisés Cordeiro Mourão de Oliveira Júnior

Patrícia da Costa

Paulo Roberto Valle da Silva Pereira

Normalização Bibliográfica: Maria José Borges Padilha

Editoração Eletrônica: Maria Lucilene Dantas de Matos

1ª edição

1ª impressão (2003): 300

SMIDERLE, O. J.; SILVA, S.L.; SOUSA, R. de C. P. de.
Determinação do teor de água por reflectância de infravermelho
em grãos de soja. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2003. 24 p.
(Embrapa Roraima. Documentos, 6)

1. Soja. 2. Grãos. 3. Teor de água - Determinação. I. Título.
II Série

CDD: 583.74

Autores

Oscar José Smiderle

Eng. Agr. DSc. Pesquisador Embrapa Roraima, CP 133,
CEP69301970, e-mail: ojsmider@cpafrr.embrapa.br

Silvana Lima Silva

Lic em Química. Especialista em Química, UFRR. Boa vista, RR

Rita de Cássia Pompeu de Sousa

Lic em Química., Esp. Em Química. Ass de Operações II, Embrapa
Roraima, Cx.P. 133, CEP 69300-970 Boa Vista – RR. E-mail:
rita@cpafrr.embrapa.br

Sumário

1. Introdução

.....

07

2. Revisão Bibliográfica

.....

10

2.1. Teor de água

.....

10

2.2. Métodos de medição de umidade dos grãos

.....

11

2.3. Histórico da soja

.....

12

2.4. Desenvolvimento da planta soja

.....

14

2.5. Cultivares de soja em cerrados de Roraima

.....

14

2.6. Utilidade da soja

.....

15

2.7. Composição Química da soja

.....

16

3. Material e Métodos

.....

17

3.1. Obtenção do Material Experimental

.....

17

3.2. Matérias e Equipamentos

17

3.3. Procedimento Experimental

18

3.3.1 Determinação do Teor de Água - Estufa a 105 ± 3 oC (Brasil, 1992).

18

3.3.2. Determinação do Teor de Água- método reflectância de infravermelho (Ohaus, MB200).

18

4. Resultados e Discussão

19

5. Conclusões/Indicações

22

6. Referências Bibliográficas

22

Determinação do teor de água por reflectância de infravermelho em grãos de soja

Oscar José Smiderle
Silvana Lima Silva
Rita de Cássia Pompeu de Sousa

1. Introdução

A soja é um dos principais produtos agrícolas brasileiros, apresentando-se como uma excelente fonte de proteína, inclusive para a alimentação humana, de baixo custo e em grande quantidade produzida e disponível.

O conteúdo de umidade é um dos fatores que afetam a qualidade de grãos e sementes. Grãos secos e sadios podem ser mantidos sob armazenamento apropriado por muitos anos, mas grãos úmidos podem se deteriorar rapidamente em poucos dias.

A comercialização é baseada no peso total do produto e não no peso da matéria seca, portanto se o teor de água não é corretamente determinado, quem está comprando ou vendendo pode ser prejudicado. Há um teor de água mínimo para se armazenar os grãos com segurança em câmara fria, se este valor for menor poderá ocasionar um prejuízo financeiro pelo peso do produto por ocasião da comercialização. Portanto, é de fundamental importância a determinação do teor de água das sementes, seja para colheita, comercialização ou armazenamento (Luz et al., 1998).

Já foi comprovado que o tempo de armazenamento de grãos e sementes diminui à medida que o conteúdo de umidade dos grãos e sementes aumenta, bem como que o conteúdo de umidade tem um efeito dominante no predomínio e na atividade de insetos e fungos, durante o armazenamento. A ação prejudicial destas pragas destrutivas dos grãos e sementes aumenta com o acréscimo do conteúdo de umidade. Além disso, os grãos são comercializados tendo o peso como base, do qual a água faz parte (Luz, 2002).

Segundo o ministério da agricultura, método padrão para a determinação da umidade de grãos utilizado é o método da estufa, onde as amostras são pesadas e colocadas em uma cápsula e levadas à estufa, à temperatura de $105^{\circ} \pm 3^{\circ}$ C durante 24 horas.

Alternativamente, ao longo dos anos, os grãos têm tido a sua umidade medida, na prática, através de medidores elétricos, que são calibrados pelo método da estufa. Esses medidores operam por uma correlação entre a permissividade de um material e seu conteúdo de umidade.

É desejável determinar o conteúdo de umidade de um produto em diferentes momentos, por exemplo, na colheita, durante a secagem e durante as operações de compra e venda, quando o risco de adulteração com água podem estar presentes, se as diferenças de preço estiverem relacionadas com o peso (Luz, 2002).

Com a atual tecnologia da agricultura de precisão, novos métodos para determinação de umidade têm sido estudados para monitorar a umidade em tempo real e no local onde o grão se encontra, sem destruí-lo. Esses métodos são importantes no monitoramento da umidade de uma cultura para determinar seu ponto de colheita, operações de recebimento, secagem, beneficiamento, comercialização, etc (Luz, 2002).

Para ser satisfatório, um método para determinação da umidade tem que atender a dois requisitos: primeiro, que os resultados sejam reprodutíveis e segundo, indicar precisamente as mudanças do conteúdo de umidade ocorridas durante a secagem ou umedecimento de um produto (Luz, 2002).

Diferentes métodos são disponibilizados no mercado para a determinação do teor de água de grãos e sementes, porém, a finalidade, a agilidade, o nível de exatidão e, principalmente, o valor da análise é que determina qual o mais adequado para cada momento. Uma preocupação dos produtores, empresas agrícolas e laboratórios está na utilização de um aparelho que determine com exatidão e rapidez o teor de água do produto a ser recebido ou comercializado (Tambara et al., 2001).

O Ministério da Agricultura através da Instrução Normativa N° 02/2001 (DOU 16/03/01), instituiu como oficial o uso de aparelhos eletrônicos para os seguintes produtos: amendoim, arroz, canjica de milho, caroço de algodão, cevada industrial, ervilha, feijão, lentilha, milho, sorgo, soja e trigo. Essa instrução normatiza o tipo de aparelho a ser utilizado pelas instituições públicas ou privadas que estejam credenciadas, ou se

credenciem, a classificar oficialmente o teor de água de produtos agrícolas, seus subprodutos e resíduos de valor econômico (Tambara et al., 2001).

O laboratório de sementes da Embrapa Roraima, credenciado pelo Ministério da Agricultura, realiza análises conforme regras para análise de sementes - RAS para determinação do teor de água, fundamentada na perda de massa das sementes inteiras secadas à temperatura de 105 ± 3 °C por 24 horas, em estufa (Brasil, 1992). O laboratório conta também com equipamentos de precisão para determinação do teor de água em produtos agrícolas, faltando apenas a devida calibração.

Na Embrapa Roraima os grãos/sementes de soja são armazenados em câmara fria por um determinado período para fins de pesquisa e são monitorados através dos resultados do teor de água. Entretanto, o método padrão oficial utilizado, estufa a $105^\circ \pm 3$ °C por 24 horas, inviabiliza a obtenção de resultados imediatos. Dessa forma há necessidade de calibração da balança, de determinação de umidade modelo MB200 a fim de proporcionar melhor acompanhamento e maior agilidade na determinação do teor de água dos grãos de soja armazenados.

A indústria de alimentos tem variada disponibilidade de matérias-primas, que lhe faculta amplas opções, para transformação em produtos alimentícios. A obtenção de matérias-primas, para indústria alimentícia, inclui atividades desde o plantio dos vegetais, até a fase em que o alimento é utilizado para a elaboração do produto alimentício. A maior utilização das matérias-primas residuais fez surgir novas fontes de riquezas, e tornou praticável a existência, no mercado, de subprodutos mais variados e de menor preço.

Comparando-se a composição química da soja, (Tabela 1) com a de outros alimentos, evidencia-se a sua superioridade em relação aos outros vegetais e sua equivalência em relação aos produtos animais. Além disso, a soja é uma razoável fonte de minerais, principalmente de ferro, cuja quantidade é superior à dose diária recomendada. Quanto aos teores de ferro, a soja é igual ao fígado de boi e de galinha, os quais são as fontes mais conhecidas deste elemento (Panizzi, 1998).

Tabela 1. Composição química da soja e de outros alimentos

Alimentos * (100g)	Calorias	Glicídios (g)	Proteínas (g)	Lipídios (g)	Ca (mg)	P (mg)	Fe (mg)
Arroz polido	364,0	79,7	7,2	0,6	9,0	104,0	1,3
Trigo integral	353,7	70,1	12,7	2,5	37,0	386,0	4,3
Feijão preto	343,6	62,3	20,7	1,2	145,0	471,0	4,3
SOJA GRÃO	395,0	30,0	36,1	17,7	226,0	546,0	8,8
Carne bovina	111,0	0,0	21,0	3,0	12,0	224,0	3,2
Fígado de boi	130,0	0,0	20,0	5,5	8,0	373,0	12,1
Leite de vaca TIPO "c"	63,0	5,0	3,1	3,5	114,0	102,0	0,1

* As análises foram realizadas em alimentos 'in natura' (Panizzi, 1998).

Para evitar as perdas que se originam quando os grãos ficam a secar na planta, em virtude da re-hidratação com as chuvas, tombamento pelos ventos, desuniformidade na secagem, ataque de insetos, fungos, pássaros, etc. Os grãos colhidos, limpos, secos e armazenados adequadamente, segundo processos bastante simples, mantêm seu valor alimentício por mais de cinco anos (FUNDAÇÃO CARGILL, 1986).

O fenômeno da respiração (combustão da matéria seca em presença do oxigênio, produzindo água, anidrido carbônico e calor) é o principal responsável pela rápida deterioração dos grãos armazenados. A deterioração dos grãos é um fenômeno irreversível, e as boas técnicas de armazenamento limitam-se apenas a não permitir que ela progrida rapidamente. Por outro lado, um grão sadio, com 11% de umidade, armazenado a temperaturas não superiores a 15°C, mantêm suas propriedades alimentícias (FUNDAÇÃO CARGILL, 1986).

O objetivo desta publicação foi determinar a curva de secagem em grãos de soja, pelo método de reflectância de infravermelho, que permita a análise do teor de água.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Teor de Água

A determinação do teor de água baseia-se na perda de peso dos grãos quando secos em estufa, infravermelho ou outros métodos. A água contida nos grãos é expelida em forma de vapor pela aplicação do calor sob condições controladas, ao mesmo tempo em que são tomadas precauções para reduzir a oxidação, a decomposição ou perda de outras substâncias voláteis durante a operação (Brasil, 1992).

O grão, logo após ter sido formado o zigoto, tem normalmente, um alto teor de água, oscilando entre 70 e 80%. Poucos dias depois, observa-se uma pequena elevação no teor de água, geralmente até no máximo 5% para, em seguida, começar uma fase de lento

decréscimo. Essa fase tem duração variável com a espécie, cultivar, condições climáticas e estágio de desenvolvimento da planta, sendo, então, seguida de uma fase de rápida desidratação, também muito influenciada pelas condições climáticas. O teor de água, então, decresce até um certo ponto, começando, em seguida, a oscilar com valores de umidade relativa do ar (Carvalho, 1988).

2.2 Métodos de Medição de Umidade dos Grãos

Os métodos diretos de determinação do teor de água dos grãos, como o da estufa, são aqueles em que a água é retirada para que se possa avaliar qual o teor existente. Já nos métodos indiretos, como os de resistência e capacitância (determinadores Universal, Motomco, etc.), para se determinar o teor de água, são relacionadas algumas propriedades físicas ou químicas com o teor de água. Os métodos indiretos para determinação do teor de água são muitas vezes indispensáveis pela sua rapidez de execução, mas os equipamentos que os realizam, por serem eletrônicos, necessitam calibração mais constante (Grabe, 1989).

O método da estufa (105 ± 3 °C/24horas) é o oficial e padrão para determinação do teor de água dos grãos e está dentro do grupo dos métodos diretos, que apesar de serem mais lentos, são mais precisos e servem como referência para calibrar os equipamentos baseados nos métodos indiretos (Noomhorm & Verma, 1982). Através da secagem, também um método direto, pode-se realizar a determinação do teor de água em um tempo relativamente curto, reduzindo-se o gasto energético quando comparado com a estufa, e tornando a determinação do teor de água simples, rápida e precisa (Noomhorm & Verma, 1982).

Os métodos de medição de umidade podem ser classificados como sendo destrutivos, que modificam ou destroem os grãos durante o processo de medição, ou não-destrutivos, que preservam a integridade dos mesmos. Cada uma das duas categorias inclui métodos diretos e indiretos de medição (Luz, 2002). Os métodos indiretos envolvem a medição de uma propriedade elétrica, química ou outra da amostra, sendo o conteúdo de umidade determinado matematicamente ou empiricamente. Fazem parte destes, as estufas (a ar, úmida, a vácuo), o aquecimento direto, o forno microondas e os elétricos (Luz, 2002).

Um aparelho, conhecido como Universal, é um exemplo deste tipo de medidor, pois mede a resistência elétrica do produto. Esse produto é comprimido entre dois eletrodos e a resistência medida é traduzida para uma leitura de umidade. Esse tipo de instrumento tem

limitações na faixa de umidade em que pode ser utilizado com precisão, o que ocorre entre 8 e 22%; fora destes valores não é confiável (Tambara et al., 2001).

Os métodos diretos medem o conteúdo de água propriamente dito. Ambos os métodos (diretos ou indiretos), podem ser destrutivos ou não-destrutivos. Fazem parte destes, o medidor de umidade pelo método da destilação, químico e a secagem com dessecantes. Nos métodos não-destrutivos se enquadram os métodos baseados na medida da umidade relativa, elétricos, com microondas, com ressonância nuclear magnética (RNM) e frequência de rádio, métodos acústicos, bem como o método de reflectância de infravermelho ([http:// www.seednews.inf.br/portugues/seed61/artigocapa61a.shtml](http://www.seednews.inf.br/portugues/seed61/artigocapa61a.shtml)).

2.3 Histórico da Soja

Leguminosa domesticada pelos chineses há cerca de cinco mil anos, sua espécie mais antiga, a soja selvagem, crescia principalmente nas terras baixas e úmidas, junto aos juncos nas proximidades dos lagos e rios da China Central. Há três mil anos a soja se espalhou pela Ásia, onde começou a ser utilizada como alimento. Consumida em larga escala nos países asiáticos, sob as mais diversas formas, foi introduzida nos Estados Unidos, sendo hoje a principal fonte de matéria-prima para a extração de óleo comestível para uso na alimentação humana ([www. Vegetarianismo.com.br/soja1.htm](http://www.Vegetarianismo.com.br/soja1.htm), acessada em Setembro 2001).

No Brasil, os grãos chegaram com os primeiros imigrantes japoneses em 1908, mas foi introduzida oficialmente no Rio Grande do Sul em 1914. Porém, a expansão da soja no Brasil aconteceu nos anos 70, com o interesse crescente da indústria de óleo e a demanda do mercado internacional (www.cnps.embrapa.br, acessada em Setembro 2001).

No Brasil Central, a incorporação dos cerrados ao processo produtivo brasileiro elegeu a soja como a cultura que apresenta as características desejáveis para a expansão da fronteira agrícola, seguindo-se a ela o milho e o feijão. Essas culturas proporcionam ainda a formação de pastagem de boa qualidade, fortalecendo a pecuária bovina, o que indica que a integração agricultura-pecuária é o melhor caminho para alcançar-se a viabilidade econômica dessas imensas áreas (www.cnps.embrapa.br, acessada em Setembro 2001).

Até 1975, toda a produção brasileira de soja era realizada com cultivares e técnicas importadas dos Estados Unidos, onde as condições climáticas e os solos são diferentes do Brasil. Assim, a soja só produzia bem, em escala comercial, nos estados do Sul, onde as cultivares americanas encontravam condições semelhantes às de seu país de origem. A criação de cultivares tropicais pelos melhoristas da Embrapa Soja levou a cultura para as regiões de clima tropical no Brasil (Centro-Oeste, Nordeste e Norte). A partir daí, inúmeros outros cultivares nacionais foram criadas para dar estabilidade ao cultivo de soja nas chamadas regiões de fronteiras agrícolas (www.cnps.embrapa.br, acessada em Setembro 2001).

A produção de soja no Brasil concentrou-se na região Centro Sul até o início dos anos 80. A expansão da área cultivada de soja no Brasil é resultado tanto da incorporação de novas áreas, nas regiões Centro-Oeste e Norte, quanto da substituição de outras culturas, na região Centro Sul (Embrapa, 1997). O crescimento da população e do esmagamento da soja, na década de 1970, foi tão rápido que colocou o Brasil como o primeiro exportador mundial de farelo de soja, tendo perdido posteriormente esta posição para a Argentina, o segundo exportador de soja em grãos (Embrapa, 1997).

Considerando o sistema agroindustrial total do Brasil, a estimativa é de que sua participação em relação ao PIB (Produto Interno Bruto) do país chegue a 35% ou seja U\$ 195 bilhões, considerando o PIB de 1999. Desse total, a cadeia agroindustrial da soja participa com pelo menos 16%, o que significa um montante de U\$ 31,20 bilhões anuais (Embrapa, 1997).

A soja, atualmente é produzida em grande parte do país. Essa cultura tem sido considerada uma “Cash Crop”, uma vez que rende vários milhões de dólares para o Brasil através da exportação, principalmente de farelo, a fração protéica. No Brasil, como na maioria dos países ocidentais, a soja é usada principalmente na produção de óleo. O óleo refinado vem sendo largamente empregado na cozinha ou como componente de diversos alimentos industrializados como margarina e maioneses (Embrapa, 1997).

Embora os povos orientais já utilizem a soja como alimento há mais de 5000 anos, no Brasil, como em outros países ocidentais, a soja ainda não ocupou o lugar que merece na dieta da população (Embrapa, 1997b).

2.4 Desenvolvimento da Planta Soja

Na prática, o crescimento, desenvolvimento e rendimento da soja resultam da interação entre o potencial genético de um determinado cultivar com o ambiente, de maneira que, quando ocorrem mudanças no ambiente, também ocorrem no desenvolvimento da planta (POTAFÓS, 1997).

As cultivares de soja são classificadas quanto ao seu hábito de crescimento (forma e estrutura morfológica) e pelos seus requerimentos em comprimento de dia e temperatura, necessários para iniciar o desenvolvimento floral ou reprodutivo (POTAFÓS, 1997).

A classificação quanto à maturidade ou ciclo de maturação é baseada na adaptabilidade de uma cultivar de soja em utilizar efetivamente a estação de crescimento de uma determinada região. O tempo específico de duração entre os estádios de desenvolvimento, o número de folhas formadas e a altura da planta podem variar de acordo com as diferentes cultivares, estações de crescimento (clima), regiões de cultivo, datas (épocas) e padrões de semeaduras (POTAFÓS, 1997).

2.5- Cultivares de Soja em Cerrados de Roraima

As cultivares de soja apresentam ampla diversidade genética quanto a sua adaptação às condições ambientais. Desse modo, o uso de uma cultivar adaptada a uma região torna-se um fator de grande importância para o sucesso da cultura. Nesse contexto, a avaliação e seleção de cultivares de soja nas condições locais assumem grande relevância, sendo uma das prioridades da pesquisa no que concerne a recomendação de materiais para o cultivo (Gianluppi et al., 2000).

As condições topográficas dos solos do Cerrado de Roraima favoráveis à mecanização da cultura da soja, aliadas às suas características climáticas, têm motivado as autoridades governamentais a incentivar o cultivo dessa leguminosa na região, como forma alternativa de exploração desse ecossistema. Roraima, possui cerca de 1.500.000 hectares de cerrados, com característica de vegetação e topografia que favorecem a mecanização completa do processo produtivo. De modo geral, essas áreas são planas ou com pequena declividade, os solos são de baixa fertilidade natural, com textura variando de arenosa a argilosa, sendo predominantes os latossolos amarelo, e a precipitação é de 1502mm anuais, concentrada no período de maio a setembro (Gianluppi et al., 2000).

Em Roraima, o cultivo da soja começou na década de 90. É produzida sob condições de solo de cerrado corrigido. Para transformar essa região em área produtiva, que realmente venha contribuir para o desenvolvimento do Estado, foi necessária a implementação de políticas voltadas para o uso intensivo da terra, como sistemas de produção de alto rendimento. As limitações impostas pela baixa fertilidade natural dos solos exigem o uso de tecnologias de ponta para sua exploração racional. Na busca do desenvolvimento econômico, o governo do Estado estabeleceu como prioritária a produção de soja e milho no cerrado (Gianluppi et al., 2000).

2.6- Utilidade da Soja

O grão vem sendo utilizado em larga escala apenas pela indústria de alimentos, onde o produto é ingrediente na fabricação de embutidos, chocolates, bolachas e etc (www.cnps.embrapa.br, acessada em Setembro 2001).

A soja é de boa qualidade para alimentação humana, de baixo custo e altamente disponível. Pode ser também considerada como funcional, pois contém substâncias fisiologicamente ativas capazes de atuar como moduladores dos processos metabólicos. Considerando os inúmeros benefícios que a soja pode trazer para os consumidores, a inclusão desta leguminosa e seus derivados como parte da dieta diária é altamente recomendável, pois contribuem para prover nutrientes necessários para o desenvolvimento, crescimento e manutenção, além da energia. Ademais, os componentes presentes, tais como, os antioxidantes naturais, as isoflavonas, os fosfolipídios, etc., contribuem para uma melhor qualidade de vida, auxiliando no bem-estar físico, melhor funcionamento do organismo e mesmo na prevenção de doenças crônico-degenerativas ([http:// www. Vegetarianismo.com.br/soja1.htm](http://www.Vegetarianismo.com.br/soja1.htm) , acessada em Setembro 2001).

Desde 1986, a Embrapa Soja desenvolve atividades para incentivar o consumo de soja pela população brasileira. Em 1995, a Embrapa lançou o programa “Soja na Mesa”, cujo principal objetivo é dar ao grão uma função mais nobre: complementando a alimentação da população brasileira. Pronta para atender às necessidades calóricas-protéicas da dieta das famílias, a soja é, também, alternativa para diminuir índices de desnutrição, principalmente entre crianças (www.cnps.embrapa.br, acessada em Setembro 2001).

Na cozinha experimental da Embrapa Soja, foram desenvolvidas técnicas de preparo que melhoram o sabor do grão, bem como foram testadas mais de 200 receitas à base de soja que podem ser facilmente introduzidas na dieta do brasileiro. A soja pode enriquecer os

pratos da culinária nacional, pois o grão possui 40% de proteína de excelente qualidade, podendo ser comparada à carne. Além do aspecto nutricional, a soja pode ajudar a reduzir riscos de doenças crônico-degenerativas como o câncer de mama, colo de útero e próstata, além de aliviar os sintomas da menopausa e prevenir a osteoporose (Embrapa, 1997).

O Food and Drug Administration (FDA), órgão que regulamenta a produção de alimentos e medicamentos nos Estados Unidos, recomenda o consumo diário de 25g de proteína de soja, numa dieta com baixos índices de colesterol e gorduras saturadas, para controlar os níveis de colesterol e diminuir os riscos de enfarto, trombose e arteriosclerose, entre outras doenças (Embrapa, 1997). O extrato solúvel “leite” de soja é uma opção alimentar nutritiva e econômica, que pode atender às necessidades das pessoas que buscam alimentos mais saudáveis (livres de colesterol).

A soja é considerada um dos cinco principais alimentos fornecedores de proteínas, juntamente com a carne, o leite, ovos, e o queijo (www.cnps.embrapa.br, acessada em Setembro 2001). Portanto, uma alternativa viável para ajudar a solucionar o problema da desnutrição é estimular o consumo da soja.

2.7- Composição Química da Soja

O sabor da soja, devido a lipoxigenase e os lipídeos (óleos) presentes nos grãos que quando em contato com água fria, produzem uma reação que origina o sabor desagradável, é exótico ao paladar brasileiro e tem contribuído para sua limitada aceitabilidade (Embrapa, 1997).

Essa enzima (lipoxigenase) é sensível ao calor e facilmente inativada com um tratamento térmico (por exemplo, cozimento) dos grãos. Portanto, quando são preparados alimentos com soja, é fundamental que sejam observadas algumas técnicas simples, as quais tornam seus produtos saborosos e perfeitamente compatíveis com os critérios ocidentais de sabor (Embrapa, 1997).

Dos 51 milhões de toneladas de soja produzidas no Brasil na safra 2002/2003 (Soja, 2004), cerca de 1% é usado diretamente na alimentação humana. Para estimular o uso da soja pelos brasileiros a Embrapa desenvolveu a BRS 213, uma soja de sabor mais suave, que não possui as lipoxigenases, enzimas responsáveis pelo gosto característico do grão. A nova variedade chega ao mercado nas próximas safras (Embrapa, 1997).

A qualidade das proteínas é determinada em função da sua composição quantitativa de aminoácidos essenciais. As proteínas da soja apresentam um bom balanceamento desses aminoácidos, quando comparados as de outros vegetais (Panizzi, 1988).

O óleo presente nos grãos de soja em teores adequados (20%), fornece as calorias necessárias ao organismo, permitindo que as proteínas ingeridas da dieta sejam metabolizadas para sínteses de novos tecidos, ao invés de serem destinadas à produção de energia, o que é comum nas dietas de baixo conteúdo calórico. O óleo de soja apresenta alta digestibilidade e não contém colesterol, como ocorre com as gorduras de origem animal (Panizzi, 1988).

A soja contém cerca de 35% de carboidratos totais. Os carboidratos insolúveis são celulose, hemicelulose e lignina encontrada na casca do grão, constituindo as fibras que auxiliam a digestão dos alimentos e ajudam a prevenir a incidência de câncer do cólon. Apresenta boa composição de alguns minerais como ferro, cuja quantidade é superior à dose diária recomendada. Quanto ao conteúdo vitamínico, a soja é uma fonte de vitaminas do complexo B, com exceção da vitamina B₁₂. Os grãos maduros de soja apresentam baixos teores de B-caroteno (pró-vitamina A) e de ácido ascórbico (vitamina C). Os grãos cheios e verdes de soja, bem como brotos de soja, no entanto, apresentam maiores teores destas duas vitaminas (Panizzi, 1988).

3. Material e Métodos

3.1- Obtenção do Material Experimental

A obtenção do material experimental foi realizada no Campo experimental Água Boa, onde foi cultivada a soja cv. BRSMA tracajá e Laboratório de análise de sementes, ambos pertencentes à Embrapa Roraima (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).

As amostras para análise foram coletadas na câmara fria, onde estavam armazenadas numa temperatura de 15°C para fins de pesquisa e são monitoradas através dos resultados do teor de água.

3.2- Materiais e Equipamentos

Os materiais e equipamentos utilizados foram: Dessecador de vidro; - Saco plástico; -Cápsulas de metal com tampas; - Balança de determinação de umidade (modelo MB200); -Termômetro (200° C); -Balança Analítica (modelo Oertling LA164); -Estufa

(fabricação De Léo e Cia. Ltda.); -Luvas descartáveis; -Pinça (garra); -Colher descartável; -Prato de alumínio; -Grãos de soja



Fotos: Oscar José Smitderle

Balança Infravermelho



Detalhe da localização das sementes de soja

3.3 Procedimento Experimental

3.3.1 Determinação do Teor de Água - Estufa a 105 ± 3 °C (Brasil, 1992).

As determinações foram feitas com grãos de soja inteiros utilizando estufa calibrada a 105 °C, e admitindo-se uma variação de ± 3 °C. Colocou-se 3 (três) cápsulas de metal com as tampas por uma hora em estufa a 130 °C. Após esse período, as cápsulas foram retiradas da estufa e transferidas para dessecador por uma hora, quando retirou-se as cápsulas de metal com as tampas do dessecador, uma a uma, e pesou-se os recipientes e suas tampas. Em seguida tarou-se a balança e então pesou-se 10g de soja inteira. Colocou-se os recipientes com as amostras na estufa a 105 °C e manteve-se durante 24 horas. Ao retirar as amostras da estufa, tampou-se rapidamente os recipientes e colocou-se em dessecador por 15 minutos. Procedeu-se, então, a pesagem dos recipientes com as amostras. A porcentagem de umidade foi determinada pela relação entre o peso da amostra contendo água e o peso da amostra seca.

3.3.2 Determinação do Teor de Água- método reflectância de infravermelho (Ohaus, MB200).

Para a determinação do teor de água pelo método reflectância de infravermelho, na balança de determinação de umidade, utilizou-se grãos de soja inteiros, com 25 repetições de amostras de grãos de soja. Para a realização da análise, uma alíquota da amostra foi aplicada a um pequeno prato de alumínio previamente tarado. Colocou-se o

conjunto, suporte mais 10g da amostra na balança, programando-se a mesma a 160 °C durante 40 minutos. Em seguida incidu-se a radiação sobre a amostra, e a massa final após o processo é novamente registrada. Ao final da análise a balança de determinação mostra em seu visor o valor % do teor de água e sólidos totais. Nas 25 repetições realizadas observou-se diferentes temperaturas e horários (manhã e tarde) na retirada das amostras da câmara fria. No acondicionamento das amostras, na retirada utilizou-se diferentes embalagens (saco de papel, saco plástico e cápsulas de alumínio).

4. Resultados e Discussão

O aquecimento direto da amostra a 105 °C é o processo mais utilizado para a análise de alimentos em geral. Assim sendo, foi realizada a determinação do teor de água das amostras de grãos de soja, primeiramente, por este método. Os resultados obtidos (Tabela 2) indicam que o armazenamento proporcionou condições de boa conservação das propriedades alimentícias dos grãos, conforme descrito em FUNDAÇÃO CARGILL (1986).

Tabela 2. Valores (%) do teor de água obtidos pelo método convencional da estufa a 105 ±3 °C por 24 horas, em grãos de soja armazenados em câmara fria.

Repetições	I	II	III	Média
Teor de água	7,20	7,18	7,25	7,21

A partir destes resultados, experimentou-se um método alternativo, que foi a determinação do teor de água sob reflectância de infravermelho.

Numa fase inicial das determinações no infravermelho, foram utilizadas variações de temperaturas que variaram entre 105 °C, passaram por 110 e até 180 graus, em tempos de 5 a 40 minutos. O que se considerou para este procedimento de elevação de temperatura foi a possibilidade de reduzir para um período mais curto possível, que tivesse equivalência com os resultados obtidos quando determinados na estufa. Ao utilizar a temperatura de 160 °C, obteve-se resultados promissores.

Os valores médios mais aproximados aos obtidos no método padrão, estufa a 105° C, foram obtidos quando se utilizou a temperatura de 160 °C. Na análise de variância dos

resultados médios de teor de água em grãos de soja foram observadas variações de 7,78% (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios de umidade (U), peso (g), temperatura e sólidos nos tempos de exposição ao infravermelho – $CV_{(\text{Experimento})}=7,78\%$, se afrontados ao teste t para valor esperado 'real'.

Tempo de exposição (minutos)	U (%)		Peso (g)	Temperatura (°C)	Sólidos (%)
5	1,7	**	9,8	161,7	98,2
10	3,1	**	9,7	160,3	96,9
15	4,1	**	9,6	161,0	96,0
20	4,9	**	9,5	160,3	95,3
25	4,8	**	9,5	160,7	95,4
30	5,5	**	9,5	160,5	94,8
31	6,0	*	9,4	160,3	94,3
32	6,1	*	9,4	160,3	94,2
33	6,2	*	9,4	161,8	94,2
34	6,3	*	9,4	160,5	94,1
35	6,4	*	9,4	160,0	94,0
36	6,5	n.s.	9,4	161,0	93,9
37	6,5	n.s.	9,4	160,5	93,8
38	6,6	n.s.	9,4	160,3	93,7
39	6,7	n.s.	9,4	160,3	93,7
40	6,7	n.s.	9,4	160,3	93,7

Onde: ** diferença altamente significativa ($p<0,001$); * - diferença significativa ($p<0,05$); n.s. – diferença não significativa

Pelos resultados verificados observa-se que o teor de água em grãos de soja armazenados em câmara fria podem ser medidos não só pelo equipamento tradicional (estufa), mas também pelo método de reflectância de infravermelho, apresentando este a vantagem de maior rapidez, o que é importante para tomada de decisões sobre a conservação dos grãos.

Os valores de teor de água nos grãos de soja (Figura 1) obtidos pelo método de infravermelho são semelhantes aos obtidos na estufa (7,21%), o que confirma a precisão do método a partir de 35 minutos. Pelos resultados obtidos nesta pesquisa, foi constatado que o método utilizado permitiu a obtenção de um número considerável de dados de forma precisa e eficaz, conforme os valores mostrados na Tabela 2.

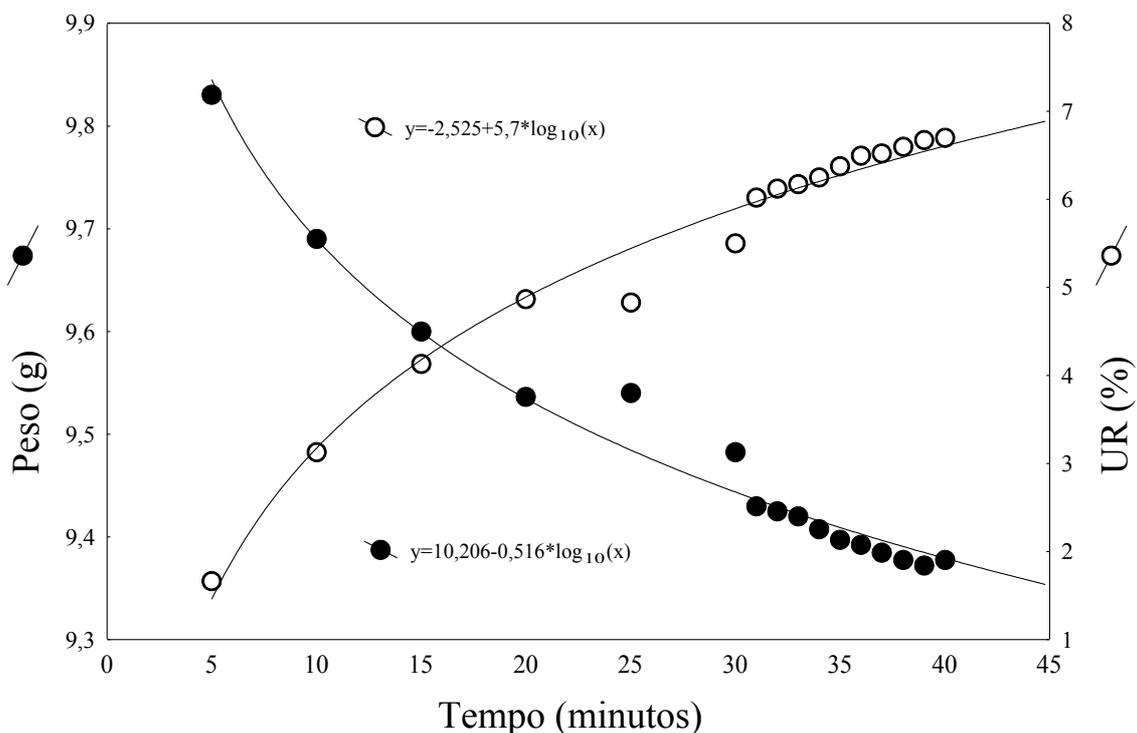


Fig.1. Ajuste do modelo logarítmico para o tempo de exposição ao infravermelho e o peso e umidade dos grãos de soja armazenados em câmara fria. Embrapa Roraima, 2003.

Para os valores de sólidos, igualmente a partir de 35 minutos, obteve-se consistência nos resultados conforme verifica-se no ajuste do modelo logarítmico realizado (Figura 2). Ajustando-se a curva inversa, o valor médio de teor de água é obtido com máxima aderência aos 50 minutos.

Pelas condições observadas em relação às embalagens e horários de retirada de sementes da câmara fria, para determinação do teor de água por reflectância, não houve diferença significativa para os resultados encontrados, quando o processo foi realizado imediatamente após a retirada da amostra da câmara fria.

Dentre os itens mais freqüentemente analisados em alimentos, o teor de água é um importante dado de composição, e em alguns casos é também um indicador da qualidade do produto. Este método, embora exponha as amostras a um aumento de temperatura, o faz por períodos curtos, fato este, que poderia contribuir para a preservação da integridade das mesmas.

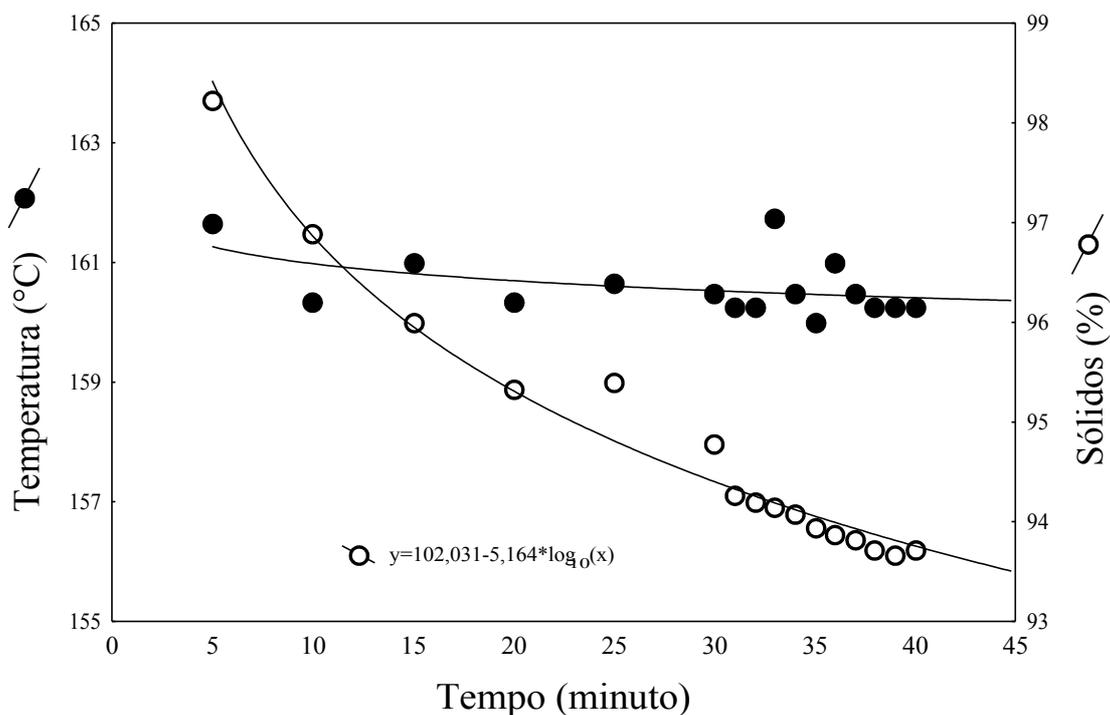


Fig.2. Ajuste do modelo logarítmico para o tempo de exposição ao infra-vermelho e a temperatura e sólidos dos grãos de soja armazenados em câmara fria. Embrapa Roraima, 2003.

5. Conclusões/ Indicações

- 1) Na determinação do teor de água pelo método de reflectância de infravermelho obteve-se valor equivalente aos obtidos com a estufa a partir de 35 minutos com 160 °C de temperatura;
- 2) a determinação do teor de água, pelo método de reflectância de infravermelho nos grãos inteiros, armazenados em câmara fria, pode se tornar um método alternativo ao da estufa, por ser rápido, barato e preciso.

7. Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PESQUISAS, KP. Como a Planta de Soja se Desenvolve. POTAFOS. 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

CARVALHO, N.M. Coordenação de Sementes, Ciência Tecnologia e Produção, Campinas-SP-1988.

EMBRAPA- CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, Sabor da Soja, BORDINGNON, R. J.; PANIZZI, C.M. 1997.

EMBRAPA; CENTRO DE TECNOLOGIA AGRÍCOLA E ALIMENTAR-CTAA. Soja; Novas alternativas em Culinária. 1997b.

FUNDAÇÃO CARGILL. A soja no Brasil Central. 3ª .ed. ver. ampl. n.1. Campinas, 1986. 444 p.

GIANLUPPI, D.; GIANLUPP, V.; SMIDERLE, O.J. Recomendações técnicas para o cultivo da soja nos cerrados de Roraima 1999/2001. Boa Vista, Roraima, 2000. (Embrapa Roraima. Circular Técnica, 2).

GRABE, D. Measurement of seed moisture. In: Seed Moisture. Madison: CSSA Special Publication, 1989. n.14, 115 p.

[http:// www. Vegetarianismo.com.br/soja1.htm](http://www.Vegetarianismo.com.br/soja1.htm) , acessada em Setembro 2001.

<http://www.seednews.inf.br/portugues/seed61/artigocapa61a.shtml>, acessada em outubro 2001.

LUZ, C.; BAUDET, L.; FRANDOLOSO, V.; Determinação do teor de água de sementes de arroz por secagem com microondas. Revista Brasileira de Sementes, v.20, n.1, p.70-74, 1998.

LUZ, M.L. Medidores de umidade. Seednews. 2002, p.22-25, ano 6, n.1.

NOOMHORM, A.; VERMA, L.R. A comparison of microwave, air oven and moisture meters with standard method for rough rice moisture determination. Transactions of the ASAE, St. Joseph. v.25, n.5. 1982.

OHAUS; Balança de Determinação de Umidade, Modelo MB200. Manual do Usuário.

PANIZZI, C.M. Valor nutritivo da soja e potencial de utilização da dieta brasileira, CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA (CNPSo), Londrina-PR- 1988.

Soja. Agriannual 2004: anuário da agricultura brasileira, São Paulo, p. 423-462, 2004.

24 *Determinação do teor de água por reflectância de infravermelho em grãos de soja*

TAMBARA, S.V.B; DALPASQUALE, V.A.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A. O real valor de umidade dos produtos agrícolas. Grãos 2001, p40-42.

www.cnps.embrapa.br, acessada em Setembro 2001.



Roraima

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E
ABASTECIMENTO

