

# Umidade de armazenamento da castanha de caju<sup>1</sup>

## Humidity of storage of the cashew-nuts

Antonio Teixeira Cavalcanti Junior<sup>2</sup> e Adroaldo Guimarães Rossetti<sup>3</sup>

### RESUMO

Castanhas de caju, após colhidas, retêm elevado teor de água. Para serem armazenadas e comercializadas, deve-se reduzir essa umidade para valores próximos ao do equilíbrio higroscópico. Amostras de castanhas secas e úmidas foram armazenadas em condições arejadas e úmidas com o propósito de se determinar a curva de equilíbrio higroscópico. Verificou-se que mais de 70% da umidade das castanhas pode ser explicada pela umidade relativa do ar (URA) e que o teor de água no ponto de equilíbrio assume dois valores distintos ao longo do ano: 11,4% na estação seca e 13,6% na estação chuvosa, com média anual de 12,5%. Pode-se determinar a curva de equilíbrio higroscópico da castanha em função das médias históricas da umidade relativa do ar (URAH), pela equação de regressão  $PEH = -17,63 + 0,37 \text{ URAH}$ .

**Termos para indexação:** castanha, teor de água, equilíbrio higroscópico.

### ABSTRACT

The cashew-nuts, after being harvested, still retain high water content and to be stored and marketed their water content should be reduced to values close to that of the hygroscopic balance. Samples of dried and humid nuts were stored in airy conditions and in humid conditions with the purpose of determining the hygroscopic curve. It was verified that more than 70% of the cashew-nuts humidity can be explained by relative humidity of the air (URA) and that the degree of humidity at the equilibrium points assumes two different values along the year: 11.4% in the dry season and 13.6% in the rainy season, with annual average of 12.5%. Through the regression equation  $PEH = -17.63 + 0.37 \text{ URAH}$ , the hygroscopic curve can be determined as a function of the historical URA averages recorded.

**Index terms:** cashew, water content, hygroscopic curve.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em: 23/04/2003. Aprovado em: 20/09/2004.

Extraído dos projetos de pesquisa da Embrapa Agroindústria Tropical.

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, D.Sc., Pesquisador, Embrapa Agroindústria Tropical. E-mail: teixeira@cnpat.embrapa.br

<sup>3</sup> Matemático, M.Sc., Pesquisador, Embrapa Agroindústria Tropical.

## Introdução

Tradicionalmente, a colheita da castanha de caju é feita por meio de coletas das castanhas maduras caídas no solo, as quais, ao se desprenderem da árvore, ainda contêm de 20% a 22% de umidade (Cavalcanti Junior, 1994). Em geral, o excesso de umidade em sementes armazenadas aumenta a respiração, degrada os lipídios e as proteínas e consome as reservas nutricionais (Bewley e Black, 1982; Popinigis, 1985; Carvalho e Nakagawa, 1988). Para a castanha de caju, somam-se a esses danos a deterioração ocasionada pela ação de enzimas endógenas e o crescimento de fungos e bactérias, que comprometem a qualidade fisiológica e o processamento industrial (Ohler, 1979). Portanto, o controle do teor de água em algumas etapas, que vão da colheita ao beneficiamento da amêndoa da castanha, é de fundamental importância, principalmente quando a castanha é comercializada como semente ou como matéria-prima para o processamento industrial. É nessa etapa que o controle da umidade tem apresentado maiores problemas de ordem prática, pois, além de servir para avaliar a qualidade físico-química, serve como referencial para a redução percentual do peso da castanha, aplicado pelo comprador, ou seja, a quantificação da umidade nessa etapa altera os valores econômicos da relação compra e venda (Da Luz et al., 1993; Campos e Tillmann, 1996).

As normas oficiais não definem um padrão de umidade para comercialização das castanhas como os existentes para a maioria das grandes culturas. No entanto, possuindo a castanha uma estrutura que absorve água do ambiente, a prática sinaliza que um teor de umidade próximo ao do ponto de equilíbrio higroscópico seja o mais indicado para as transações comerciais, pois nem o agricultor nem o usineiro, dentro desse agronegócio, dispõe de armazéns climatizados que possam manter a umidade muito fora desses limites. A umidade da castanha é um fator de conflito entre produtores e industriais. Os agricultores reclamam que seus produtos sofrem um fator de correção de peso, em função da elevada umidade, enquanto os compradores suspeitam que o excesso de umidade no produto seja manobra para burlar o peso final.

Para Esteves (1961), esse ponto de equilíbrio está próximo de 12%, embora nessas condições o pericarpo e o embrião, separadamente, estejam com teores de umidade totalmente diferentes (Soares, 1986; Trevas Filho, 1971).

Dentro dessa problemática, o presente trabalho objetivou traçar a curva de equilíbrio higroscópico de castanhas de caju, acondicionadas e armazenadas nas condições mais praticadas, visando se identificar um valor médio de umidade da castanha que possa servir como padrão para a correção do peso úmido, além de determinar uma equação que possa fornecer os valores do equilíbrio higroscópico, em função de série históricas da umidade relativa do ar para a região.

## Material e Métodos

O presente trabalho foi conduzido no Campo Experimental de Pacajus e no Laboratório de Solo e Água, ambos pertencentes à Embrapa Agroindústria Tropical. Castanhas de cajueiro-anão precoce e de cajueiro comum foram colhidas, simultaneamente, em novembro e dezembro de 1995, totalizando quinhentos quilos, formando uma mistura homogênea, que, em seguida, foi repartida em duas porções, as quais foram postas a secar separadamente, uma à sombra e outra ao sol, sobre telas de arame, por três dias consecutivos. Ao final do terceiro dia, as porções estavam com 14,6% e 9,5% de umidade, respectivamente. De cada porção foram retiradas oito amostras de 30 kg, que foram acondicionadas em sacos de juta e armazenadas a partir de janeiro de 1996. Quatro amostras com 9,5% de umidade e quatro com 14,6% foram armazenadas em um galpão amplo, ventilado, com médias mensais de temperaturas oscilando entre 24°C e 27°C, temperatura ao meio-dia atingindo até 34°C e médias mensais de umidade relativa do ar oscilando entre 60% e 75%. As oito amostras restantes, quatro com 14,6% e quatro com 9,5% de umidade, ficaram em um compartimento menor, denominado de armazém úmido, com poucas aberturas para a ventilação e com médias mensais de temperatura entre 28°C e 32°C, temperatura ao meio-dia elevando-se até 39°C e umidade relativa do ar na faixa de 70% a 78%.

No último dia útil de cada mês, iniciando-se em janeiro de 1996, foi retirado 1,0 kg de castanha de cada amostra dos dois ambientes e destas, quatro subamostras de 100 g, para as determinações de teor de umidade. Essas avaliações estenderam-se até fevereiro de 1997.

O método para a determinação da umidade foi o da estufa a 105°C (Brasil, 1992), modificado para 96 horas de secagem com castanhas inteiras (Cavalcanti Junior, 1994). Os dados obtidos foram

agrupados, e calculadas as médias mensais de grau de umidade das castanhas. Com essas médias foram traçadas as curvas de equilíbrio higroscópico, em seus respectivos ambientes, e determinadas as correlações com a curva da umidade relativa do ar (URA) observada no Campo Experimental de Pacajus, no ano de 1996 (Boletim, 1997). Finalmente, foi formulada a equação de regressão, em função da média da URA, em relação à série histórica (URAH), que é a média mensal da umidade relativa do ar dos últimos 25 anos (1971 a 1996), e que possibilita estimar a nova curva padrão de umidade da castanha.

## Resultados e Discussão

Quando os resultados do teor de água das castanhas, obtidos ao longo do ano de 1996, foram comparados com os valores da umidade relativa do ar (URA) desse mesmo ano (Figura 1), constatou-se que as castanhas apresentavam características higroscópicas, conforme avaliações de Esteves (1961) e Pereira et al. (1962), e que sua umidade se modifica mês a mês, acompanhando a tendência de alta ou baixa da URA. Essa relação pode ser melhor avaliada, quando se verifica que os pontos de equilíbrio higroscópico estão correlacionados com a URA (Tabela 1). Com base nesses coeficientes de correlação demonstram que, em média, 75% da umidade das castanhas pode ser explicada pela variação da URA. Verificou-se, também, que a correlação é mais forte quando calculada a partir do momento em que ocorreu o equilíbrio, em março de 1996. Conseqüentemente, as castanhas, embora com estruturas anatômicas diferentes das demais sementes, tendem a absorver ou a perder água com as variações da URA, significando que o teor de água depende, dentre outros fatores, da umidade e da temperatura do ambiente onde estejam armazenadas, como relatam Harrington (1973) e Delouche e Baskin (1973) para outras culturas.

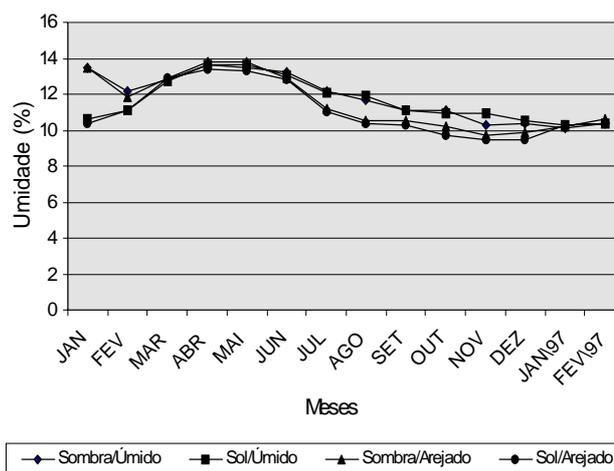


Figura 1 - Teor de umidade das castanhas de caju secas à sombra e ao sol e armazenadas em ambientes úmidos e arejados.

Para as castanhas armazenadas a partir de janeiro, verificaram-se três períodos distintos do teor de umidade: um de ajustamento do equilíbrio higroscópico em função da URA de 1996 e dois em resposta às variações dessa URA. O primeiro ocorreu de janeiro a fevereiro de 1996, quando as castanhas entraram em equilíbrio higroscópico. As que foram secas ao sol, por terem inicialmente baixo teor de água (9,50%), ganharam água do ambiente, tanto no armazém arejado como no úmido, ao passo que as com alta umidade (14,60%) perderam água, sinalizando que, para aquele período, o equilíbrio estava acima de 9,50% e abaixo de 14,60% de umidade (Figura 1). O segundo período ocorreu entre março e junho de 1996. Nesse período, em que historicamente a URA é alta, acima de 80% (Boletim, 1997), a umidade das castanhas atingiu valores mais elevados, com média de 12,66%. No terceiro período, que foi de julho a dezembro de 1996, as castanhas voltaram a perder água para os ambientes de armazenamento e a média de umidade foi de 10,35%. Aquelas que estavam armazenadas em ambiente mais arejado perderam água mais rapidamente

Tabela 1 - Coeficientes de correlação entre umidade relativa do ar (URA) e da umidade relativa do ar histórica-URAH (1972-1996) com o teor de água das castanhas, avaliados a partir do mês em que se deu o equilíbrio higroscópico. Pacajus, CE, 1997.

Umidade	Armazém úmido			Armazém arejado			Média geral
	CS* à sombra	CS ao sol	Média	CS à sombra	CS ao sol	Média	
URA/96	0,69	0,70	0,69	0,78	0,78	0,78	0,75
URAH	0,95	0,95	0,95	0,97	0,97	0,97	0,97

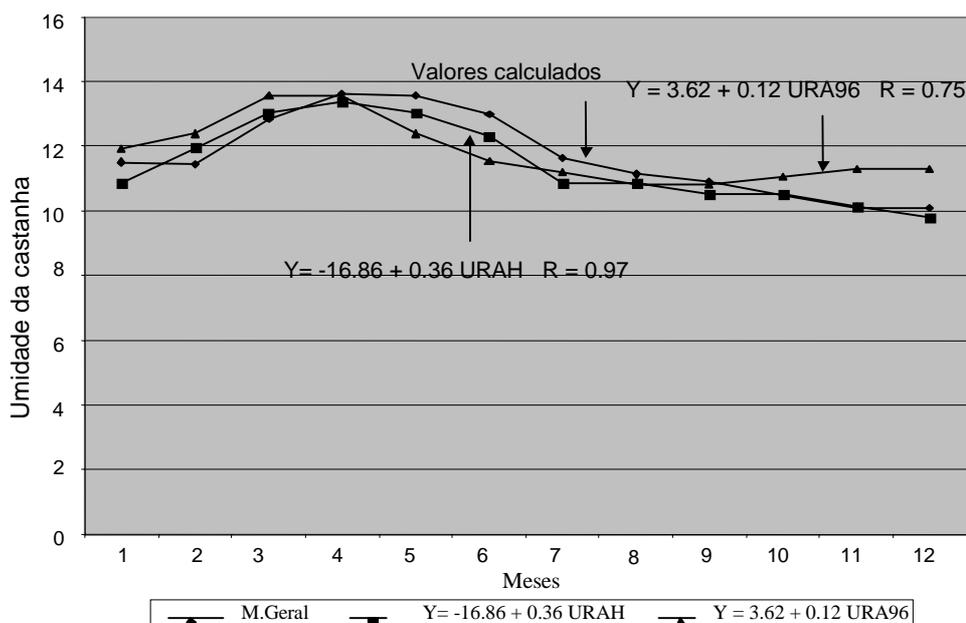
\* CS = Castanha seca.

(Figura 1). As castanhas armazenadas em ambiente mais úmido permaneceram até dezembro com maior umidade em relação às armazenadas em ambiente arejado, pois em condições úmidas, a dissipação da umidade no armazém é retardada e a perda de água das castanhas é mais lenta.

O retardamento da colheita nesse terceiro período, deixando-se as castanhas no campo por mais tempo, após a maturação fisiológica e o desprendimento da árvore, expostas às altas temperaturas e aos fortes ventos predominantes na estação seca da região, permite a obtenção de castanhas com teor de água bem mais baixo, pois o equilíbrio se ajustará a esse novo ambiente denominado de armazenamento no campo. Entretanto, os riscos de se colher um produto de baixa qualidade sanitária e fisiológica aumentam com a possibilidade de ocorrência de chuvas e orvalho (Delouche, 1980; Popinigis, 1985; Carvalho e Nakagawa, 1988). Mesmo se colhidas com boa qualidade, a manutenção nesses baixos níveis de umidade ficará na dependência de armazéns climatizados. Em geral, o grau médio de umidade das castanhas, entre março de 1996, mês em que as castanhas entraram em equilíbrio higroscópico, e fevereiro de 1997, ficou em 11,50%, um pouco abaixo dos 12% sugerido por Esteves (1961), como ponto de equilíbrio hídrico. Era de se esperar que o ponto de equilíbrio fosse baixo, pois as castanhas são ricas em gorduras (Maia et al., 1971; Andrade, 1984) e as sementes oleagino-

sas têm ponto de equilíbrio higroscópico relativamente mais baixo que as amiláceas (Ahrens e Peske, 1993); entretanto, o pericarpo da castanha chega a constituir 69% do peso do fruto e contém grande número de espaços vazios (Pereira et al., 1962), podendo, assim, exercer forte influência nesse equilíbrio.

Para uma previsão do equilíbrio higroscópico ao longo do ano deve-se traçar uma curva em função da URA. Como a URA modifica-se mês a mês e pode variar, significativamente, de um ano para outro, o teor de água das castanhas armazenadas, também, oscila procurando novo equilíbrio. Logo, para não se calcular uma curva de equilíbrio a cada ano, uma informação mais confiável poderá ser dada em função de uma média histórica da URA, que são médias de séries de 25 anos de observações, portanto, amostras com maior precisão, e que também teve forte correlação ( $R = 0,97$ ) com os pontos de equilíbrio higroscópico das castanhas (Tabela 1). Para tanto, basta expressar esses valores pela equação de regressão  $PEH = -16,86 + 0,36URAH$ , onde PEH será os novos pontos da curva de equilíbrio higroscópico (Figura 2). Em razão desses novos valores e do comportamento da média histórica da URA, pode-se anunciar o ponto de equilíbrio higroscópico das castanhas em duas médias distintas, uma de fevereiro a junho, com valor de 12,73% de umidade, e outra de julho a janeiro, com média de 10,50%, ou uma média geral de 11,43% (Tabela 2), as quais servirão como valores de referência nas transações comerciais.



**Figura 2** - Curvas do equilíbrio higroscópico da castanha de caju, em função da URA/96 ( $Y = 3,62 + 0,12 URA/96$ ), URAH ( $Y = -16,86 + 0,36 URAH$ ) e das médias calculadas com castanhas armazenadas.

**Tabela 2** - Valores do teor de água das castanhas de caju no ponto de equilíbrio higroscópico, em função das médias históricas da URA. Pacajus, CE, 1997.

Mês	URAH(%) (1972 - 1996)	Equilíbrio Higroscópico(%)	
		URAH*	URA/96**
Jan.	77	10,86	11,90
Fev.	80	11,94	12,38
Mar.	83	13,02	13,58
Abr.	84	13,38	13,58
Mai	83	13,02	12,38
Jun.	81	12,30	11,54
Jul.	77	10,86	11,18
Ago.	77	10,86	10,82
Set.	76	10,50	10,82
Out.	76	10,50	11,06
Nov.	75	10,14	11,30
Dez.	74	9,78	11,30
Média geral		11,431	1,82

(\*) PEH =  $-16,83 + 0,36 \text{ URAH}$  ;      (\*\*) PE =  $3,62 + 0,12 \text{ URA/96}$ .

## Conclusões

1. A castanha de caju é higroscópica, portanto seu teor de água depende da umidade relativa do ar (URA) do ambiente onde esteja armazenada.
2. Nas condições de duas estações climáticas do Nordeste, chuvosa e seca, as castanhas armazenadas apresentam duas médias distintas de equilíbrio higroscópico em função da média histórica da URA: uma de 12,73% de umidade para a estação chuvosa e outra de 10,50% para a estação seca, com uma média anual de 11,43%.
3. As castanhas devem ser armazenadas com grau de umidade entre 10,50% a 12,70%, que compreende sua faixa de equilíbrio higroscópico.
4. Na comercialização das castanhas, a correção do peso úmido deve ser feita em função de dois valores médios calculados pela equação  $PEH = -16,83 + 0,36 \text{ URAH}$ : 12,71%, de fevereiro a julho e 10,49%, de agosto a janeiro.

## Referências Bibliográficas

- AHRENS, D. C.; PESKE, S. T. Influência da umidade ambiental sobre o teor de água e a qualidade fisiológica da semente de soja. **Informativo ABRATES**, Brasília, v.3, n. 4, set., 1993.
- ANDRADE, J. de S. **Aspecto da industrialização da castanha de caju (*Anacardium occidentale L.*)**. 1984. 149f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seed in relation to germination**. New York: Springer - Verlag, 1982. v.2, 374p.
- BOLETIM AGROMETEOROLÓGICO. Estação de Pacajus, CE. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT; FUNCEME, v. 1 n.1, 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD, 1992.
- CAMPOS, V. C.; TILLMANN, M. A. A. Comparação entre os métodos oficiais de estufa para determinação do grau de umidade de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n.1, p.134-137, 1996.
- CAVALCANTI JUNIOR, A. T. **Morfo-fisiologia da germinação e estabelecimento da plântula do cajueiro-anão-precoce**. 1994. 84p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes, ciência, tecnologia e produção**. 3. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.
- DA LUZ, C.; BAUDET, L. E.; TROGER, F. Comparação de métodos diretos para determinação do teor de água de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 15, n. 2, p.157-163, 1993.
- DELOUCHE, J. C. Environmental effects of seed development and seed quality. **HortScience**, Alexandria, v.15, n. 6, p.775-780, 1980.
- DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability

of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.2, p.427-452, 1973.

ESTEVES, A. B. Avaliação do teor de umidade da castanha de caju. **Estudos Agronômicos**, Lisboa, v.2, n.2, p.59-65, 1961.

HARRINGTON, J. F. Packaging seed for storage and shipment. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.3, p.701-709, 1973.

MAIA, G. A. ; HOLANDA, L. F. F. de; MARTINS, C. B. Características químicas e físicas da castanha do caju. *Anacardium occidentale* L. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 7, n.1, p.39-46, jul. 1977.

OHLEER, J. G. **Cashew**. Amsterdam: Koninklijk Institut

Voor de Tropen, 1979. p.260. (Communication, 71).

PEREIRA JUNIOR, A.; BORRALHO, G. J.; PEREIRA, M. M. Composição química da castanha de caju. 1. Subsídio para o estudo do pericarpo de *Anacardium occidentale* L. **Estudos Agronômicos**, Lisboa, v. 3. n 3, p.95-106, 1962.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 285p.

SOARES, J. B. **O caju**: aspectos tecnológicos. Fortaleza: BNB, 1986. 25p. (Monografia, 24).

TREVAS FILHO, V. **Tecnologia dos produtos do pedúnculo do caju**. Fortaleza, 1971. 101p. (mimeografado).