

Estudo da cinética de secagem de folhas de *Bauhinia Cheilantha* (Bong.) Steud. (mororó)

Estudio de la cinética de secado las hojas de *Bauhinia Cheilantha* (Bong.) Steud. (mororó)

Study of the drying kinetics of leaves *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud . (mororó)

Ing. Jorge Jacó Alves Martins, Ing. Francinalva Cordeiro de Sousa, Prof. Ana Paula Trindade Rocha, Ing. Joabis Nobre Martins, Prof. Josivanda Palmeira Gomes

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Campina Grande. Paraíba, Brasil.

RESUMO

Introdução: *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud. é uma espécie nativa da América do Sul, pertencente à família Fabaceae, cujo nome popular é mororó, e tem sido utilizada na medicina popular para o tratamento de diabetes, anti-inflamatória, distúrbio digestivo, reumatismo, sedativa.

Objetivo: determinar, experimentalmente, as curvas de secagem para folhas de mororó e ajustar diferentes modelos matemáticos aos dados experimentais, em função da temperatura e da velocidade do ar de secagem.

Métodos: o teor de água inicial das folhas foi determinado pelo método padrão da estufa, 105 ± 3 °C, durante 24 h, com três repetições. Para cada tratamento de secagem foram utilizados em torno de 150g de folhas por repetição. Para o ajuste dos modelos matemáticos aos dados experimentais, realizou-se análise de regressão não linear, pelo método Quasi-Newton, através do programa computacional Statistica 5.0®, em que os valores dos parâmetros dos modelos foram estimados em função da temperatura e da vazão do ar de secagem.

Resultados: O modelo que melhor representou o processo de secagem do mororó para a faixa de temperatura de 40 a 60 °C foi o de Midilli.

Conclusão: Os resultados mostraram que com o acréscimo da temperatura promoveu uma maior redução no tempo de secagem.

Palavras-chave: plantas medicinais, *Bauhinia cheilantha*, modelagem.

RESUMEN

Introducción: *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud es una especie nativa de América del Sur, perteneciente a la familia Fabaceae, cuyo nombre popular es mororó. Se ha utilizado en la medicina popular para tratar la diabetes, anti-inflamatorio, trastorno digestivo, reumatismo y sedante.

Objetivo: determinar em experimento las curvas de secado para las hojas de mororó y ajustar diferentes modelos matemáticos a los datos experimentales, de acuerdo con la temperatura de secado y la velocidad del aire.

Métodos: el contenido inicial de agua de las hojas se determinó por el horno estándar, $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3$ durante 24 h con tres repeticiones. Para cada tratamiento de secado se utilizaron alrededor de 150 g de hojas por repetición. Para ajustar el modelo matemático a los datos experimentales, no había análisis de regresión no lineal. El método cuasi-Newton, por el software Statística 5.0® en los valores de los parámetros del modelo se estimaron de acuerdo con la temperatura y el caudal aire de secado.

Resultados: el modelo que mejor representa el proceso de secado de mororó para el rango de temperatura de 40-60 °C fue Midilli.

Conclusión: los resultados mostraron que con el aumento de la temperatura promueve una mayor reducción en el tiempo de secado.

Palabras clave: Plantas medicinales, *Bauhinia cheilantha*, modelado.

ABSTRACT

Introduction: *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud is a native species of South America, belonging to the fabaceae family, whose popular name is mororó, and has been used in folk medicine to treat diabetes, anti-inflammatory, digestive disorder, rheumatism, sedative

Objective: to determinate the drying curves for mororó sheets and adjust different mathematical models to experimental data, according to the drying temperature and air velocity.

Methods: The initial water content of the leaves was determined by standard oven at $105 \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 24 hours, with three replicates. For each treatment were used in drying about 150g per replicate leaves. To adjust the mathematical models to experimental analysis was carried out non-linear regression by the method Quasi-Newton, through software Statística 5.0®, wherein the values of parameters were estimated from the temperature and flow air drying.

Results: The model that best represented the drying process of mororó for the temperature range 40-60 °C was the Midilli.

Conclusions: The results showed that with the addition of Temperature promoted a greater reduction in drying time.

Key words: medicinal plants, *Bauhinia cheilantha*, modeling.

INTRODUÇÃO

A crescente procura por plantas medicinais, aromáticas e condimentares em diversos países é derivado da tendência dos consumidores em utilizarem, preferencialmente, produtos farmacêuticos ou alimentícios de origem animal.¹ O Brasil possui a maior diversidade genética vegetal do mundo, com cerca de 55.000 espécies catalogadas de um total estimado entre 350.000 e 550.000.²

Entre as inúmeras espécies vegetais de interesse medicinal, encontram-se as plantas do gênero *Bauhinia*, pertencente à família Leguminosae ou Fabaceae, o qual compreende aproximadamente 300 espécies, sendo que no Brasil já foram catalogadas aproximadamente 250 espécies nativa.³

A *Bauhinia* é uma espécie nativa da América do Sul, com distribuição na Argentina, Paraguai, Uruguai, Bolívia e Brasil. No Brasil essa distribuição ocorre nos Estados de Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Santa Catarina e São Paulo.⁴

É uma planta amplamente utilizada na medicina popular, da qual seu extrato aquoso está sendo bastante estudado por pesquisadores para diversos fins fitoterápicos. Vários estudos têm sido realizados no Brasil, porém o mais pesquisado é no controle da diabetes mellitus. Utilizada popularmente como hipoglicemiante.⁵⁻⁷ Esta planta vem despertando um grande interesse científico uma vez que estudos fitoquímicos em suas folhas possibilitaram a identificação de um marcador químico, denominado kaempferitrina, o que contribui para explicar a ação hipoglicemiante agregada a esta espécie vegetal.^{5,8-10}

Bauhinia cheilantha (Bong.) Steud., é uma leguminosa típica da Caatinga, principal ecossistema existente no semiárido brasileiro. Estima-se que cerca de 40% da área desse ecossistema nunca tenha sido coletada e 80% dela subamostrada.¹¹

A espécie *B. cheilantha* possui grande relevância econômica e etnofarmacológica no semiárido brasileiro, sendo sua parte aérea amplamente empregada nas práticas caseiras da medicina popular para o tratamento de diabetes, além de possuir aplicação madeireira, forrageira e como combustível.^{12,13} É uma espécie cuja importância nas comunidades rurais é bastante expressiva, sendo usada na produção de remédios tradicionais com ação antiinflamatória, antidiabética, para distúrbios digestivos, reumatismo e sedativa.^{14,15} São atribuídas as suas folhas ação antiinflamatória, antidiabética, sedativa, antiparasitária, digestiva e expectorante, sendo comprovada cientificamente sua atividade antioxidante, antinociceptiva e hipoglicemiante.¹⁶

Nas espécies medicinais uma das operações unitárias mais frequentes na produção de extratos vegetais é a secagem, ela deve ser realizada imediatamente após a colheita do material minimizando com isso as perdas de substâncias farmacológicas ativas que ocorrem devido à degradação enzimática associada à presença de água.¹⁷ Nesta fase, o processo de secagem é mais utilizado para assegurar a qualidade e a estabilidade do material, considerando que a redução do teor de água reduz a atividade biológica e as mudanças químicas e físicas que ocorrem durante o armazenamento.¹⁸

Na secagem de plantas medicinais, os limites da temperatura do ar de secagem são determinados em função da sensibilidade dos princípios ativos da planta medicinal.¹⁹ Outro fator de extrema importância na qualidade química de plantas medicinais submetidas à secagem é a velocidade do ar no processo. Uma vez aumentada à taxa de insuflação do ar através do produto submetido à secagem,

ocorre aumento da quantidade de água removida, ocasionando diminuição do tempo de secagem.

A cinética de secagem é de fundamental importância para a modelagem matemática da operação e projeto de secadores. É através deste estudo que se estabelecem as equações da umidade em função do tempo de secagem para os diferentes períodos e taxas de secagem, possibilitando também a determinação do mecanismo predominante na transferência de massa do material para o fluido e as respectivas equações matemáticas correspondentes.²⁰

As curvas de secagem, em camada delgada, variam com a espécie, variedade, condições ambientais, métodos de preparo pós-colheita, entre outros fatores. Neste sentido, diversos modelos matemáticos têm sido utilizados para descrever o processo de secagem de produtos agrícolas.²¹ Esses modelos, geralmente, baseiam-se em variáveis externas ao produto, como a temperatura e a umidade relativa do ar de secagem.

Assim, objetivou-se com o presente trabalho determinar, experimentalmente, as curvas de secagem para folhas de *B. cheilantha* e ajustar diferentes modelos matemáticos aos dados experimentais, em função da temperatura e da velocidade do ar de secagem.

MÉTODOS

Foram utilizadas para a realização da cinética de secagem folhas de *B. cheilantha* (mororó) da família das leguminosas, provenientes da cidade de Campina Grande. As folhas de mororó foram coletadas manualmente pela manhã no horário das 7:30 as 8 h, no período de março a abril de 2011, apresentando teor de água em torno de 69% em base úmida (b.u.). O material foi encaminhado ao Laboratório de Química e Biomassa (LBQ) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) para seleção, determinação do teor de água e secagem em estufa com circulação e renovação de ar. As exsiccatas do material botânico foram depositadas no Herbário do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande – Campus de Patos (Patos, PB, Brasil) sob nº 5047.

Após a colheita, antes do processo de secagem, o material foi transportado ao laboratório em sacos de polietileno, onde foram selecionadas para a retirada de partes danificadas. Depois do processo de seleção as mesmas tiveram suas extremidades inferiores e superiores cortadas manualmente, havendo o cuidado de trabalhar somente com a parte central. As plantas foram cortadas de maneira transversal em pedaços de no máximo 2 cm de espessura. Após esta etapa as plantas foram homogeneizadas e colocadas em uma cesta de material metálico, em tela de arame de malha fina.

O teor de água inicial do produto foi determinado pelo método gravimétrico, utilizando-se estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 h, até peso constante, em três repetições de acordo com Normas analíticas do Instituto *Adolfo Lutz*.²²

Após a homogeneização do material, o conjunto (cesta + amostra) foi pesado em balança semi-analítica e colocada na estufa (câmara de secagem), procedendo ao início da operação. Após o equipamento ter sido ligado, foi determinada a velocidade do ar, através de um anemômetro colocado na lateral da estufa, bem como o ajuste das temperaturas a serem trabalhadas.

A secagem foi realizada em camada delgada em estufa com circulação de ar com temperatura e velocidade do ar controlada (40, 50 e 60 °C e 0,5, 1,0 e 1,5 m/s⁻¹) e a umidade relativa do ar monitorada através de um termo-higrômetro. O teor de água perdido durante o processo de secagem foi obtido por pesagens descontínuas das amostras e o esquema das pesagens seguiu intervalos de 5, 10, 20, 30 e 60 min, até o final do processo. As pesagens foram realizadas até que as variações de massa fossem insignificantes.

Definiu-se a temperatura e a velocidade do ar como variáveis do processo de secagem, estudando-as em 3 níveis, codificados como -1, 0 e +1; os valores reais correspondentes a esses níveis, foram 40 °C (-1), 50 °C (0) e 60 °C (+1) para a temperatura e 0,5 m.s⁻¹ (-1), 1,0 m.s⁻¹ (0) e 1,5 m.s⁻¹ (+1) para a velocidade. O número de experimentos foi 2ⁿ (n é o número de variáveis) com três repetições no ponto central. Na tabela 1, encontram-se os valores reais e codificados para o planejamento fatorial.

Tabela 1. Variáveis independentes e seus níveis para o planejamento experimental

Variáveis Independentes	Níveis reais e codificados		
	-1	0	+1
Temperatura (°C)	40	50	60
Velocidade do ar (m.s ⁻¹)	0,5	1,0	1,5

Para determinação da razão de teor de água das folhas de mororó para as diferentes condições de secagem foi utilizada a seguinte **equação**:

$$RX = \frac{X_{bs} - X_e}{X_{bs\ inicial} - X_e}$$

Onde:

RX: razão de umidade (adimensional).

X_e: teor de água de equilíbrio em base seca.

X_{bs}: teor de água em base seca.

X_{bs} (inicial): Umidade inicial em base seca.

Os valores de RX observados para cada temperatura do ar de secagem foram analisados por sete diferentes equações empíricas e semiempíricas de regressão não linear, conforme a tabela 2.

Tabela 2. Modelos matemáticos de regressão não linear, avaliados para prever o fenômeno de secagem de folhas mororó

Designação do modelo	Equação	Designação
Cavalcanti Mata	$RU = a1 \cdot \exp((a2 \cdot (t^{a3})) + a4 \cdot \exp(a2 \cdot (t^{a5}))) + a6$	2
Henderson e Pábis	$RU = a \cdot \exp(-k \cdot t)$	3
Logarítmico	$RU = a \cdot \exp(-k \cdot t) + c$	4
Midilli	$RU = a \cdot \exp(-k \cdot t^n) + b \cdot t$	5
Newton	$RU = \exp(-k \cdot t)$	6
Page	$RU = \exp(-k \cdot t^n)$	7
Wang e Sing	$RU = 1 + a \cdot t + b \cdot t^2$	8

t: tempo de secagem (min).
 k: constantes de secagem.
 a, b, c, n: coeficientes dos modelos.

Para o ajuste dos modelos matemáticos (tabela 2) (Equação 2,3,4,5,6,7,8) aos dados experimentais, realizou-se análise de regressão não linear, pelo método Quase-Newton, empregando-se o programa computacional Statistica 5.0®. Os critérios usados para determinação do melhor ajuste dos modelos aos dados experimentais foram: coeficiente de determinação (R²) e desvio quadrático médio (DQM), calculado pela equação 9.

$$RU = a1 \cdot \exp((a2 \cdot (t^{a3})) + a4 \cdot \exp(a2 \cdot (t^{a5}))) + a6$$

$$RU = a \cdot \exp(-k \cdot t)$$

$$RU = a \cdot \exp(-k \cdot t) + c$$

$$RU = a \cdot \exp(-k \cdot t^n) + b \cdot t$$

$$RU = \exp(-k \cdot t)$$

$$RU = \exp(-k \cdot t^n)$$

$$RU = 1 + a \cdot t + b \cdot t^2$$

$$DQM = \sqrt{\frac{\sum(RX_{exp} - RX_{pre})^2}{N}}$$

RESULTADOS

Na tabela 3 está apresentado o resumo do ajuste dos modelos por meio de regressão não linear aos dados experimentais da secagem de folhas de *B. cheilantha* em camada delgada, considerando as diferentes temperaturas e velocidade do ar de secagem.

Tabela 3. Valores de R^2 e desvio quadrático médio, calculados para verificação do ajuste dos modelos matemáticos aos valores experimentais

Modelos	Temperaturas (°C)	Velocidade do ar (m.s ⁻¹)	R ²	DQM
	40	0,5	0,9979	0,0000
	40	1,5	0,9981	0,0000
	50	1,0	0,9996	0,0000
Cavalcanti Mata	50	1,0	0,9990	0,0000
	50	1,0	0,9987	0,0000
	60	0,5	0,9988	0,0000
	60	1,5	0,9991	0,0000
	40	0,5	0,9784	0,0021
	40	1,5	0,9848	0,0020
	50	1,0	0,9928	0,0019
Henderson e Pabis	50	1,0	0,9891	0,0016
	50	1,0	0,9903	0,0014
	60	0,5	0,9849	0,0022
	60	1,5	0,9856	0,0021
	40	0,5	0,9904	0,0000
	40	1,5	0,9905	0,0000
	50	1,0	0,9969	0,0002
Logarítmico	50	1,0	0,9957	0,0000
	50	1,0	0,9959	0,0000
	60	0,5	0,9857	0,0000
	60	1,5	0,9953	0,0000
	40	0,5	0,9991	0,0002
	40	1,5	0,9994	0,0000
	50	1,0	0,9996	0,0000
Midilli	50	1,0	0,9993	0,0000
	50	1,0	0,9989	0,0000
	60	0,5	0,9991	0,0000
	60	1,5	0,9991	0,0000
	40	0,5	0,9798	0,0016
	40	1,5	0,9723	0,0016
	50	1,0	0,9798	0,0017

Newton	50	1,0	0,9786	0,0017
	50	1,0	0,9786	0,0017
	60	0,5	0,9757	0,0020
	60	1,5	0,9759	0,0020
	40	0,5	0,9976	0,0022
	40	1,5	0,9977	0,0021
	50	1,0	0,9982	0,0019
Page	50	1,0	0,9981	0,0020
	50	1,0	0,9959	0,0029
	60	0,5	0,9973	0,0022
	60	1,5	0,9977	0,0020
	40	0,5	0,9955	0,0015
	40	1,5	0,9955	0,0015
	50	1,0	0,9972	0,0016
Wang e Sing	50	1,0	0,9961	0,0020
	50	1,0	0,9977	0,0003
	60	0,5	0,9958	0,0017
	60	1,5	0,9953	0,0022

Em todos os tratamentos os modelos matemáticos ajustados aos dados experimentais, apresentaram coeficientes de determinação (R^2) superiores a 0,95 e valores de DQM inferiores a 0,01 (tabela 3). Em relação ao coeficiente de determinação (R^2) as equações de *Midilli*,²³ *Cavalcanti Mata*,²⁴ *Logarítmico*,²⁵ *Page*²⁶ e *Wang e Sing*²⁷ apresentaram valores elevados para todos os tratamentos, estando acima de 99 %.

Para melhor análise do modelo ajustado aos dados experimentais, a figura foi elaborada, comparando os valores observados e estimados da razão de teor de água pelo modelo de *Midilli*²³ durante a secagem das folhas de mororó nas temperaturas entre 40 e 60°C, em que se verifica que os dados encontram-se próximos da curva que passa pela origem dos pontos, que teoricamente representa a igualdade entre os valores observados e estimados.

Na figura estão apresentadas as curvas de secagem das folhas de mororó obtidas sob diferentes condições de temperatura (40, 50 e 60°C) e velocidade do ar de secagem entre 0,5 a 1,5 m.s⁻¹, conforme matriz experimental apresentada na tabela 1.

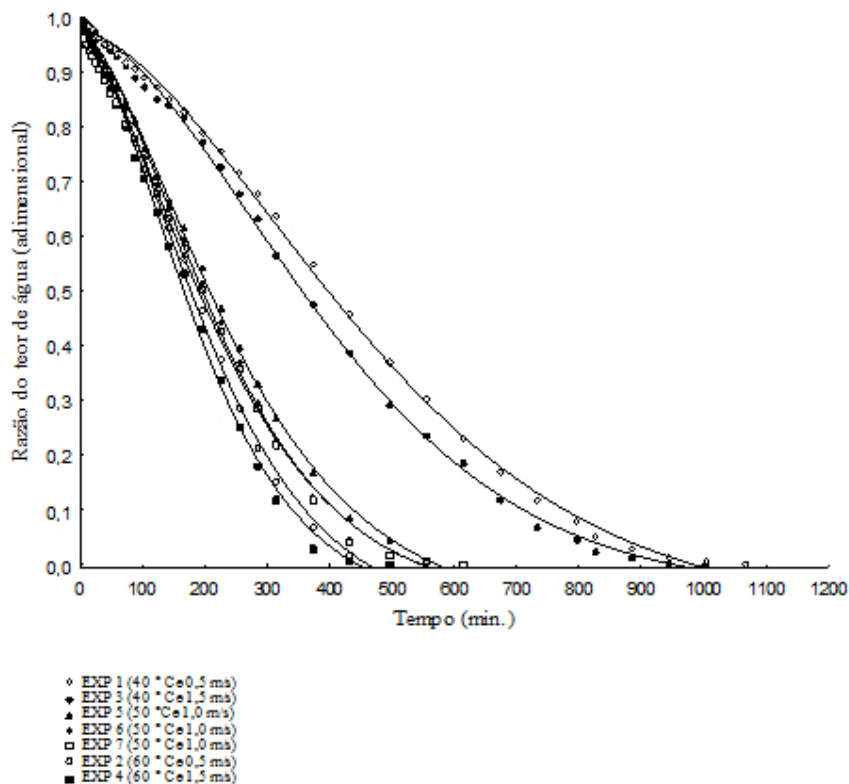


Fig. Modelo de Midilli ajustado aos dados experimentais da secagem de folhas de mororó.

Como previsto, o tempo de secagem decresce com o aumento da temperatura do ar. Para a faixa de velocidade do ar de secagem estudada (0,5 a 1,5 m.s⁻¹) os resultados mostram que esta teve um pequeno efeito significativo sobre o processo, apenas quando se trabalhou com a velocidade de 1,5 m.s⁻¹, contribuindo para que a secagem ocorresse de forma mais rápida nesta condição. Para as curvas referentes ao ponto central (50 °C) da matriz experimental, observa-se uma não superposição das mesmas, devido ao fato de que as amostras foram secas em dias alternados e que variáveis como umidade relativa do ambiente e teor de água inicial das mesmas são incontrolláveis.

DISCUSSÃO

De acordo com os resultados apresentados acima, e conforme os coeficientes de determinação ajustados e os desvios quadráticos médios estimados, a equação de *Midilli*,²³ foi a que melhor representou aos dados experimentais para descrever o processo de secagem de folhas de mororó para a faixa de temperatura (40 a 60 °C) e velocidade estudada (0,5 a 1,5 m.s⁻¹). Porém vale ressaltar que todas as equações estudadas podem ser utilizadas para prever a cinética de secagem das folhas de mororó, por apresentar coeficiente de determinação superior a 0,95.

Os tempos médios necessários para completar o processo de secagem foram 1095, 615 e 495 minutos para as temperaturas de 40, 50 e 60 °C, respectivamente. Comportamento similar foi observado por Martinazzo,¹ com tempos médios de

secagem de 4, 7, 20 e 75 h para as temperaturas de 60, 50, 40 e 30 °C avaliando as características da secagem de folhas de capim – limão e *Randunz*¹⁹ encontraram para a avaliação da cinética de secagem de folhas de sálvia tempos médios de secagem de 780, 495, 255, 190, 80 e 60 min para as temperaturas 40, 50, 60, 70, 80 e 90 °C.

Os resultados encontrados estão de acordo com os obtidos por *Randunz*²⁸ que estudando a cinética de secagem da carqueja, observaram que o modelo matemático de *Midilli*²⁴ foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais para a faixa de temperatura de 40 a 90 °C. Já para a secagem de folhas de sálvia *Randunz*¹⁹ observaram que o modelo de *Henderson & Pabis*²⁹ modificado e o de *Midilli*. Se mostraram adequados para descrever o processo de secagem para a faixa de temperatura de 40 a 90 °C.

*Martinazzo*¹ que avaliaram as características da secagem de folhas de capim-limão em camada delgada para a faixa de temperatura de 30 a 60 °C, concluíram que o modelo de *Midilli*²⁴ foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais, apresentando o maior coeficiente de determinação.

Portanto de acordo com *Randunz*¹⁹ o ajuste do modelo matemático depende da espécie vegetal, devendo ser realizados estudos individuais para as diversas espécies de plantas medicinais, aromáticas e condimentares existentes.

Nas condições em que a pesquisa foi realizada pode-se concluir que a cinética de secagem das folhas de *B. cheilantha* decresce com o acréscimo da temperatura do ar e que o modelo de *Midilli*²³ se mostrou adequado para descrever o processo de secagem das folhas de mororó para a faixa de temperatura de 40 a 60 °C.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Martinazzo AP, Corrêa PC, Resende O, Melo EC. Análise e descrição matemática da cinética de secagem de folhas de capim-limão. Rev Bras Eng Agríc Ambiental. 2007; 11(3): 301-06.
2. Rodrigues W, Nogueira JM. Competitividade da Cadeia Produtiva de Plantas Medicinas no Brasil: uma perspectiva a partir do comércio exterior. Informe Gepec. 2008; 2(2): 91-105.
3. Engel LC, Ferreira RA, Cechinel-Filho V, Meire-Silva C. Controle de qualidade de drogas vegetais a base de *Bauhinia forficata* Link (Fabaceae). Rev Bras Farmacogn. 2008; 18(2): 258-64.
4. Vaz AMSF, Tozzi AMGA. Sinopse de *Bauhinia* sect. *Pauletia* (Cav.) D.C. (Leguminosae: Caesalpinoideae: Cercideae) no Brasil. Rev Bras Bot. 2005; 28(3): 477-91.
5. Menezes FS, Mintto ABM, Ruelas HS, Kuster M, Sheridan H, Frankish N, et al. Hypoglycemic activity of two Brazilian *Bauhinia* species: *Bauhinia forficata* L. and *Bauhinia monandra* Kurz. Rev Bras Farmacogn. 2007; 17(1): 08-13.
6. Silva MIG, Gondim APS, Nunes IFS, Sousa FCF. Utilização de fitoterápicos nas unidades básicas de atenção à saúde da família no município de Maracanaú (CE). Rev Bras Farmacogn. 2006; 16(4): 455-62.

7. Agra MF, França PF, Barbosa-Filho JM. Synopsis of the plants known as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil. *Rev Bras Farmacogn.* 2007; 17(1): 114-40.
8. Cunha AM, Menon S, Menon R, Couto AG, Burger C, Biavantti MW, et al. Hypoglycemic activity of dried extracts of *Bauhinia forficata* Link. *Phytomedicine.* 2010; 17(1): 37-41.
9. Pepato MT, Baviera AM, Vendramini RC, Brunetti IL. Evaluation of toxicity after one-months treatment with *Bauhinia forficata* decoction in streptozotocin-induced diabetic rats. *BMC Complement Altern Med.* 2004; 4(8): 1-7.
10. Souza E, Zanatta L, Seifriz I, Creczynski-Pasa TB, Pizzolatti MG, Szpoganicz B, et al. Hypoglycemic Effect and Antioxidant Potential of Kaempferol-3,7- *O*-(*r*)-dirhamnoside from *Bauhinia forficata* Leaves. *J Nat Prod.* 2004; 67(5): 829-32.
11. Tabarelli M, Silva AV. Conhecimento sobre plantas lenhosas da Caatinga: lacunas geográficas e ecológicas. In: SILVA JMC, TABARELLI M, FONECA MT. 8A. (Org.). Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente e Universidade Federal de Pernambuco. 2004; 101-12.
12. Barbosa-Filho JM, Vasconcelos THC, Alencar AA, Batista LM, Oliveira RAG, Guedes DN, et al. Modesto-Filho, J. Plants and their active constituents from South, Central, and North America with hypoglycemic activity. *Rev Bras Farmacognosia.* 2005; 15(4): 392-413.
13. Guimarães-Beelen PM, Berchielli TT, Beelen R, Araújo-Filho J, Oliveira SG. Characterization of condensed tannins from native legumes of the Brazilian northeastern semi-arid. *Sci. Agric.* 2006; 63(6): 522-28.
14. Albuquerque UP, Andrade LHC, Silva ACO. Use of plant resources in a seasonal dry forest (Northeastern Brazil). *Acta Bot. Bras.* 2005; 19(1): 27-38.
15. Almeida CFCBR, Silva TCL, Amorim ELC, Maia MBS, Albuquerque UP. Life strategy and chemical composition as predictors of the selection of medicinal plants from the caatinga (Northeast Brazil). *J Arid Environ.* 2005; 62(1): 127-42.
16. Lorenzi H, Matos FJA. Plantas medicinais no Brasil: Nativas e exóticas cultivadas. 2ª ed. Nova Odessa: Plantarum; 2008. p. 544.
17. Souza TP, Lionzo MIZ, Petrovick PR. Avaliação da redução da carga microbiana de droga vegetal através do processamento tecnológico: decocção e secagem por aspersão. *Rev. bras. Farmacog.* 2006; 16(1): 94-8.
18. Resende O, Ullmann R, Siqueira VC, Chaves TH, Ferreira LU. Modelagem matemática e difusividade efetiva das sementes de pinhão-mansó (*Jatropha curcas* L.) durante a secagem. *Eng Agríc.* 2011; 31(6): 1123-35.
19. Radunz LL, Mossi AJ, Zakrzewski CA, Amaral ASRP, Grassmann L. Análise da cinética de secagem de folhas de sálvia. *Rev Bras Eng Agríc Ambiental.* 2010; 14(9): 979-86.
20. Martinazzo AP. Secagem, armazenamento e qualidade de folhas de *cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf. 2006. [Tese Doutorado em Engenharia Agrícola]. Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa; 2006.

21. Resende O, Corrêa PC, Goneli ALD, Botelho FM, Rodrigues S. Modelagem matemática do processo de secagem de duas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Rev Bras Prod Agro. 2008;10(1):17-26.
22. Brasil. Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4^a ed. Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, Brasil; 2005. p. 1018.
23. Midilli A, Kucuk H, Yapar ZA. A new model for single-layer drying. Drying Technology. 2002;20(7):1503-13.
24. Cavalcanti Mata MERM, Almeida FAC, Duarte MEM. Tecnologia de armazenamento em sementes. Campina Grande: UFCG; 2006. p. 271-370.
25. Yagcioglu A, Degirmencioglu A, Cagatay F. Drying characteristics of laurel leaves under different conditions. Proceeding of the 7th International Congress on Agricultural Mechanization and Energy; 1999. p. 565-9.
26. Page GE. Factors influencing the maximum rates of air-drying shelled corn in thin layers. 1949. Thesis (M.Sc.) – Purdue University, West Lafayette, 1949.
27. Wang CY, Singh RP. Use of variable equilibrium moisture content in modeling rice drying. Transaction of ASAE. 1978;11n.a.
28. Radunz LL, Amaral AS, Mossi SJ, Melo EC, Rocha RP. Avaliação da cinética de secagem da carqueja. Reveng. 2011;19(1):19-2.
29. Henderson SM, Pabis S. Grain drying theory. Temperature effect on drying coefficient. Journal of Agricultural Engineering Research. 1961;6:169-74.

Recibido: 30 de julio de 2014.

Aprobado: 16 de junio de 2015.

Francinalva Cordeiro de Sousa. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Campina Grande. Paraíba, Brasil.
Correo electrónico: francis_nalva@yahoo.com.br