

**Atividade Respiratória,
Composição Química,
Conservação Pós-Colheita e
Determinação das Curvas de
Secagem de Frutos de Fevilha**



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 330

Atividade Respiratória, Composição Química, Conservação Pós-colheita e Determinação das Curvas de Secagem de Frutos de Fevilha

Maria Madalena Rinaldi
Léo Duc Haa Carson Schwartzaupt da
Conceição
Nilton Tadeu Vilela Junqueira
Cristiane Andréa de Lima
Luciana Sobral de Souza Andrade

Exemplar desta publicação disponível gratuitamente no link:
http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/versaomodelo/html/2016/bolpdp/bold_330.shtml

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73310-970 Planaltina, DF
Fone: (61) 3388-9898
Fax: (61) 3388-9879
www.embrapa.br/cerrados
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Marcelo Ayres Carvalho*
Secretária executiva: *Marina de Fátima Vilela*
Secretárias: *Maria Edilva Nogueira*
Alessandra S. Gelape Faleiro

Supervisão editorial: *Jussara Flores de Oliveira Arbues*
Revisão: *Jussara Flores de Oliveira Arbues*
Normalização bibliográfica: *Shirley da Luz Soares Araújo*
Editoração eletrônica: *Renato Berlim Fonseca*
Capa: *Renato Berlim Fonseca*
Fotos do miolo e da capa: *Maria Madalena Rinaldi*
Impressão e acabamento: *Alexandre Moreira Veloso*
Divino Batista de Souza

1ª edição

1ª impressão (2016): 30 exemplares
Edição online (2016)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) **Embrapa Cerrados**

-
- A87 Atividade respiratória, composição química, conservação pós-colheita e determinação das curvas de secagem de frutos de fevilha / Maria Madalena Rinaldi... [et al]. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2017.
- 31 p.(Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X, ISSN online 2176-509X; 330).
1. Fevilha. 2. Biocombustível. 3. Óleo vegetal. 4. Armazenamento.
I. Rinaldi, Maria Madalena. II. Série.

662.669 CDD-21

©Embrapa 2016

Sumário

Resumo	5
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	8
Resultados e Discussão.....	15
Conclusões.....	29
Referências	30

Atividade Respiratória, Composição Química, Conservação Pós-Colheita e Determinação das Curvas de Secagem de Frutos de Fevilha

Maria Madalena Rinaldi¹; Léo Duc Haa Carson Schwartzhaupt da Conceição²; Nilton Tadeu Vilela Junqueira³; Cristiane Andréa de Lima⁴; Luciana Sobral de Souza Andrade⁵

Resumo

Diversos estudos têm demonstrado o potencial de espécies do gênero *Fevillea* como matéria-prima para produção de biocombustíveis. O alto teor de óleo das sementes tem atraído o interesse da pesquisa. Por isso, este trabalho objetivou obter informações quanto à atividade respiratória de frutos de fevilha em diferentes pontos de desenvolvimento. As características químicas e fisiológicas foram avaliadas em diferentes ambientes. Determinaram-se: composição centesimal, teores de FDA, FDN, lignina, hemecelulose e atividade de água (aw) na casca e semente dos frutos secos em estufa com e sem circulação de ar. Realizaram-se estudos de conservação dos frutos sob condição ambiente, 7 °C, 10 °C e 15 °C e determinação das curvas de secagem dos frutos sob condição ambiente, 60 °C, 80 °C e 105 °C em estufa com e sem circulação de ar. A atividade respiratória dos frutos diferiu de acordo com o ponto de colheita, sendo maior em frutos em pleno estágio de desenvolvimento. A composição centesimal e físico-química dos frutos diferiu significativamente entre casca e semente e em relação ao método e temperatura de secagem. Frutos secos na temperatura de 60 °C em estufa com circulação de ar apresentaram maior teor dos componentes estudados. A vida útil dos frutos mantidos sob refrigeração na temperatura de 10 °C foi superior a 30 dias de armazenamento. Na condição de 7 °C, eles apresentaram “chilling” devido à baixa temperatura. Sob condição ambiente, os frutos apresentaram perda significativa de massa fresca, entretanto, ocorreram o surgimento de fungos e (ou) bactérias na superfície deles. O tempo de secagem em condição ambiente foi significativamente maior que nas temperaturas de 60 °C, 80 °C e 105 °C. Não houve diferença significativa quanto ao tempo para atingir o ponto de equilíbrio em estufa com e sem circulação de ar.

Termos para indexação: *Fevillea* spp., produção de CO₂, composição centesimal, armazenamento, razão de umidade.

¹ Engenheira-agrônoma, doutora em Engenharia Agrícola, pesquisadora da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

³ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

⁴ Doutoranda em Agronomia, bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, estagiária da Embrapa Cerrados. Planaltina, DF

⁵ Graduanda em Biologia, bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, estagiária da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Respiratory Activity, Chemical Composition, Post-Harvest Conservation and Determination of Drying Curves of Fevilha

Abstract

Several studies have demonstrated the potential of species of the genus Fevillea as feedstock for biofuels production. The high oil content of the seeds has attracted the interest of research. Thus, the objective was to obtain information on the respiratory activity of fevilha in different points of development. Chemical and physiological features were evaluated in different environments. Centesimal composition, FDA, FDN, lignin, cellulose, hemicellulose and water activity (wa) in the bark and seed of fevilha dry were determined in an oven with air circulation and no air circulation. Studies were conducted on preservation of fruit fevilha under ambient condition, 7 °C, 10 °C and 15 °C and determination of the drying curves of fruit fevilla under ambient condition, 60 °C, 80 °C and 105 °C in an oven with air circulation and without air circulation. The respiratory activity of the fruits of fevilha differs according to the point of harvest of the fruits being higher in fruits in the full stage of development. The centesimal composition and physicochemical properties of fruits of fevilha differed significantly of the components in the bark and seed whereas the method and drying temperature. Dried fruits at a temperature of 60 °C in a kiln with air circulation show, generally, higher concentration of the components studied. The lifespan of the fruits of fevilha kept under refrigeration at a temperature of 10 °C is more than 30 days of storage. Provided 7 °C the same present chilling due to low temperature. Under environment condition, the fruits present significant loss of fresh mass what is desired in the drying process for extraction of oil from the seeds. However, there is occurrence of fungi and/or bacteria on the surface of the same. The drying time at ambient condition is significantly higher than the temperatures of 60 °C, 80 °C and 105 °C. There is no significant difference in time to reach the breakeven point in kiln with and without air circulation.

Index terms: Fevillea spp., CO₂ production, centesimal composition, storage, humidity ratio.

Introdução

O gênero fevilha (*Fevillea* spp.) pertence à família Cucurbitaceae. É formado por espécies trepadeiras, perenes e dioicas e o nome comum varia de acordo com a região. Algumas espécies possuem valores medicinais. É típico de mata atlântica e o seu habitat predominante são lugares sombreados e úmidos, com solo rico em matéria orgânica, de constante renovação pela ação das águas, como várzeas de rios e base de encostas (SILVEIRA, 1949).

Diversos trabalhos têm demonstrado o potencial de espécies de *Fevillea* como matéria-prima para a fabricação dos biocombustíveis (LIMA et al., 2012). Estudos preliminares indicam elevado teor de óleo na semente, variando de 50% a 70% (SOUZA et al., 2007) e ampla adaptação na região amazônica (*Fevillea cordifolia*), cerrado e mata atlântica (*Fevillea trilobata*) (LIMA et al., 2012). O óleo de fevilha apresenta características físico-químicas semelhantes a vários outros óleos vegetais comercializados na atualidade (ANELI; REGIANI, 2003).

A determinação do momento ideal de colheita é um fator importante para todos os produtos vegetais. Para a fevilha, este fator pode afetar na quantidade e na qualidade do óleo, uma vez que os frutos devem ser colhidos no seu estágio de maturação fisiológica, considerando que frutos imaturos ou senescentes podem contribuir para o menor rendimento e baixa qualidade do óleo. Além disso, é importante o estudo da vida útil e secagem desses frutos após a colheita, uma vez que de posse dessas informações os produtores possam adotar a melhor forma de manuseio dos frutos para a obtenção de óleo.

O ponto de colheita e o manejo pós-colheita dos frutos dependem do padrão fisiológico de cada fruto. Portanto, conhecer as mudanças que ocorrem neste período é importante para o desenvolvimento de tecnologias eficientes para prolongar a qualidade comercial do fruto (CORRÊA et al., 2007). Os fatores que afetam a qualidade e a deterioração dos frutos em pós-colheita são a respiração, a produção de etileno, as alterações na

composição do fruto, a transpiração, as doenças pós-colheita, os distúrbios fisiológicos e os danos mecânicos (KLUGE et al., 2002).

Definir o processo de secagem de frutos de fevilha com o objetivo de estabelecer a melhor forma de manuseio do produto para a manutenção das características do óleo da semente e conhecer a composição da casca e semente desses frutos após a retirada do óleo são estudos importantes para viabilizar a cadeia produtiva para uso da fevilha como matéria-prima para a fabricação de biodiesel. Também, existe carência de informações na literatura especializada sobre a atividade respiratória, composição centesimal, características físico-químicas, conservação pós-colheita e curvas de secagem de frutos de fevilha.

No sentido de fornecer informações que subsidiem a utilização da fevilha para extração de óleo, este trabalho objetivou determinar a atividade respiratória (por meio da produção de CO_2) de frutos de fevilha em diferentes pontos de desenvolvimento; determinar a composição centesimal, fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN), lignina, hemicelulose e a atividade de água (aw) (amostra desengordurada e sem desengordurar) na casca e semente de frutos de fevilha secos à temperatura de 60 °C em estufa com circulação de ar e sem circulação de ar; avaliar a conservação de frutos de fevilha em diferentes condições ambientais e determinar as curvas de secagem de frutos sob condição ambiente e em estufa com circulação de ar e sem circulação de ar.

Material e Métodos

A unidade de observação (Figura 1) foi instalada em 2009, no Campo Experimental da Embrapa Cerrados, em Planaltina, DF. Foram plantados quatro acessos de *Fevillea trilobata* (Figura 1) coletados na região do Distrito Federal. O espaçamento utilizado foi de 2,5 m x 2,5 m, em seis linhas de 60 m (1 linha de plantas masculinas polinizadoras), sendo cada acesso representado ao redor de 30 plantas propagadas por estaquia, totalizando a área experimental de 900 m². Para os experimentos propostos foram utilizados frutos oriundos dessa área.



Figura 1. Área experimental de fevilha na Embrapa Cerrados e frutos de fevilha utilizados nos experimentos.

Experimento 1: Atividade respiratória (por meio da produção de CO_2) de frutos de fevilha em diferentes estágios de desenvolvimento

Os estágios de desenvolvimento foram considerados da seguinte forma:

- Estágio 1: frutos menores com aproximadamente 40 dias.
- Estágio 2: frutos intermediários (aproximadamente 60 dias).
- Estágio 3: frutos maiores e visualmente em ponto de colheita com aproximadamente 120 dias, conforme apresentados na Figura 2.



Figura 2. Frutos de fevilha em diferentes estágios de desenvolvimento utilizados no experimento.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com três repetições. Para cada estágio de desenvolvimento, três amostras de 10 frutos de fevilha inteiros foram acondicionadas em três frascos de vidro, com volume médio de 1.6000 mL (Figura 3). Em seguida, os três frascos foram hermeticamente fechados e mantidos na temperatura média de $19,9\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de 68% por seis horas.



Figura 3. Determinação da atividade respiratória de frutos de fevilha na temperatura de $19,9\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de 68% em sistema fechado por seis horas.

A cada hora, foram realizadas nove leituras da concentração de CO_2 utilizando-se o equipamento CheckPoint II, desenvolvido pela empresa PBI-Dansensor America Inc. (Figura 4). Inicialmente, o ar no interior dos frascos foi homogeneizado utilizando-se uma seringa conforme apresentado na Figura 4. Após a leitura da concentração gasosa, os frascos contendo as amostras de frutos de fevilha foram abertos e, com auxílio de uma bomba de vácuo, foi feita a renovação do ar no interior deles, sendo fechados por mais uma hora e, assim, sucessivamente durante seis horas. Dessa forma, esse processo é considerado como um sistema fechado (SARANTÓPOULOS et al., 2003; SILVA, 2000).



Figura 4. Homogeneização da atmosfera interna dos frascos e leitura direta da produção de CO₂ de frutos de fevilha na temperatura de 19,9 °C ± 1 °C e umidade relativa de 68% em sistema fechado por seis horas.

A análise estatística dos dados para verificar a variação no decorrer do tempo foi realizada com o auxílio do software Assistat, versão 7.7 (SILVA, 2015). Após análise de variância, os dados foram expressos como médias e comparados pelo teste de Tukey a um intervalo de confiança de 95% ($p \leq 0,05$).

Experimento 2: Composição centesimal, FDA, FDN, lignina, hemicelulose e atividade de água (aw) (amostra desengordurada e sem desengordurar) na casca e semente de frutos de fevilha secos em estufa com circulação de ar e sem circulação de ar.

Determinação da umidade: realizada segundo metodologia de Vilas Boas (1999), com modificação para a temperatura da estufa a 60 °C sem circulação de ar para a secagem dos frutos inteiros. Posteriormente, para as análises realizadas com as amostras, as cascas e sementes foram separadas e determinadas a umidade e a matéria seca na temperatura de 105 °C, conforme metodologias citadas em cada análise. A análise de atividade de água foi realizada nas amostras sem desengordurar e desengorduradas, ou seja, antes a após a realização da análise de extrato etéreo na matéria prima utilizada.

Determinação do extrato etéreo: realizada conforme metodologia adotada no laboratório de Química Analítica de Plantas da Embrapa Cerrados (ASSOCIATION OF OFFICIAL..., 1984; CAMPOS et al., 2004; SILVA; QUEIROZ, 2002), com modificação devido a utilização de aparelho extrator da marca ANKOMXT10, modelo XT10L.

Determinação da proteína bruta: de acordo com a ASSOCIATION OF OFFICIAL... (1975), em que a conversão de nitrogênio para proteína foi realizada por $N \times 6,25$.

Determinação da fibra bruta: determinada conforme metodologia da AOCS Approved Procedure Ba 6a-05 da ANKOM Technology Method 7.

Determinação de cinzas: de acordo com Campos et al. (2004).

Determinação dos carboidratos: obtido por diferença dos demais componentes (fração Nifext) segundo metodologia de Vilas Boas (1999).

Determinação da FDA, FDN, lignina e hemicelulose: realizadas conforme metodologia adotada no Laboratório de Química Analítica de Plantas da Embrapa Cerrados de acordo com Nogueira e Souza (2005), Silva e Queiroz (2002), Goering e Van Soest (1970) e Kondo et al. (1987).

Determinação da atividade de água: Realizada em equipamento da Aqualab modelo 4TEV, conforme metodologia recomendada pela empresa fabricante do equipamento.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com três repetições para cada análise, sendo cada repetição em 10 frutos de fevilha. A análise estatística dos dados para verificar a variação entre os tratamentos foi realizada com o auxílio do software Assistat, versão 7.7 (SILVA, 2015). Após análise de variância, os dados foram expressos como médias e comparados pelo teste de Tukey a um intervalo de confiança de 95% ($p \leq 0,05$).

Experimento 3: Conservação de frutos de fevilha mantidos sob condição ambiente (20,19 °C e 64,88 de UR), 7 °C, 10 °C e 15 °C e 90% de UR.

Frutos de fevilha em estágio de desenvolvimento plenamente desenvolvidos foram lavados em água corrente, secos com papel toalha e armazenados sem embalagem sob condição ambiente (20,19 °C e 64,88 de UR), 7 °C, 10 °C e 15 °C e 90% de UR. O período de armazenamento foi de 30 dias. Logo após a colheita e aos 5, 7, 9, 12, 14, 16, 19, 21, 23, 28 e 30 dias de armazenamento, os frutos foram submetidos à análise de cor (L^* , a^* b^*) determinada em espectrofotômetro MiniScan® EZ, marca HunterLab, sendo realizadas cinco leituras por fruto de fevilha, em que: o valor de L^* definiu a luminosidade ($L^* = 0$ preto e $L^* = 100$ branco) e a^* e b^* foram responsáveis pela cromaticidade ($+a^*$ vermelho e $-a^*$ verde), b^* ($+b^*$ amarelo e $-b^*$ azul). O cálculo do incremento de escurecimento foi realizado por meio da fórmula $[(L^* - L^*0)^2 + (a^* - a^*0)^2 + (b^* - b^*0)^2]^{1/2}$, chroma (saturação ou intensidade da cor; 0 – cor impura e 60 – cor pura) e o ângulo hue (ângulo da cor; 0° vermelho; 90° amarelo; 180° verde; 270° azul e 360° negro), por meio das fórmulas: chroma $[(a^2 + b^2)^{1/2}]$ e ângulo hue [arco tangente (b/a)] para a^* positivo e [arco tangente (b^*/a^*) (-1) + 90] para a^* negativo, conforme recomendado por Hunterlab (2008). Para as análises de cor, o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com dez frutos por tratamento sendo realizadas cinco leituras por fruto em cada dia de análise.

As análises de perda de massa fresca foram obtidas em porcentagem pela diferença entre a massa inicial e a massa no momento da avaliação.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições para cada tratamento nas análises de perda de massa fresca, sendo cada repetição em três frutos de fevilha. A análise estatística dos dados foi realizada com o auxílio do software Assistat versão 7.7 (SILVA, 2015). Após análise de variância, os dados foram expressos como médias e comparados pelo teste de Tukey a um intervalo de confiança de 95% ($p \leq 0,05$).

Experimento 4: Determinação das curvas de secagem de frutos de fevilha sob condição ambiente (19,34 °C e 61,43% de UR) 60 °C, 80 °C e 105 °C em estufa com circulação de ar e sem circulação de ar.

Os frutos foram secos em condição ambiente e em estufa com circulação de ar marca Edutec com capacidade para 100 L e em estufa sem circulação de ar marca Fanem Ltda também com capacidade para 100 L nas temperaturas de 60 °C, 80 °C e 105 °C (Figura 5).



Figura 5. Frutos de fevilha utilizados para determinação das diferentes curvas de secagem. (A) frutos em condição ambiente após 25 dias de secagem; (B) frutos em estufa com circulação de ar após 10 dias de secagem.

As amostras foram retiradas de dois em dois dias do ambiente onde estavam e resfriadas em dessecadores (para as amostras contidas nas estufas) e determinados os pesos iniciais. Imediatamente depois, foram colocadas sob condição ambiente e em estufa nas temperaturas de 60 °C, 80 °C e 105 °C até peso constante (pesos finais). O cálculo da umidade (U) em base seca foi feito pela equação:

$$U (\% \text{ b.s}) = \frac{(\text{peso inicial} - \text{peso final}) * 100}{(\text{peso final})}$$

As curvas de secagem foram apresentadas em razão de umidade em porcentagem obtida pela soma acumulada das diferenças entre a medida de umidade consecutivas, representada pela equação: Razão de Umidade = $\Sigma(X_{i-1} - X_i)$, em que: X_{i-1} é a umidade média da amostra da última leitura e X_i é a umidade da leitura de umidade atual. Portanto, representa a perda de umidade total, em porcentagem, durante todo o período do experimento.

Resultados e Discussão

Experimento 1: Atividade respiratória (por meio da produção de CO_2) de frutos de fevilha em diferentes estágios de desenvolvimento

A taxa respiratória dos frutos de fevilha no estágio 1 (Figura 6) foi considerada alta, variando de 237,84 mg $\text{CO}_2 \text{ L}^{-1} \text{ h}^{-1}$ a 407,72 mg $\text{CO}_2 \text{ L}^{-1} \text{ h}^{-1}$. A maior atividade respiratória ocorreu na segunda hora de análise, o que pode ser devido ao estágio de desenvolvimento do fruto com maior gasto energético para manter-se vivo logo após a colheita. A menor atividade respiratória ocorreu após 4 e 6 horas de instalação do experimento. A maior atividade respiratória ocorrida nos frutos neste estágio de desenvolvimento, provavelmente, deve-se à necessidade de aumento na produção de energia para os processos metabólicos de desenvolvimento do fruto.

No ponto de maturação 2, a atividade respiratória foi visivelmente menor quando comparada a observada nos frutos de fevilha no estágio de maturação 1 atingindo uma produção máxima de 261,90 mg $\text{CO}_2 \text{ L}^{-1} \text{ h}^{-1}$ após 5 horas de análise (Figura 7). O maior aumento na atividade respiratória dos frutos neste estágio ocorreu nas primeiras 3 horas após a colheita. Nesse estágio de desenvolvimento, a necessidade de energia para o fruto manter-se vivo após a colheita é significativamente menor quando comparado aos frutos do estágio 1 (Figura 6).

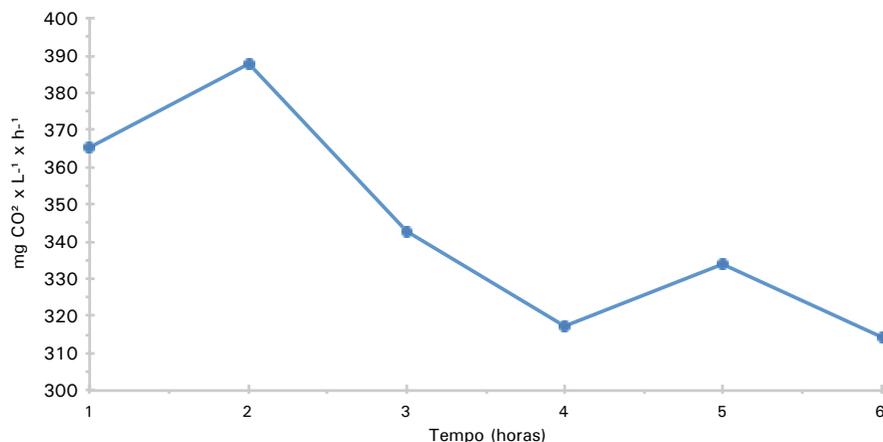


Figura 6. Atividade respiratória de frutos de feijão na temperatura de $19,9 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e umidade relativa de 68% em sistema fechado por seis horas. Ponto de maturação 1.

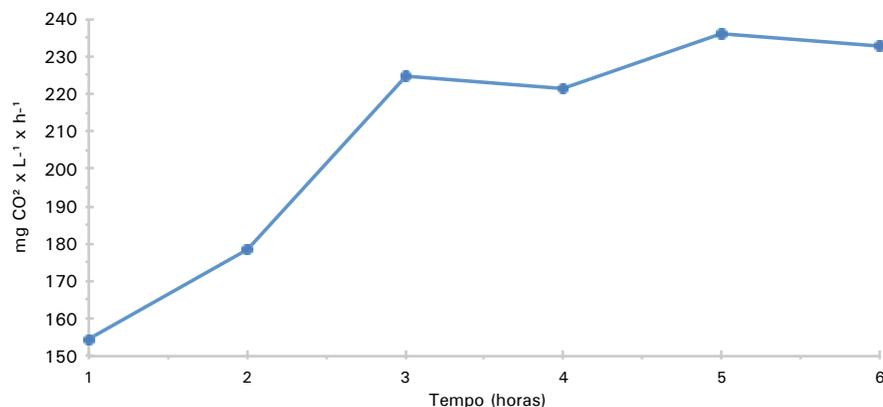


Figura 7. Atividade respiratória de frutos de feijão na temperatura de $19,9 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e umidade relativa de 68% em sistema fechado por 6 horas. Ponto de maturação 2.

No ponto de maturação 3, em que os frutos se encontravam em condições de colheita (Figura 8), a atividade respiratória foi menor nas primeiras horas de análise quando comparada com os demais pontos de maturação atingindo o valor máximo de $246,71 \text{ mg CO}_2 \text{ L}^{-1} \text{ h}^{-1}$ após 5 horas de análise com posterior redução.

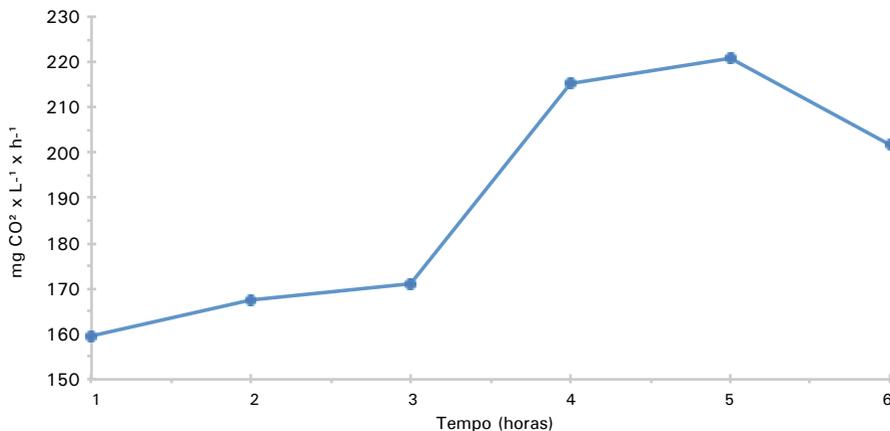


Figura 8. Atividade respiratória de frutos de fevilha na temperatura de $19,9\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de 68% em sistema fechado por 6 horas. Ponto de maturação 3.

A atividade respiratória e as mudanças físico-químicas e químicas durante o crescimento dos frutos são usadas como critérios importantes para determinar os padrões de maturidade e qualidade em vários frutos (SALUNKHE; DESAI, 1984). A fevilha, a exemplo de outros frutos, é carente de informações com relação a esses parâmetros.

A intensidade da taxa respiratória está relacionada com a capacidade de armazenamento do produto, e que, quanto maior a taxa respiratória menor é o tempo de armazenamento (MANOLOPOULOU; PAPADOPOULOU, 1998; CHITARRA, 1998). O aumento na taxa respiratória é um evento secundário, estimulado pelo aumento na taxa de produção de etileno durante o amadurecimento dos frutos (CHITARRA, 1998). Em razão de problemas no equipamento, neste experimento, não foi possível analisar a produção de etileno nos frutos avaliados. Entretanto, em análises realizadas no ano de 2013 (dados não publicados), não foi detectada a produção de etileno pelo método de análise utilizado, provavelmente, por ser a fevilha classificada como produto que apresenta taxa de etileno basal muito baixa ($<0,1\ \mu\text{L kg}^{-1}\text{ h}^{-1}$ a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$). O estágio de maturação normalmente influencia a atividade respiratória (FONSECA et al., 2002). Essa

afirmação foi comprovada nas análises realizadas nos diferentes pontos de maturação dos frutos de fevilha sendo que os frutos em pleno estágio de desenvolvimento (estágios 1 e 2) obtiveram maior atividade respiratória.

Experimento 2: Composição centesimal, FDA, FDN, lignina, heme celulose e atividade de água (aw) (amostra desengordurada e sem desengordurar) na casca e semente de frutos de fevilha secos em estufa com circulação de ar e sem circulação de ar

De acordo com os dados da Tabela 1, as sementes possuíam menor teor de água quando comparado às cascas. O extrato etéreo foi significativamente superior nas sementes, o que já era esperado uma vez que esses frutos estão sendo estudados com o objetivo de serem utilizados na produção de biodiesel cuja maior fonte de óleo é encontrada nas sementes deles. Quanto ao teor de proteína as cascas apresentaram valores bem superiores quando comparados aos obtidos nas sementes.

Os valores de fibra bruta não diferiram significativamente nas cascas e sementes, sendo o produto seco em estufa com circulação de ar o que apresentou maior porcentagem desse componente (Tabela 1). Os valores de cinzas foram baixos em todas as amostras, sendo as sementes as de maiores teores. Os carboidratos foram obtidos por diferença. Dessa forma, os maiores teores foram obtidos nas cascas por terem apresentado valores de extrato etéreo significativamente inferior aos obtidos nas sementes. Todos os demais componentes também influenciaram no cálculo dessa variável.

Tabela 1. Composição centesimal aproximada da casca e semente de frutos de fevilha secos em estufa com circulação de ar e sem circulação de ar.

Amostra	Umidade a 105 °C	Extrato etéreo	Proteína	Fibra bruta	Cinza	Carboidrato
CCA Semente	3,71 a	50,14 a	4,29 bc	23,46 a	0,07 a	18,33 c
CCA Casca	5,12 a	11,97 b	9,79 ab	23,96 a	0,04 b	49,12 a
SCA Semente	3,47 a	45,07 a	2,94 c	21,03 a	0,08 a	27,41 b
SCA Casca	5,05 a	10,39 b	10,63 a	22,75 a	0,04 b	51,14 a
CV	6,25	10,29	7,42	4,22	3,25	5,72

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Tukey.

CCA: com circulação de ar; SCA: sem circulação de ar.

Na Tabela 2, foram apresentados os valores de FDN, FDA, hemicelulose, lignina e atividade de água também avaliados nas mesmas amostras em que foi obtida a composição centesimal apresentada na Tabela 1. Os valores de FDN foram maiores nas amostras de semente e casca submetidas à secagem em estufa com circulação de ar, entretanto os tratamentos não diferiram significativamente.

Tabela 2. Fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), hemicelulose, lignina e atividade de água (aw) (amostra desengordurada e não desengordurada) na casca e semente de frutos de fevilha secos em estufa com circulação de ar e sem circulação de ar.

Amostra	FDN (%)	FDA (%)	Hemicelulose (%)	Lignina (%)	Atividade de água	
					AD	AND
CCA Semente	69,58 a	58,25 a	11,33 b	50,47 ab	0,1756 a	0,4620 a
CCA Casca	63,13 a	43,00 b	20,13 a	37,43 b	0,1943 a	0,2993 b
SCA Semente	58,54 a	49,93 ab	8,61 b	55,68 a	0,1838 a	0,3937 ab
SCA Casca	60,18 a	40,57 b	19,61 a	42,14 ab	0,2175 a	0,3389 ab
CV	6,45	6,32	5,55	7,57	5,22	6,45

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Tukey.

CCA: com circulação de ar; SCA: sem circulação de ar; AD: amostra desengordurada; AND: amostra não desengordurada.

A FDA foi maior nas sementes; o produto seco em estufa sem circulação de ar não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos. Os valores de hemicelulose foram significativamente maiores na casca submetidas às diferentes formas de secagem.

Os valores de lignina variaram entre 37,43% nas cascas submetidas à secagem em estufa com circulação de ar e 55,68% nas sementes submetidas à secagem em estufa sem circulação de ar (Tabela 2). As sementes de fevilha apresentam maior teor de lignina.

A atividade de água (aw) foi maior nas amostras não desengorduradas, entretanto em todos os tratamentos os valores foram baixos permitindo boa conservação do produto, uma vez que a taxa de deterioração microbiana se torna menor à medida que a atividade de água se aproxima de 0,60 e abaixo desse valor não há crescimento microbiano. O maior valor de atividade de água foi de 0,4620, contudo, nas amostras desengorduradas,

os valores variaram entre 0,1756 nas amostras de CCA Semente e, 0,2175 nas amostras SCA Casca. Nas amostras não desengorduradas, os valores foram entre 0,2993 (CCA Casca) e 0,4620 (CCA Semente) sendo os maiores valores nas sementes (Tabela 2).

Experimento 3: Conservação de frutos de fevilha sob condição ambiente (20,19 °C e 64,88% de UR), 7 °C, 10 °C e 15 °C e 90% de UR. Análises de perda de massa fresca, luminosidade, incremento no escurecimento, chroma e ângulo hue

O valor médio de luminosidade foi de 38,14 e o coeficiente de variação (CV) foi de 11,71 (Tabela 3). Os menores valores de luminosidade (L) foram observados no produto mantido a 7 °C durante todo o período de armazenamento (Tabela 4). Sob condição ambiente, não houve variação significativa para esta variável durante todo o armazenamento. O produto mantido a 7 °C teve redução significativa nos valores a partir de 19 dias de armazenamento. Na temperatura de 10 °C, essa variação ocorreu a partir de 23 dias de armazenamento. Já na temperatura de 15 °C, o produto apresentou maior escurecimento a partir de nove dias de armazenamento não sendo estatisticamente diferente até o final do armazenamento para este tratamento.

Tabela 3. Resumo da análise de variância com indicação dos graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM) e coeficientes de variação (CVs) dos caracteres luminosidade (L), incremento no escurecimento (IE), chroma, ângulo hue e perda de massa fresca (PMF) em frutos de fevilha armazenados sob condição ambiente, 7 °C, 10 °C e 15 °C em função dos dias de armazenamento.

Fonte de variação	GL	QM				GL	PMF
		L	IE	Chroma	Ângulo Hue		
QM _{tratamentos}	3	248,29**	134,87**	1827,33**	2069,08**	3	7027,99**
QM _{armazenamento}	11	225,13**	963,86**	855,62**	327,73**	11	1305,36**
QM _{t x a}	33	38,24**	23,54	44,57	195,54**	33	250,99**
QM _{resíduo}	432	19,95	24,32	35,52	74,25**	96	11,16**
Média	-	38,14	13,14	22,64	89,08	-	15,24
CV (%)	-	11,71	37,52	26,32	9,67	-	21,92

**Significativo a 1% de probabilidade de erro pelo teste F.

Tabela 4. Valores médios de luminosidade em frutos de feijilha submetidos a diferentes tratamentos.

Luminosidade				
Dia de armazenamento	Tratamento			
	Ambiente	7 °C	10 °C	15 °C
Zero	41,85 Aa	40,78 Aa	43,21 Aa	41,37 Aa
Cinco	40,25 Aa	39,74 Aa	41,20 Aa	40,32 Aa
Sete	40,33 Aa	40,61 Aa	42,03 Aa	41,75 Aa
Nove	39,52 Aa	39,97 Aa	41,72 Aa	38,34 Ba
12	37,49 Aa	38,40 Aa	40,21 Aa	37,55 Ba
14	36,53 Aa	39,12 Aa	41,58 Aa	37,38 Ba
16	36,42 Ab	36,23 Ab	40,83 Aa	37,35 Bb
19	39,16 Aa	33,55 Bb	39,15 Aa	35,25 Bb
21	38,69 Aa	34,10 Bb	39,34 Aa	36,58 Bb
23	38,17 Aa	33,41 Ba	37,10 Ba	36,87 Ba
28	39,20 Aa	30,15 Cb	34,82 Ba	35,81 Ba
30	39,46 Aa	28,86 Cc	33,09 Bb	35,67 Ba
Média geral	38,14			
Coefficiente de variação	11,71			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na vertical e minúscula na horizontal não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de agrupamento de médias de Tukey.

De maneira geral, ocorreu redução nos valores de luminosidade em todos os tratamentos durante o armazenamento. Esse resultado já era esperado uma vez que os frutos inicialmente estavam com coloração esverdeada e, no final do armazenamento, encontrava-se com coloração da casca escurecida. Os frutos mantidos a 7 °C apresentaram problemas de “chilling”, conforme Figura 9 (b), sendo provavelmente a temperatura de armazenamento muito baixa para o produto.



Figura 9. Frutos de fevilha submetidos ao armazenamento sob condição ambiente (A); 7 °C (B); 10 °C (C); 15 °C (D), por 30 dias de armazenamento.

Os valores de L foram significativamente diferentes entre os tratamentos apenas a partir de 16 dias de armazenamento, em que, de maneira geral, o produto mantido sob condição ambiente e na temperatura de 10 °C tiveram menor escurecimento no produto até o final do armazenamento (Tabela 4). Valores de L mais próximo de zero significa que o produto está mais escurecido. No caso dos frutos de fevilha, eles não atingiram o valor zero que é quando os frutos estariam totalmente escuros.

Ocorreu variação significativa nos valores de incremento no escurecimento em todos os tratamentos durante o armazenamento (Tabela 5). Os maiores valores foram observados no produto mantido na temperatura de 10 °C aos 30 dias de armazenamento.

Tabela 5. Valores médios de incremento no escurecimento em frutos de fevilha submetidos a diferentes tratamentos.

Incremento no escurecimento				
Dia de armazenamento	Tratamento			
	Ambiente	7 °C	10 °C	15 °C
Zero	0,00 Ca	0,00 Da	0,00 Ca	0,00 Ba
Cinco	11,14 Ba	9,06 Ca	11,60 Ba	11,05 Aa
Sete	11,67 Ba	9,95 Ca	11,51 Ba	12,20 Aa
Nove	11,10 Ba	10,44 Ca	11,48 Ba	12,56 Aa
12	15,22 Aa	9,93 Ca	11,80 Ba	12,67 Aa
14	16,74 Aa	11,03 Cb	11,98 Bb	14,93 Aa
16	17,91 Aa	13,09 Bb	11,97 Bb	14,32 Ab
19	17,36 Aa	15,87 Ba	13,22 Ba	15,51 Aa
21	17,89 Aa	15,43 Ba	12,87 Ba	14,05 Aa
23	18,42 Aa	16,65 Ba	14,25 Ba	14,85 Aa
28	19,77 Aa	19,52 Aa	18,56 Aa	15,41 Aa
30	19,33 Aa	19,97 Aa	20,03 Aa	16,48 Aa
Média geral	13,14			
Coeficiente de variação	37,52			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na vertical e minúscula na horizontal não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de agrupamento de médias de Tukey.

Entre os tratamentos, ocorreu variação significativa apenas aos 14 e 16 dias de armazenamento, no entanto, aos 14 dias, o produto mantido sob condição ambiente e 15 °C apresentou maiores valores de incremento no escurecimento quando comparados aos demais tratamentos. Aos 16 dias de armazenamento, o produto mantido sob condição ambiente teve valores significativamente superiores aos demais tratamentos que não diferiram significativamente entre si.

O chroma define a intensidade de cor, ou seja, valores próximos a zero são indicativos de cores neutras (branco e/ou cinza) e valores ao redor de 60 indicam cores vívidas e/ou intensas. Os valores (Tabela 6) variaram entre 11,65 e 32,90 com valor médio de 22,64 (Tabela 3). O menor valor foi obtido no produto mantido a 7 °C aos 30 dias de armazenamento e o maior valor naquele mantido na temperatura

de 10 °C aos cinco dias de armazenamento. As cores menos intensas dos frutos de fevilha foram observadas nos frutos submetidos aos tratamentos mantidos sob condição ambiente e a 7 °C.

Tabela 6. Valores médios de chroma em frutos de fevilha submetidos a diferentes tratamentos.

Chroma				
Tratamento				
Dia de armazenamento	Ambiente	7 °C	10 °C	15 °C
Zero	26,85 Aa	25,36 Aa	28,04 Aa	25,81 Aa
Cinco	24,10 Ab	30,19 Aa	32,90 Aa	28,08 Ab
Sete	22,63 Ab	28,31 Aa	31,95 Aa	27,43 Aa
Nove	21,44 Ab	28,34 Aa	32,12 Aa	25,85 Ab
12	18,79 Bb	27,23 Aa	31,25 Aa	24,89 Aa
14	16,35 Bc	26,22 Aa	30,23 Aa	21,80 Bb
16	14,67 Bc	22,20 Ab	29,65 Aa	21,86 Bb
19	16,04 Bb	18,75 Bb	27,99 Aa	19,72 Bb
21	15,42 Bb	18,11 Bb	26,59 Aa	19,65 Bb
23	14,55 Bb	16,82 Bb	23,15 Ba	17,44 Bb
28	14,70 Bb	14,14 Cb	21,26 Ba	17,92 Ba
30	13,65 Ba	11,65 Ca	18,00 Ba	15,72 Ba
Média geral	22,64			
Coefficiente de variação	26,31			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na vertical e minúscula na horizontal não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de agrupamento de médias de Tukey.

No produto mantido sob condição ambiente, ocorreu variação significativa nos valores de chroma a partir dos 12 dias de armazenamento. A partir desse período até o final do armazenamento (30 dias), não ocorreu mais variação significativa. No produto mantido a 7 °C, a variação ocorreu a partir de 19 dias de armazenamento diferindo significativamente dos 28 e 30 dias de armazenamento. A 10 °C, a variação ocorreu somente a partir de 23 dias de armazenamento. Já a 15 °C, a variação ocorreu a partir dos 14 dias não diferindo significativamente até o final do armazenamento. Com exceção do início do armazenamento, em todos os demais períodos de análise ocorreu variação significativa entre os tratamentos.

O valor médio de ângulo hue foi de 89,08 (Tabela 7); o menor valor (76,16) foi obtido no produto mantido sob condição ambiente aos 30 dias de armazenamento. O maior valor (104,95) foi no produto mantido a 7 °C aos 23 dias de armazenamento. Valores mais próximos de zero grau representam tonalidades mais próximas ao vermelho, enquanto valores próximos a 90° representam frutos mais amarelos. Dessa forma, pode-se considerar que, durante todo o armazenamento, os frutos mantiveram-se com a coloração amarelada. Visualmente, a cor dos frutos era amarelo-acinzentada.

Tabela 7. Valores médios de ângulo hue em frutos de fevilha submetidos a diferentes tratamentos.

Ângulo hue				
Tratamento				
Dia de armazenamento	Ambiente	7 °C	10 °C	15 °C
Zero	91,23 Aa	90,90 Ba	90,75 Aa	91,20 Aa
Cinco	91,28 Aa	91,23 Ba	91,25 Aa	91,24 Aa
Sete	89,99 Aa	91,23 Ba	91,26 Aa	91,22 Aa
Nove	89,36 Aa	90,77 Ba	90,86 Aa	90,91 Aa
12	85,34 Aa	90,83 Ba	91,27 Aa	89,90 Aa
14	83,70 Ba	90,49 Ba	90,31 Aa	90,57 Aa
16	81,83 Bc	104,11 Aa	91,31 Ab	90,48 Ab
19	79,34 Bc	104,07 Aa	90,92 Ab	89,52 Ab
21	77,61 Bb	88,87 Ba	90,75 Aa	89,20 Aa
23	77,54 Bc	104,95 Aa	90,29 Ab	87,78 Ab
28	76,98 Bb	86,56 Ba	88,61 Aa	85,62 Aa
30	76,16 Bb	84,65 Ba	87,59 Aa	84,04 Aa
Média geral	89,08			
Coefficiente de variação	9,67			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na vertical e minúscula na horizontal não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de agrupamento de médias de Tukey.

Frutos mantidos nas temperaturas de 10 °C e 15 °C não variaram significativamente para essa variável durante todo o armazenamento. Sob condição ambiente, os valores de ângulo hue reduziram a partir de 14 dias, mantendo-se sem variação significativa até o final do armazenamento. No produto mantido a 7 °C, ocorreu aumento significativo nos valores dessa variável aos 16, 19 e 23 dias de armazenamento, provavelmente devido ao “chilling” ocorrido nos frutos mantidos neste tratamento.

Entre os tratamentos ocorreu variação significativa a partir dos 16 dias de armazenamento. De maneira geral, no produto mantido a 7 °C, ocorreu os maiores valores de ângulo hue.

Ocorreu variação significativa de perda de massa fresca em todos os tratamentos durante o armazenamento (Tabela 8). O valor médio foi de 15,24% e o coeficiente de variação de 21,92. A maior perda de massa fresca ocorreu nos frutos mantidos sob condição ambiente, atingindo 68,01% aos 30 dias de armazenamento. A 7 °C, o valor foi de 29,75% nesse período. Nos frutos mantidos na temperatura de 15 °C, ocorreu 18,14% de perda de massa fresca no final do armazenamento. Na temperatura de 10 °C, o valor foi de 10,24% nesse mesmo período.

Entre os tratamentos também houve diferença significativa na porcentagem de perda de massa fresca; a partir de 5 dias de armazenamento, o produto mantido sob condição ambiente sempre apresentou os maiores valores de perda de massa fresca seguido pelo produto mantido a 7 °C, 10 °C e 15 °C, que apresentaram a menor perda de massa fresca quando comparado aos demais tratamentos.

Com base nos resultados obtidos para a perda de massa fresca, pode-se afirmar que, se houver interesse em manter o produto por mais tempo nas condições de colheita, ele deve ser armazenado a 10 °C. Ao contrário, ele deve ser mantido sob condição ambiente que proporcionará uma secagem mais rápida.

Tabela 8. Valores médios de perda de massa fresca em frutos de fevilha submetidos a diferentes tratamentos.

Perda de massa fresca (%)				
Tratamento				
Dia de armazenamento	Ambiente	7 °C	10 °C	15 °C
Zero	0,00 Ja	0,00 Da	0,00 Ba	0,00 Ca
Cinco	6,28 Ia	2,74 Da	1,31 Ba	1,76 Ca
Sete	13,06 Ha	4,58 Db	1,71 Bb	2,32 Cb
Nove	17,51 Ga	6,69 Db	2,19 Bb	3,03 Cb
12	25,15 Fa	10,24 Cb	3,17 Bc	4,05 Cc
14	31,28 Ea	12,36 Cb	3,94 Bc	4,96 Cc
16	37,11 Da	14,21 Cb	4,62 Bc	5,84 Cc
19	47,92 Ca	17,53 Bb	5,74 Ac	8,16 Cc
21	53,16 Ca	19,40 Bb	6,37 Ac	9,62 Bc
23	58,67 Ba	21,57 Bb	7,04 Ac	11,26 Bc
28	66,19 Aa	27,27 Ab	9,16 Ad	16,11 Ac
30	68,01 Aa	29,75 Ab	10,24 Ad	18,14 Ac
Média geral			15,24	
Coefficiente de variação			21,92	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na vertical e minúscula na horizontal não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de agrupamento de médias de Tukey.

Experimento 4: Determinação das curvas de secagem de frutos de fevilha sob condição ambiente (19,34 °C e 61,43% de UR), 60 °C, 80 °C e 105 °C em estufa com circulação de ar e sem circulação de ar

Para a secagem dos frutos de fevilha em estufa com circulação de ar e sem circulação de ar, ambos na temperatura de 60 °C (Figura 10), os frutos submetidos ao processo de secagem com circulação de ar apresentaram maior razão de umidade em alguns períodos do processo de secagem, entretanto não influenciou significativamente no tempo para atingir o ponto de equilíbrio quando comparado aos frutos mantidos em estufa sem circulação. Sob condição ambiente, a razão de umidade é menor no decorrer do armazenamento, sendo os frutos de fevilha aqueles que levaram bem mais tempo para atingir o ponto de equilíbrio.

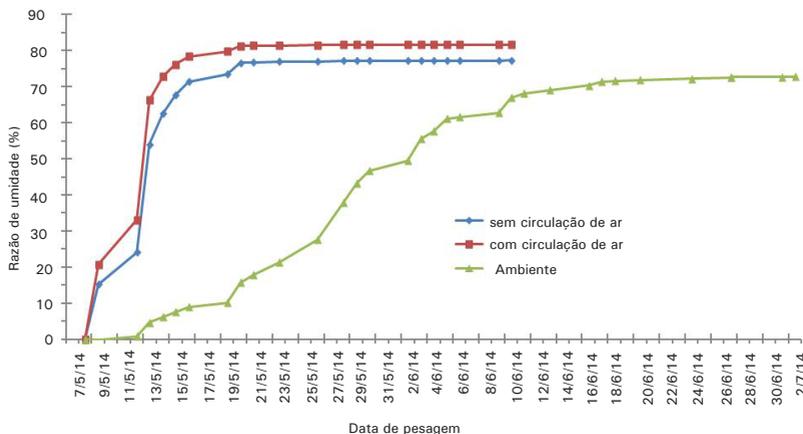


Figura 10. Secagem de frutos de feijão inteiros sob condição ambiente e na temperatura de 60 °C em estufa com circulação de ar e sem circulação de ar.

Na temperatura de 80 °C, o ponto de equilíbrio foi atingido no mesmo período para os produtos mantidos em estufa com e sem circulação de ar, entretanto o produto mantido em estufa com circulação de ar apresentou maior razão de umidade no ponto de equilíbrio. Sob condição ambiente, a razão de umidade foi menor em todo o período de secagem, em que o ponto de equilíbrio foi atingido em período bem superior aos demais tratamentos (Figura 11).

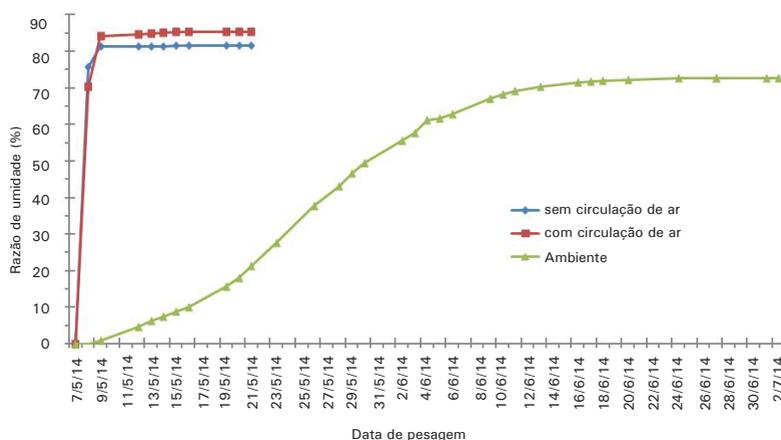


Figura 11. Secagem de frutos de feijão inteiros sob condição ambiente e na temperatura de 80 °C em estufa com circulação de ar e sem circulação de ar.

Na temperatura de 105 °C, não há diferença significativa na razão de umidade entre o produto mantido em estufa com e sem circulação de ar, em que o ponto de equilíbrio também foi atingido no mesmo período. No ambiente, a razão de umidade foi menor e o tempo para atingir o ponto de equilíbrio foi bem superior aos demais tratamentos (Figura 12). Baseado nos resultados obtidos, sugere-se que seja realizada a análise de composição centesimal e variável físico-químicas nessas amostras com o objetivo de verificar se há efeito da alta temperatura na composição delas.

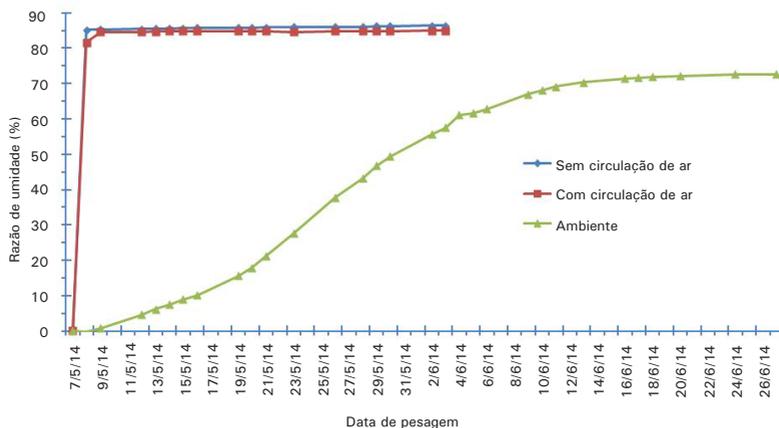


Figura 12. Secagem de frutos de feijinha inteiros sob condição ambiente e na temperatura de 105 °C em estufa com circulação de ar e sem circulação de ar.

Conclusões

A atividade respiratória dos frutos de feijinha difere de acordo com o ponto de colheita dos frutos sendo maior em frutos em pleno estágio de desenvolvimento.

A composição centesimal e variável físico-químicas dos frutos de feijinha difere significativamente dos componentes na casca e semente. A condição de secagem com e sem circulação de ar também influencia na concentração dessas variáveis quando secos na temperatura de 60 °C; geralmente, as amostras secas em estufa com circulação de ar mantêm maior quantidade desses componentes em sua composição.

A vida útil dos frutos de fevilha mantidos sob refrigeração na temperatura de 10 °C é superior a 30 dias de armazenamento. Na temperatura de 7 °C, ocorre “chilling” provavelmente por ser muito baixa para o armazenamento do produto. Sob condição ambiente, há perda significativa de massa fresca, o que é desejado no processo de secagem para a extração do óleo das sementes, no entanto, ocorre o surgimento de fungos e (ou) bactérias na superfície deles.

Quanto ao processo de secagem, não há diferença significativa quanto ao tempo para atingir o ponto de equilíbrio em estufa com e sem circulação de ar. Sob condição ambiente, esse tempo é significativamente superior.

Referências

ANELI, L. D.; REGIANI, A. M. Estudo do Potencial Econômico da Andiroba-de-rama (*Fevillea cordi-foolia*). SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC, 12., 2003, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: UFA/CNPQ, 2003.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 12th ed. Washington, D. C.: Association of Official Agricultural Chemists, 1975. (ANTES AOAC).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 14th ed. Washington, D.C.: Association of Official Agricultural Chemists, 1984.

CAMPOS, E. P. de.; NUSSIO, C. M. B.; NUSSIO, L. G. **Métodos de análise de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135 p.

CHITARRA, M. I. F. Fisiologia e qualidade de produtos vegetais. In: BOREN, F. M. (Ed.). **Armazenamento e processamento de produtos agrícolas**. Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 1-57.

CORRÊA, M. O. G.; PINTO, D. D.; ONO, E. O. Análise da atividade respiratória em frutos de jabuticabeira. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 831-833, 2007.

FONSECA, S. C.; OLIVEIRA, F. A. R.; BRECHT, J. K. Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. **Journal of Food Engineering**, v. 52, p. 99-119, 2002.

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications)**. Washington: U.S. Department of Agriculture, 1970. (Agriculture Handbook , nº 379).

HUNTERLAB. **CIE L* a* b* color scale**. Insight on color, Reston, v. 8, n. 7, 2008.

KONDO, T.; MIZUNO, K.; KATO, T. Some characteristics of forage plant lignin. **Japanese Agriculture Research Quarter**, v. 21, p. 47-52, 1987.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Campinas: Livraria Rural, 2002. 214 p.

LIMA, C. A. de; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; CONCEIÇÃO, L. D.H. C. S. da. Potencial da fevilha (*Fevillea trilobata*) visando à produção de biocombustíveis. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 5.; CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 8., 2012, Salvador. **Biodiesel, inovação e desenvolvimento regional: anais, trabalhos científicos**. Lavras: UFLA, 2012.

MANOLOPOULOU, H.; PAPAPOULOU, P. A study of respiratory and physico-chemical changes of four kiwi fruit cultivars during cool-storage. **Food Chemistry**, v. 63, p. 529-534, 1998.

NOGUEIRA, A. R. de A.; DE SOUZA, G. B. **Manual de Laboratório: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. Embrapa Pecuária Sudeste, 2005.

SALUNKHE, D. K.; DESAI, B. B. **Postharvest biotechnology of fruits**. Florida: Academic Press, 1984. v. 1, p. 23-42. (Fruits General Considerations).

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; TELES, C. S.; COPPELMANS, S. A. Efeitos da embalagem e da temperatura de estocagem na qualidade de couve minimamente processada. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n. 2, p. 185-190, 2003.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.

SILVA, E. O. **Fisiologia pós-colheita de repolho (*Brassica oleracea* var. capitata) minimamente processado**. 79 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2000.

SILVA, F. de A. S. e. **The Assisat Software: statistical assistance**. Versão 7.7 beta (pt) 2015. Registro INPI 0004051-2.

SILVEIRA, A. M. **O Óleo da falsa fava de Santo Inácio e suas propriedades secativas**. Tese (Livro Docência)- Escola Nacional de Química, Rio de Janeiro, 1949.

SOUZA, T. M. H.; ASSIS, L. B.; REGIANI, A. M.; GRAEBNER, I. B.; PANTOJA, N. V.; ALBUQUERQUE, S. R. S.; FERREIRA, E. J. L. Estudo do potencial do óleo de andiroba-de-rama (*Fevillea cordifolia*) para produção de biodiesel através da reação de transesterificação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 30., 2007, Águas de Lindóia. **Resumos...** Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Química, 2007.

VILAS BOAS, E. V. **Avaliação nutricional dos alimentos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 51 p.

Embrapa

Cerrados

MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**



CGPE 13174