IV CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS COINTER - PDVAgro 2019

AVALIAÇÃO DA DEMANDA ENERGÉTICA NO PROCESSO DE SECAGEM ARTIFICIAL DA PIMENTA DO REINO EM DIFERENTES TEMPERATURAS

EVALUACION DE LA DEMANDA DE ENERGIA EN EL PROCESO DE SECADO ARTIFICIAL DEL REINO PEPPER A DIFERENTES TEMPERATURAS

EVALUATION OF ENERGY DEMAND IN THE PROCESS OF ARTIFICIAL DRYING OF THE KINGDOM PEPPER AT DIFFERENT TEMPERATURES

Apresentação: Comunicação Oral

Jarlyr Vieira dos Santos¹; Felipe da Cunha Flores²; José Renan da Silva e Silva³; Saulo Inglis Marinho⁴; Magnun Antonio Penariol da Silva⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IVCOINTERPDVAgro.2019.0012>

Resumo

A energia utilizada no agronegócio está compreendida em energia cinética, eletromagnética e potencial, podendo conter outras. Portanto, independentemente qual seja a matriz energética utilizada é de suma importância buscar-se conhecer a quantidade de energia gasta para a realização das atividades ligadas a agricultura, no ponto de vista ambiental, social e econômico. Assim sendo, o processo de secagem da Pimenta do reino foi analisado com o intuito de constatar o gasto da energia elétrica ao longo de um determinado tempo utilizando um silo secador de leito fixo. Esse secador foi desenvolvido por alunos do curso de Engenharia Agrícola no laboratório de Secagem e Armazenamento de Produtos Agrícolas da Universidade Federal Rural da Amazônia – Campus Tomé - Açu, funcionando com um motor de 1 CV de potência e rendimento de 76%, utilizando dois resistores de 1,2 e 1,5 KW, com o intuito de realizar a geração de calor para o sistema. O fluxo de ar aquecido é transmitido e canalizado através de tubulações de PVC até um silo secador com capacidade de 50 kg. Foram utilizadas amostras de 5 Kg de Pimenta do reino recém colhidas e debulhadas e assim submetidas a secagem nas temperaturas de 50° C e 60° C, com vazão do ar de 9 m³.s⁻¹ e 6 m³.s⁻¹ respectivamente. Na secagem a 50 °C, observou-se que a variação de massa foi maior na primeira hora de secagem, perdendo 467 g de massa do grão e que após a primeira hora a perda de massa diminui gradativamente em função do tempo até atingir taxa de variação de massa menor de 30 g. E na de 60 °C, teve maior variação na primeira hora comparado com a de 50° C, apresentando

¹ Graduanda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural da Amazônia, jarlyufra@gmail.com

² Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural da Amazônia, felipedacunha17@gmail.com

³ Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural da Amazônia, renansilva.ga@gmail.com

⁴ Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural da Amazônia, saulomarinho14@gmail.com

⁵ Profº. Dr. em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural da Amazônia, penariol@gmail.com

variação de massa de 706 g, bem como após a primeira hora de secagem a perda de massa diminui em função do tempo até atingir taxa de variação de massa menor que 30 g, porém o tempo gasto foi muito menor. A secagem da Pimenta do reino submetida a diferentes temperaturas apresentou dois parâmetros de gasto energético, sendo a temperatura de 50°C a de maior gasto energético e a de 60° de menor consumo. Portanto, a secagem a temperatura de 60°C mostrou-se a mais eficiente quanto ao gasto energético no processo de secagem artificial.

Palavras-Chave: Secagem, Consumo Energético, Viabilidade econômica, Pimenta do reino.

Resumen

La energía utilizada en la agroindustria se compone de energía cinética, electromagnética y potencial, que puede contener otros. Por lo tanto, independientemente de la matriz energética utilizada, es de suma importancia tratar de conocer la cantidad de energía gastada para la realización de actividades relacionadas con la agricultura, desde el punto de vista ambiental, social y económico. Así, se analizó el proceso de secado de la pimienta del reino con el fin de verificar el gasto de energía eléctrica durante un tiempo determinado utilizando un silo de secado de cama fija. Esta secadora fue desarrollada por estudiantes del curso de Ingeniería Agrícola en el laboratorio de secado y almacenamiento de productos agrícolas de la Universidad Rural Federal de Amazonia – Campus Tomé-Au, operando con un motor de 1 HP de potencia y rendimiento del 76%, Usando dos resistencias de 1.2 y 1.5 KW, con el fin de realizar la generación de calor para el sistema. El flujo de aire caliente se transmite y canaliza a través de tuberías de PVC a un silo seco con una capacidad de 50 kg. Se utilizaron muestras de 5 Kg de pimienta de reino recién cosechada y trilla, que se sometieron así a secado a temperaturas de 50 °C y 60 °C, con caudal de aire de 9 m³. S-1 y 6 m³. S-1 respectivamente. En el secado a 50°C, se observó que la variación de masa fue mayor en la primera hora de secado, perdiendo 467 g de masa de grano y que después de la primera hora la pérdida de masa disminuye gradualmente en función del tiempo hasta alcanzar la tasa de variación de masa inferior a 30 g. Y a 60°C, tuvo una variación mayor en la primera hora en comparación con los 50°C, con una variación de masa de 706 g, así como después de la primera hora de secado la pérdida de masa disminuye en función del tiempo hasta alcanzar una tasa de variación de masa inferior a 30 g , pero el tiempo invertido fue mucho más corto. El secado de la pimienta del reino sometido a diferentes temperaturas presentaba dos parámetros de gasto energético, siendo la temperatura de 50°C al mayor gasto energético y los 60°C de menor consumo. Por lo tanto, el secado a una temperatura de 60°C resultó ser el más eficiente para el gasto energético en el proceso de secado artificial.

Palabras Clave: secado, consumo de energía, viabilidad económica, pimienta del reino.

Abstract

The energy used in agribusiness is comprised of kinetic, electromagnetic and potential energy, which may contain others. Therefore, regardless of the energy matrix used, it is of paramount importance to seek to know the amount of energy spent for the realization of activities related to agriculture, from the environmental, social and economic point of view. Thus, the drying process of the pepper of the kingdom was analyzed in order to verify the expense of electric energy over a certain time using a fixed bed dryer silo. This dryer was developed by students of the Agricultural Engineering course in the laboratory of drying and storage of agricultural products of the Federal Rural University of Amazonia – Campus Tomé-Açu, operating with a

engine of 1 HP of power and yield of 76%, Using two resistors of 1.2 and 1.5 KW, in order to perform the generation of heat for the system. The heated air flow is transmitted and channeled through PVC pipes to a dryer silo with a capacity of 50 kg. Samples of 5 Kg of freshly harvested and threshing kingdom pepper were used and thus subjected to drying at temperatures of 50 ° C and 60 ° C, with air flow rate of 9 m³. S-1 and 6 m³. S-1 respectively. In the drying at 50 °c, it was observed that the mass variation was higher in the first hour of drying, losing 467 g of grain mass and that after the first hour the loss of mass decreases gradually as a function of time until reaching rate of mass variation less than 30 g. And at 60 °c, it had a greater variation in the first hour compared to 50 ° C, with a mass variation of 706 g, as well as after the first hour of drying the loss of mass decreases as a function of time until reaching rate of mass variation less than 30 g , but the time spent was much shorter. The drying of the kingdom pepper subjected to different temperatures presented two parameters of energy expenditure, being the temperature of 50 ° C to the highest energy expenditure and the 60 ° of lower consumption. Therefore, drying at a temperature of 60 ° C proved to be the most efficient for energy expenditure in the artificial drying process.

Keywords: drying, energy consumption, economic viability, pepper of the kingdom.

Introdução

A energia está presente em variados setores, na agricultura, há uma demanda de quantidade de energia para a realização das atividades agrícolas, este tipo de energia é que está disposta em várias outras formas e são responsáveis por desempenhar as necessidades do agronegócio, como, por exemplo, propiciar o acionamento e o funcionamento de máquinas e motores. Sendo assim, a energia utilizada na agricultura está compreendida em energia cinética, eletromagnética e potencial, podendo conter outras, mas em geral, é de grande importância a busca por se conhecer a quantidade de energia gasta para a realização das atividades ligadas a agricultura (ALBIEIRO, 2010).

A Pimenta do reino (*Piper nigrum L.*) pertence à família *Piperaceae*, sendo originária da Índia, é uma das mais importantes especiarias comercializadas no Brasil, sendo trazida pelos portugueses durante o século XVII, Porém com a chegada dos imigrantes japoneses, a cultivar Cingapura foi um dos principais genótipos a ser introduzida no que tange ao cultivo da cultura principalmente no município de Tomé-Açu, tornando-se base econômica para muitos agricultores (ALVES, 2015).

O procedimento de secagem de grãos e sementes é utilizado de forma muito recorrente pelos produtores e indústria. Esse processo consiste na remoção de grande parte da água contida no produto a um certo nível, provocando condições desfavoráveis a continuidade de suas

atividades metabólicas e ao desenvolvimento de microrganismos, tornando maior a sua conservação (MARTINAZZO, 2007).

O Brasil exporta a Pimenta do reino para diversos países, dentre eles estão os Estados Unidos, Alemanha, Espanha e Holanda (EMBRAPA, 2004). Tal commodity apresenta elevada importância socioeconômica na obtenção de renda para produtores rurais, empregando cerca de 50 mil pessoas no período da safra, e por meio das exportações podendo gerar em torno de US\$ 50 milhões por ano para economia do país (DESER, 2008).

As tecnologias de pós-colheita da Pimenta do reino, são diversas, desde a secagem passando pelo beneficiamento até o armazenamento, estes processos variam e a demanda energética utilizada nesses processos se modificam de acordo com o método utilizado. Diante do exposto, este trabalho objetivou-se analisar o processo de secagem da Pimenta do reino com o intuito de constatar o gasto da energia elétrica ao longo de um determinado tempo utilizando um silo secador de leito fixo.

Fundamentação Teórica

Pimenta do reino

A Pimenta do reino (*Piper nigrum L.*) é pertencente à família Piperaceae. Segundo Soltis (1999) há cerca de 1.400 espécies distribuídas no mundo todo, visto que, no Brasil, essa família se destaca por meio de quatro gêneros e aproximadamente 500 espécies (MAGEVSKI, 2011).

É uma planta predominante de clima tropical, designada como trepadeira, semi-lenhosa, e perene, cresce firmando-se em tutores, apresenta frutos do tipo baga, sua inflorescência se dá por meio dos ramos plagiotrópicos, suas folhas são pecioladas e com localização à altura dos nós existentes nos ramos (DUARTE, 2004).

A Pimenta do reino é uma espécie nativa das florestas de Malabar, Índia, e é amplamente cultivada em regiões tropicais como a Malásia, Indonésia, América do Sul e Índia Ocidental. O maior produtor é o Vietnã quando se refere a produção mundial, seguido pela Indonésia, Índia, Malásia e Brasil (MENDONÇA, 2019).

É um condimento utilizado no mundo inteiro, dispõe de elevado valor econômico, apresenta-se como especiaria essencial ao que tange o preparo e, também a realização do processamento de alimentos, os óleos extraídos dos grãos são vastamente usados na indústria de perfumarias (CONAB, 2015).

A pipeicultura foi inserida no Brasil na década de 30 através dos portugueses, essa *commodity* chegou no estado do Pará por meio da imigração japonesa que iniciou-se a produção mais precisamente no município de Tomé-Açu, e desde então a Pimenta do reino perdura sendo um dos principais cultivos agrícolas de interesse econômico na região amazônica, ressaltando-se a Cingapura como um dos principais genótipos mais cultivados, com aproximadamente 80% dos plantios existentes no país (MARTINS, 2018).

A cultivar que apresenta um dos maiores destaques ao que tange a produtividade é a Iaçará, sendo que suas folhas são estreitas com tamanho médio, as espigas de 9 cm à 8g, contém aproximadamente 40 frutos/espiga, com uma média de produção de 2,6 kg de pimenta-preta/planta, o rendimento médio é de 2.500 kg/ha de pimenta-preta, seu ciclo de maturação ocorre nos meses de agosto à outubro, possui alta resistência à murcha amarela, característica essa que à difere positivamente à outras cultivares como principalmente a Cingapura (POLTRONIERI & LEMOS, 2014; MENDONÇA et al., 2019).

Para o ano de 2017, a colheita da pimenta do reino no Brasil apresentou cerca de 29 mil hectares plantada nas regiões sudeste, norte e nordeste, destacando-se com uma produção média de 80 mil toneladas, sendo que o Estado do Pará se concentrou o maior índice de produção a nível nacional, com cerca de 49,86% do montante total produzido no país, com uma produção de 39.577 toneladas de fruto, em 16.289 ha, alcançando uma produtividade média 2,452 ton/ha (IBGE, 2018).

Balanco energético

O balanço energético é uma ferramenta que serve como suporte para contabilizar os gastos de energia. Usualmente é feito em formato de matriz, no qual todas as principais formas de energia são expressas em uma única unidade, principalmente os fluxos de energia produzido desde o início de qualquer que seja a origem da atividade que se esteja utilizando energia, deslocando-se e se modificando até chegar no seu consumo energético final, dentre um

específico espaço socioeconômico e que se perdura durante um determinado tempo no decorrer do processo (EPE, 2005).

Uma estrutura que surgiu com o objetivo de gerar informações para realizar a contabilização do fluxo de energia primária, obtendo um retrato de onde se extrai a energia e, também onde a mesma é utilizada, e por meio desses parâmetros constituir de forma organizada um planejamento energético de uma determinada região ou local, por meio do balanço energético é possível ilustrar de forma precisa o comportamento do fluxo energético, contando que tal ação seja feita periodicamente para garantir um histórico constante (MADUREIRA, 2014).

Para classificação dos gastos energéticos existe uma extensa lista de unidades, como os gastos com energia elétrica é calculado por meio da medida em kWh, no entanto para quantificar os custos com a gasolina a unidade é em litros, essa variação de unidades, entretanto não admite que seja feita uma comparação de forma direta entre os diferentes tipos energéticos contabilizados, já que a presunção dos balanços energéticos é apresentar somente uma matriz dos fluxos das distintas formas de energia, se torna necessário então a adoção de uma única medida, uma unidade que seja comum para as diferentes fontes de energia, de modo que favoreça a utilização e apresentação do balanço energético (PEDERNEIRAS, 2007).

Mercado

O preço da pimenta variou de forma significativa nas últimas décadas, fazendo com que produtores apostassem no plantio da cultura e outrora que desistissem da mesma partindo para outra mais estável. Em 2014 por exemplo, o valor da pimenta do reino alcançou R\$ 14,42/kg, e continuou subindo chegando a R\$ 28, 90/kg em outubro de 2015. A partir de novembro de 2015, o preço começou a cair, chegando a R\$ 13,69/kg em abril de 2017 (CONAB, 2017).

Conforme o presidente da Cooperativa dos Produtores Agropecuários da Bacia do Cricaré (Coopbac), Erasmo Carlos diz que o produtor precisa para manter sua rentabilidade na pimenta do reino e vender a pimenta ao menos R\$ 10/kg. Porém, o valor segundo Carlos, chegou a R\$ 5/kg no ano de 2018 (GAZETA, 2019).

Secagem

O processo de secagem de grãos tem a finalidade de reduzir o teor de água afim de manter a qualidade do mesmo por um tempo mais longo. Isso ocorre pelo fato de que há uma

redução no metabolismo desse grão com a evaporação de grande parte da água no qual possui, fazendo com que as atividades biológicas fiquem mais lentas e assim levando mais tempo para o grão se deteriorar, e por consequência, dificulta o desenvolvimento de microrganismos (MARTINAZZO et al., 2007; SILVA et al., 2014).

A secagem de grãos demanda grande quantidade de energia, por esse motivo muitos produtores agrícolas buscam outras alternativas energéticas com o objetivo de reduzir os custos e buscar a viabilização do processamento dos produtos agrícolas, e uma das alternativas é a utilização energias a partir de biomassa produzidas na própria propriedade rural. Outras fontes são adotadas também para evitar a utilização da energia a partir de hidrelétricas e assim reduzir os custos (OLIVEIRA, MATA, 1999). Porém, a utilização da energia elétrica no processo de secagem da pimenta do reino ainda é pouco empregada na região Norte, e com a queda do valor bruto da pimenta, os gastos com energias no processo da secagem tem sido fatores determinantes e passível de se analisar a viabilidade da utilização dessa matriz através do análise da demanda de energia elétrica.

A definição do consumo específico de energia é como a quantidade de energia por unidade de massa necessária à remoção da água nos grãos. Dependendo do tipo de secador a energia do processo de secagem pode ser proveniente de combustíveis ou de energia elétrica ou como na maioria dos secadores com ambas as fontes para acionamento dos ventiladores e do aquecimento do ar. A implantação de análises e estudos do consumo de energia no processo de beneficiamento do grão implica no uso racional dessas fontes de forma a evitar o desperdício da mesma, evitando prejuízos ao produtor no final do processamento, inviabilizando a muitos a utilização desse sistema de secagem do leito fixo (LOPES, *et al.*, 2000).

Metodologia

Pesquisa

A presente pesquisa é de caráter quantitativo, realizada através de métodos experimentais, para a tabulação dos dados utilizou-se como suporte o Microsoft Excel 2016.

O secador

O equipamento consiste em um secador de leito fixo desenvolvido por alunos do curso de Engenharia Agrícola no laboratório de Secagem e Armazenamento de Produtos Agrícolas

da Universidade Federal Rural da Amazônia- Campus Tomé-Açu, funcionando com um motor de 1 cv de potência e rendimento de 76%, utilizando-se dois resistores de 1,2 e 1,5 KW com o intuito de realizar a geração de calor para o sistema. O fluxo de ar aquecido é transmitido e canalizado através de tubulações de pvc até um silo secador com capacidade de 50 kg.

As amostras

Foram utilizadas amostras de 5 Kg de pimenta do reino recém colhidas e debulhadas, do tipo Iaçará, Cingapura e Tiracota misturadas, levando em consideração que a prática do plantio nestas condições é comum na região.

A secagem

As amostras foram submetidas a secagem nas temperaturas de 50° C e 60° C como indica (ALVES, 2015), e com vazão do ar de 9 m³.s⁻¹ e 6 m³.s⁻¹ respectivamente, de acordo com a capacidade do equipamento, até que as mesmas obtivessem variação de peso desprezível segundo medições realizadas a cada uma hora.

As análises

A mensuração da quantidade de água evaporada no processo de secagem foi realizada de forma aproximada, através da fórmula:

$$U\% = \frac{P_i - P_f}{P_i} \cdot 100$$

Sendo:

U% - Umidade removida pelo processo (%)

P_i – Peso inicial da amostra.

P_f – Peso final da amostra.

A quantificação da energia específica demandada pelo sistema de secagem foi realizada segundo BOREN p. 249.

$$CEE = \frac{\text{Energia utilizada pelo secador}}{\text{Quantidade de água removida}}$$

Para obter o consumo da energia fornecida pelas concessionárias de energia utilizou-se o método descrito por MELO *et. al.* 2018 adaptado.

$$CT = Pot\ resist. \cdot \left(\frac{Pot\ nominal \cdot 0.736}{\epsilon} \right) \cdot \Delta t$$

Sendo:

CT – Consumo total de energia (kWh)

Pot nominal – Potência nominal (cv)

Pot resist – Potência dos resistores (KW)

Δt – Tempo do processo de secagem (h)

Resultados e Discussão

As curvas de secagem referentes a secagem em diferentes temperaturas (50°C e 60°C) no secador de leito fixo podem ser observadas nas Figuras 1 e 2.

Figura 1. Variação da massa de grãos em função do tempo de secagem, na temperatura de 50°C.

Fonte: Própria (2019).

Figura 2. Variação da massa de grãos em função do tempo de secagem, na temperatura de 60°C.

Fonte: Própria (2019).

a 50°C, a massa de grãos de Pimenta do reino inicial foi 5 kg, observando que a variação de massa foi maior na primeira hora de secagem, perdendo 467 g de massa dos grãos. Nessa figura, ainda pode-se observar, que após a primeira hora de secagem a perda de massa diminui gradativamente em função do tempo até atingir taxa de variação de massa menor de 30 g.

Na Figura 2, em que a secagem foi a 60° C, a massa dos grãos de 5 kg inicial teve maior variação na primeira hora comparado a Figura 1. Apresentando variação de massa de 706 g de massa, no entanto, o padrão de secagem se aproxima do apresentado na Figura 1, em que após a primeira hora de secagem a perda de massa diminui em função do tempo até atingir taxa de variação de massa menor de 30 g. Nessa Figura, pode-se observar ainda que o tempo gasto para a secagem foi menor.

A curva de consumo de energia, no processo de secagem da Pimenta do reino submetido a diferentes temperaturas de secagem (50°C e 60°C) pode ser observada nas Figuras 3 e 4.

Figura 3. Consumo de Energia elétrica em função do tempo de secagem da massa dos grãos de Pimenta do reino, submetida a 50°C.

Fonte: Própria (2019).

Figura 4. Consumo de Energia elétrica em função do tempo de secagem da massa dos grãos de Pimenta do reino, submetida a 60°C.

Fonte: Própria (2019).

Nota-se que a Figura 3 e 4, apresentam o consumo de energia elétrica em função do tempo. O consumo de energia elétrica em kWh foi diretamente proporcional ao tempo de secagem da Pimenta do reino. Na Figura 1, com a temperatura de secagem de 50°C, o tempo para a massa dos grãos atingir o padrão desejado é superior a secagem em temperatura a 60°C, conforme a Figura 2.

Com isso, observa-se elevado consumo na Figura 1, com a menor temperatura em relação

a secagem complementar com maior temperatura. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de elevadas temperaturas aumentar a taxa de água evaporada, dessa forma, quanto menor a temperatura de secagem, maior será o tempo para atingir a massa constante dos grãos, com isso, acarretando maior custo.

Tabela 1. A presente tabela mostra os resultados em diferentes temperaturas e vazões de: Massa evaporada (Kg); Tempo de Secagem (h); Consumo específico de energia (CEE) e Consumo total de energia (CT).

	Temperatura e Vazão	
	50° / 9 m ³ .s ⁻¹	60° / 6 m ³ .s ⁻¹
Massa evaporada (Kg)	3.275	3.380
Tempo de Secagem (h)	17	9
CEE (KJ/Kg)	3,78	3,66
CT (kWh)	44,54	25,53

Segunc Fonte: Própria (2019). de massa de água evaporada entre os dois processos de secagem pode ser considerada pequena, porém, quanto ao tempo decorrido até que as amostras alcancem o peso constante a variação de temperatura e vazão do ar implicou em uma diferença significativa. Essa variação de tempo resultou em um menor gasto de energia elétrica por parte do sistema quando se utilizou a temperatura a 60° C e a vazão de ar de 6 m³.s⁻¹, apresentando uma redução de 57,3% na demanda de energia e consequentemente no gasto financeiro.

Quanto ao consumo específico de energia para a secagem em diferentes temperaturas, observa-se que o consumo específico de energia se manteve próximo nas duas temperaturas (50°C e 60°C) havendo variação de 0,12 KJ/Kg entre elas. Segundo Thompson, citado por OSÓRIO (1982), o consumo específico para esse tipo de secador deve estar na faixa de 4.185 a 5.120 kj kg⁻¹ de água evaporada. Diante disso, pode-se observar que o consumo específico de energia nas temperaturas de 50°C e 60°C observado foi inferior ao citado por Thompson. Melo et al (2013) que obteve resultados semelhantes em sua pesquisa, considerando os resultados como muito bom.

Conclusão

A secagem da Pimenta do reino submetida a diferentes temperaturas apresentou dois parâmetros de gasto energético, sendo a temperatura de 50°C a de maior gasto energético e a de 60° de menor consumo. Portanto, a secagem a temperatura de 60°C mostrou-se a mais eficiente quanto ao gasto energético no processo de secagem artificial. Através da pesquisa podemos concluir também, que a secagem artificial apresentou caráter satisfatório quanto ao tempo de secagem, comparado ao método de secagem ao sol.

A utilização de métodos de secagem artificiais acarreta o aumento de gastos financeiros, mesmo sem levar em consideração o custo para obtenção ou confecção de um sistema de secagem deste porte, apenas o valor pago pela utilização da energia elétrica é o suficiente para elevar os custos do processo produtivo. Porém vale ressaltar que a aplicação de um sistema de secagem artificial gera benefícios para o produto final, tal como sua segurança sanitária, fator que nos últimos anos foi decisivo no processo de determinação do preço da Pimenta do reino no cenário mundial.

Referências

ALBIERO, D; **Tipos de energia utilizados na agricultura**. Jornal dia de campo, disponível em:<<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=23156&secao=Colunas%20e%20Artigos>> acesso em: 23 de Julho de 2019.

ALVES, D. **SECAGEM DE PIMENTA-DO-REINO PRETA (*Piper nigrum* L.) EM SECADOR DE LEITO FIXO**. 91f. Dissertação de Mestrado. UFScar, São Carlos, SP,2015.
ALVES, Danilo Aparecido Serafim et al. **Secagem de pimenta-do-reino preta (*Piper nigrum* L.) em secador de leito fixo**. 2015.

BORÉM, F. **Pós-Colheita do café**. Lavras : Ed. UFLA, 2007.CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento: Preços de Produtos Agrícolas. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 19 de Julho de 2019.

CONAB (2015) **Conjuntura pimenta do reino no Espírito Santo**. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/conjuntura de pimenta do reino 2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/conjuntura%20de%20pimenta%20do%20reino%202015.pdf) .Acesso em: 19 de Julho de 2019.

DESER. Departamento de estudos socioeconômicos. Secretaria de Agricultura Familiar. Curitiba, novembro, 2008.

DUARTE MLR (2004) **Cultivo da pimenta do reino na Região Norte**. Belém/PA: Embrapa Amazônia Oriental.p. 1-185.

EMBRAPA. **Manual Segurança e Qualidade para a Cultura da Pimenta-do-Reino**, EMBRAPA/SEDE, Brasília, 2004.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Procedimentos de Elaboração de Balanços Energéticos. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://www.sudene.gov.br/conteudo/download/PE_Procedimentos_Elaboracao.pdf>. Acesso em: 19 de Julho de 2019.

GAZETA; **Produção de pimenta-do-reino cresce, mas preço vira desafio**. Portal Campo Vivo. Linhares, ES. Disponível em:<<https://campovivo.com.br/economia/producao-de-pimenta-do-reino-cresce-mas-preco-vira-desafio/#respond>>. Acesso em: 19 de Julho de 2019.

IBGE (2018) **Produção Agrícola Municipal 2017: Produção Agrícola- Lavoura Permanente**. Disponível em:< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/localidade>> Acesso em: 19 de Julho de 2019.

LOPES, Roberto Precci; AFONSO, ADL; SILVA, J. de S. Energia no pré-processamento de produtos agrícolas. **Secagem e armazenamento de produtos agrícolas. Viçosa-MG: UFV**, v. 1, 2000. 198p.

MAGEVSKI GC, Czepak MP, Schimdt ER, Alexandre RS, Fernandes AA (2011) Vegetative propagation of wild species of the genus Piper, with potential for use as rootstocks in black pepper (*Piper nigrum*). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 13, n. SPE, p. 559–563.

MARTINAZZO, A. P.; CORRÊA, P. C.; RESENDE, O.; MELO, E. C. **Análise e descrição matemática da cinética de secagem de folhas de capim-limão**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 11, n. 3, p. 301-306, 2007.

MARTINS, P.M.; MARTINS, D.S.J.; **levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura da pimenta-do-reino na amazônia oriental**. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS), v.8, n.3, p.91-98, Setembro, 2018.

MELO, F. A. O; SILVA J. S; LOPES, R. P. **Análise e avaliação de um secador pneumático de fluxo concorrente com carga, revolvimento e descarga pneumáticos**. Cadernos UniFAO. Edição 22, Agosto/2013.

MELO, F. et al. **Avaliação energética de um sistema de secagem combinada para café cereja descascado**. Cadernos UniFAO. Edição 23, Dezembro/2013.

MENDES, M. I.S.; MADUREIRA, A. J. V.; (2014). **Estudo sobre balanço energético**. Revista SODEBRAS – Volume-9, n.102 – Junho/ 2014.

MENDONÇA, S.D.M.; **Biochar de caroço de açaí como condicionador de solo na produção de mudas de pimenta-doreino (*piper nigrum* L.)**, Dissertação (Mestrado), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-UNESP, 2019.

OLIVEIRA, J. R. MATA, MERMC Desenvolvimento experimental de uma bomba de calor: simulação de secagem de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), variedade carioca ‘. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 1, p. 75-79, 1999.

OSÓRIO, A G. S. **Projeto e construção de um secador intermitente de fluxos concorrentes e sua avaliação na secagem de café**. Viçosa, MG: UFV, 1982. 57p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 1982.).

PEDERNEIRAS, F. L. **Padronização metodológica de balanços energéticos e seu impacto no uso de indicadores**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/mpederneirasfl.pdf>> Acesso em: 19 de Julho 2019.

POLTRONIERI MC, LEMOS OFde (2014) **Pimenta-do-reino: Cultivares**. Belém/PA. Embrapa Amazônia Oriental. p. 1-2. SILVA, L. M. M. et al. **Modelos de predição da cinética de secagem dos grãos de guandu**. Campinas, v. 17, n. 4, p. 310-318, out./dez. 2014.

Soltis PS, Soltis DE, Chase MW (1999) Angiosperm phylogeny inferred from multiple genes as a tool for comparative biology. **Nature**, v. 402, n. 6760, p. 402–404.