



HUMBERTO PEREIRA DA SILVA

**COLHEITA, SECAGEM E EXTRAÇÃO DE
SEMENTES DE TABACO**

LAVRAS – MG

2014

HUMBERTO PEREIRA DA SILVA

COLHEITA, SECAGEM E EXTRAÇÃO DE SEMENTES DE TABACO

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Orientadora

Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho

LAVRAS - MG

2014

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Silva, Humberto Pereira da.

Colheita, secagem e extração de sementes de tabaco / Humberto
Pereira da Silva. – Lavras : UFLA, 2014.

106 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: Maria Laene Moreira de Carvalho.

Bibliografia.

1. *N. tabacum* L. 2. Colheita. 3. Secagem e extração das
sementes. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.715

HUMBERTO PEREIRA DA SILVA

COLHEITA, SECAGEM E EXTRAÇÃO DE SEMENTES DE TABACO

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 09 de maio de 2014.

Dr. Renato Mendes Guimarães	UFLA
Dr. Adriano Teodoro Bruzi	UFLA
Dra. Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa	EMBRAPA
Dr. Carlos Eduardo Pulcinelli	SOUZA CRUZ S.A.

Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho
Orientadora

LAVRAS - MG

2014

A Deus por me amparar e conduzir em todos os momentos da minha vida;

A minha mãe Dos Reis, pelo amor, paciência e dedicação;

Aos meus irmãos Benedita, Edelzina e José Carlos (*In memorian*), por toda ajuda e carinho prestados;

A todos os sobrinhos e afilhados, pela paciência e pela longa espera do meu regresso;

Aos tios, cunhados e cunhada, por estarem presentes com meus familiares na minha ausência;

A minha esposa Ana Paula, pela compreensão e dedicação durante as correções e aflições para a conclusão deste trabalho;

Ao meu filho Isacc, presente de Deus.

OFEREÇO

Passaram se os anos e chega à finalização de uma longa etapa de dedicação, espera e renúncia.

Com o fim nasce a sensação de vitória e

renasce a sensação um novo começo,

uma nova etapa, uma nova jornada.

A todos aqueles que acreditaram e

estiveram comigo nessa minha

trajetória

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Setor de Sementes do Departamento de Agricultura (DAG), pela oportunidade concedida para a realização do doutorado;

À CAPES e a Empresa Souza Cruz, pela concessão da bolsa de estudos e por possibilitar a realização das pesquisas;

A minha orientadora Maria Laene Moreira de Carvalho, pela orientação, ensinamentos, confiança e credibilidade no meu trabalho;

Aos professores do Setor de Sementes; Maria Laene Moreira de Carvalho, Édila Vilela de Resende Von Pinho, Renato Mendes Guimarães, João Almir de Oliveira e aos pesquisadores Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa e Antônio Rodrigues Vieira, pelos ensinamentos, dedicação e contribuições para o meu desenvolvimento acadêmico e profissional;

Aos membros da banca examinadora, Profa. Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho, Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães, Prof. Dr. Adriano Teodoro Bruzi, Dra. Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa e ao Dr. Carlos Eduardo Pulcinelli, pelos ensinamentos e sugestões;

Aos amigos Rodrigo, Cláudio, Andreia, Crislaine e Cibele, por terem sido meus olhos no momento de escuridão e a José Maria, pelo apoio em todos os momentos;

As colegas Jéssica, Stefânia e Tatiane, pela amizade e ajuda na condução dos ensaios;

Aos colaboradores da empresa Souza Cruz, em especial ao Carlos Eduardo Pulcinelli, Angenilson Delfrate, Ivan Agotani, Ana Hack, Egon e Lucas, pelo apoio estrutural e ensinamentos técnicos, para a condução e realização do trabalho;

RESUMO GERAL

Para a obtenção de lotes de qualidade, as etapas de colheita e pós-colheita são determinantes. A identificação do momento ideal da colheita seja por marcadores morfológica e/ou bioquímica que correlacionem com a maturidade fisiológica possibilita a obtenção de lotes homogêneo de alta qualidade. Além disso, a manutenção da qualidade inicial dos lotes é dependente da redução do teor de água pela secagem. No entanto, fatores como a duração e o teor de água no início e fim da secagem, o tipo de extração das sementes e a interação desses acarretarão em danos que poderão reduzir a qualidade dos lotes. Assim, foram desenvolvidos três ensaios relacionados à colheita, à secagem de frutos e à extração das sementes, para determinar um indicador morfológico e/ou bioquímico relacionado com a maturação fisiológica das sementes, monitorar a secagem dos frutos e das sementes e determinar o teor de água ideal dos frutos para a extração das sementes. No primeiro ensaio, frutos das cultivares CSC 444 e CSC 221 foram colhidos em diferentes estádios de maturação definidos pela aparência dos mesmos e avaliados em relação à qualidade fisiológica. Concluiu-se que a aparência do fruto é um indicador da maturidade dos frutos e da qualidade das sementes de tabaco. A enzima ADH é um indicativo do estágio ideal de colheita dos frutos das cultivares CSC 444 e CSC 221. Para o segundo ensaio, frutos das cultivar CSC 444 e CSC 221 nos estádios totalmente escuro, parcialmente escuro e seco, foram submetidos à secagem até 60 horas. Nas cultivares estudadas, CSC 444 e CSC 221, a perda de água dos frutos e das sementes secados a 35 °C é rápida nas primeiras 36 horas. Na cultivar CSC 221 o processo de secagem não afeta a germinação das sementes e o vigor é reduzido em frutos no estágio totalmente escuro. Na cultivar CSC 444, com o decorrer da secagem há uma redução na germinação das sementes provenientes de frutos no estágio parcialmente escuro e não ocorre alteração no vigor independentemente do estágio. No último ensaio, frutos com teores de água de 30; 24; 18 e 12% foram submetidos à extração das sementes em duas etapas. As sementes foram avaliadas quanto à germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação e sanidade. Concluiu-se que a maior quantidade de sementes é extraída na primeira trilha independentemente do teor de água dos frutos sem comprometer a germinação das sementes. Na da segunda trilha as sementes apresentam maior incidência dos fungos *Alternaria alternata*, *Cladosporium* spp. e *Fusarium* spp.

Palavras-chave: *N. tabacum* L.. Colheita. Secagem e extração das sementes.

GENERAL ABSTRACT

To obtain seed lots with quality, the steps before and after harvest are very important. The identification of the ideal moment of harvest, through morphological or biochemical markers which have correlation with physiologic maturity makes possible to obtain homogeneous lots with high quality. Besides this, the maintenance of initial quality is dependent of drying rate. However, some factors like time and the initial and final moisture content, the type of extraction and their interactions can cause damages that can reduce the quality of seed lots. In this way, three essays about those factors were carried out. In the first, fruits of cultivar CSC 444 and CSC 221 were collected according to maturation stage and it was concluded that the fruit aspect is an indicator of tobacco fruit maturity and seed quality. The activity of ADH enzyme is an indicative of the ideal stage of harvest for the cultivars CSC 444 and CSC 221. In the second essay, fruits of cultivar CSC 444 and CSC221 completely dark, partially dark and dry were subjected to drying for until 60 hours and it was observed that the loss of water in the seeds is fast in the first 36 hours at 35 °C, in both cultivars; in the cultivar CSC 221 the drying process do not affect the germination and the vigor is reduced in those seeds obtained from completely dark fruits. In the cultivar CSC 444, there is a reduction in the germination along the drying of partially dark fruits and do not have changes in the vigor independent of the stage . In the third essay, fruits with 30, 24, 18 and 12% moisture content and the seeds were obtained in two steps: processing and reprocessing. The reprocessing improve the amount of seeds produced, but negatively affects seed quality. In this case occurs high incidence of *Alternaria alternata*, *Cladosporium* sp. and *Fusarium* spp.

Keywords: *Nicotiana tabacum* L.. Harvest. Drying and seed extraction.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

- Figura 1 Frutos de tabaco das cultivares CSC 221 grupo varietal burley (A) e CSC 444 grupo varietal virgínia (B), e seus respectivos estádios de maturação: verde (V), verde com o ápice escuro (VE), parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S)..... 37
- Figura 2 Germinação acumulada de sementes de tabaco das cultivares CSC 444 grupo varietal virgínia (A) e CSC 221 grupo varietal burley (B), provenientes de frutos colhidos em diferentes estádios de maturação: verde (V), verde com o ápice escuro (VE), parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S)..... 42
- Figura 3 Perfil enzimático da catalase (CAT), extraídas de sementes de tabaco das cultivares CSC 444 (A) e CSC 221 (B), provenientes de frutos colhidos em diferentes estádios de maturidade: verde (V), verde com o ápice escuro (VE), parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S) 48
- Figura 4 Perfil enzimático das enzimas esterase (EST) e isocitrato desidrogenase (IDH), extraídas de sementes de tabaco das cultivares CSC 444 (A e C) e CSC 221 (B e D), provenientes de frutos colhidos em diferentes estádios de maturidade: verde (V), verde com o ápice escuro (VE), parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S) 50

Figura 5	Perfil enzimático das enzimas malato desidrogenase (MDH) e álcool desidrogenase (ADH), extraídas de sementes de tabaco das cultivares CSC 444 grupo varietal virgínia (A e C) e CSC 221 grupo varietal burley (B e D), provenientes de frutos colhidos em diferentes estádios de maturidade: verde (V), verde com o ápice escuro (VE), parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S)	52
Figura 6	Perfil eletroforético de proteínas resistentes ao calor extraídas de sementes de tabaco dos grupos varietais Burley e Virgínia provenientes de frutos colhidos em diferentes estádios de maturidade: P- padrão, verde (V), verde com o ápice escuro (VE), parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S).....	54
Figura 7	Atividade da enzima endo- β -mananase extraídas de sementes de tabaco da cultivar CSC 444 (A) e CSC 221 (B), provenientes de frutos colhidos em diferentes estádios de maturidade: verde (V), verde com o ápice escuro (VE), parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S)	55

CAPÍTULO 3

Figura 1	Estádios de maturação de frutos de tabaco das cultivares CSC 221 (A) e CSC 444 (B), submetidos à secagem: parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S).....	67
Figura 2	Curva de secagem de frutos (A) e de sementes (B), de tabaco da cultivar CSC 444, no estádios parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S). ** significativos a 1% de probabilidade pelo teste t.....	70

- Figura 3 Curva de secagem de frutos (A) e de sementes (B), de tabaco da cultivar CSC 221, extraídas de frutos colhidos nos estádios parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S). ** significativos a 1% de probabilidade pelo teste t 72
- Figura 4 Primeira contagem de germinação (PC%), de sementes de tabaco cultivar CSC 444 (A) e CSC 221 (B), extraídas de frutos colhidos nos estádios parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S) e submetidos ao processo de secagem. ** significativos a 1% de probabilidade pelo teste t 75
- Figura 5 Resultados médios da germinação das sementes de tabaco da cultivares CSC 444, extraídas de frutos colhidos nos estádios parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S) e submetidos ao processo de secagem. ** significativos a 1% de probabilidade pelo teste t..... 77
- Figura 6 Índice de velocidade de germinação (IVG), das sementes de tabaco das cultivares CSC 444 (A) e CSC 221 (B), extraídas de frutos colhidos nos estádios parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S) e submetidos ao processo de secagem. ** significativos a 1% de probabilidade pelo teste t 79
- Figura 7 Tempo médio de germinação (TMG), das sementes de tabaco da cultivares CSC 444 (A) e CSC 221 (B), extraídas de frutos colhidos nos estádios parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S) e submetidos ao processo de secagem. ** significativos a 1% de probabilidade pelo teste t 81

CAPÍTULO 4

- Figura 1 Peso total de sementes no processo de trilha e quebra durante o beneficiamento de sementes de tabaco extraídas de frutos em diferentes teores de água 94
- Figura 2 Resultados médios da na primeira contagem e na germinação das sementes de tabaco extraídas de frutos em diferentes teores de água. ** significativos a 1% de probabilidade pelo teste t..... 95
- Figura 3 Resultados médios do Índice de velocidade de germinação (IVG) e do tempo médio de germinação (TMG), de sementes de tabaco extraídas de frutos em diferentes teores de água. ** significativos a 1% de probabilidade pelo teste t..... 98
- Figura 4 Incidências dos fungos: *Alternaria alternata* (A), *Cladosporium* sp. (B) e *Fusarium* spp. (C) em sementes de tabaco provenientes de frutos submetidos ao processo de trilha em diferentes teores de água..... 102

SÚMARIO

CAPÍTULO 1 Introdução geral.....	13
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 Descrições da espécie e importância.....	15
2.2 Colheita e qualidade das sementes.....	17
2.3 Secagem e extração das Sementes de tabaco	21
REFERÊNCIAS	24
CAPÍTULO 2 Indicadores morfológicos, fisiológicos e bioquímicos da colheita de frutos de tabaco.....	31
1 INTRODUÇÃO.....	33
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4 CONCLUSÕES.....	57
REFERÊNCIAS	58
CAPÍTULO 3 Secagem de frutos e sementes e seus efeitos na qualidade das sementes de tabaco	63
1 INTRODUÇÃO.....	65
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	67
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	70
4 CONCLUSÃO.....	82
REFERÊNCIAS	83
CAPÍTULO 4 Momento ideal para a realização da trilha dos frutos de tabaco.....	86
1 INTRODUÇÃO.....	88
2 MATERIAL E METODOS.....	90
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	93
4 CONCLUSÕES.....	103
REFERÊNCIAS	104

CAPÍTULO 1 Introdução geral

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Nicotiana tabacum* L. apresenta como principais usos a indústria tabagista (tendo o cigarro como o principal produto) e no desenvolvimento de pesquisas científicas nas áreas de farmácia, fisiologia, virologia e transgenia. O tabaco é umas das culturas não alimentícias que garante maiores avanços econômicos e sociais em diversos países, como o Brasil.

Nos estados do sul do país (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná), a cultura gera diversos empregos nas diferentes etapas de produção e processamento. Durante a produção, no campo, há o envolvimento da mão de obra familiar, que promove a redução do êxodo rural, além de melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores envolvidos. O Brasil se destaca como o principal exportador de tabaco processado e de sementes para atender os diversos mercados do mundo.

Para atender as variações do mercado existe dentro da espécie uma diversidade de grupos varietais e de cultivares que são melhorados constantemente para atender as demandas. A diversidade de grupos torna-se um problema para a produção de sementes, devido à peculiaridade de cada material e a falta de informações na literatura, relacionada com as etapas de produção, de colheita, de secagem e de extração das sementes.

A colheita dos frutos de tabaco é dificultada pela desuniformidade ocasionada no florescimento e na maturação dos frutos. Assim, a etapa de colheita ocorre em vários momentos e em épocas distintas. O escalonamento da colheita predispõem os frutos a flutuações no campo de temperatura e da umidade relativa, o que dificulta a obtenção de lotes de maior qualidade.

Na ocasião da colheita os frutos e as sementes apresentam teor de água elevado necessitando assim de promover a secagem o mais rápido possível. A secagem é necessária para possibilitar a extração, o beneficiamento e o armazenamento das sementes. Contudo, é importante que se tenha conhecimento do processo de secagem de frutos e de sementes de tabaco como o teor de água inicial e final, a temperatura ideal e a duração do processo. Esses fatores são determinantes, visto que, quando realizada de forma incorreta a secagem pode promover a redução da qualidade dos lotes de sementes.

No momento da extração das sementes teores de água muito baixos ou elevados demais, associados à energia do impacto, as características estruturais das sementes, aos estádios de maturação e as configurações do equipamento de extração resultarão em danos mecânicos que afetarão a qualidade das sementes.

Dessa maneira, objetivou-se com o trabalho, determinar um indicador morfológico e/ou bioquímico relacionado com a maturação fisiológica das sementes, monitorar o processo de secagem dos frutos e das sementes e determinar o teor de água ideal dos frutos para proceder com a extração das sementes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Descrições da espécie e importância

O tabaco é nativo da América tropical e subtropical, sendo atualmente cultivado em todo o mundo (JUDE, 2013). De acordo com os relatos, a civilização Maia utilizava o tabaco para fumar, cheirar, mastigar, ou como aditivos na comida e na bebida (ZAGOREVSKI; LOUGHMILLER-NEWMAN, 2012). Pesquisas nas áreas de genética e citologia indicam que a espécie surgiu de um processo de hibridização entre duas espécies diploides, a *Nicotiana sylvestres* ($2n = 2x = 24$) com genoma S (maternal), e a *Nicotiana tomentosiformia* ($2n = 2x = 24$), que apresenta o genoma T (paternal) resultando em um anfidiplóide, com $2n = 4x = 48$ (SIERRO et al., 2013).

A espécie é autógama, de cultivo anual, com um ciclo de aproximadamente 190 dias. O gênero *Nicotiana* é membro da família Solanaceae e está dividido em três subgêneros (Rústica, *Tabacum* e *Petunioides*), e compreende mais de 64 espécies (GHOLIZADEH et al., 2012). Nessa família também inclui outras importantes espécies como o tomate, batatas, pepino, beringela e pimentas (BADSHAH et al., 2013).

A planta do tabaco pode apresentar até 2,5 metros, com folhas grandes e ovais, as flores têm formato de trompete com coloração branco-rosado (RAWAT; MALI, 2013). Os frutos são do tipo seco (capsular), deicentes contendo numerosas sementes (SILVA; MENTZ, 2005), que apresentam tamanho reduzido, sendo que, um grama contém 10 a 18 mil sementes (MAJDI et al., 2012) com teor de óleo de aproximadamente 40% (ANDRIANOV et al., 2010). Todas as partes da planta com exceção das sementes apresentam uma secreção contendo nicotina. Os grupos varietais são distinguidos com base no

método de cura e nas características bioquímicas da planta, em Virgínia, Burley, Dark (FRICANO et al., 2012), além de outros como Maryland e Amarelinho.

A fulmicultura mantém lugar de destaque devido à alta rentabilidade proporcionada quando comparada com as demais espécies não alimentícias (FUCHS et al., 2013). Isto, torna a espécie amplamente distribuída, sendo cultivada em 120 países devido à importância econômica e pelo seu desempenho sob diferentes condições edafoclimáticas (MINI; JABARRI, 2013). Os principais países produtores de tabaco são China, Brasil, Índia e EUA, já o consumo está distribuído em todos os países do mundo (PATEL et al., 2012).

O Brasil é o segundo maior produtor de tabaco, com destaque para os estados do sul (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná). Na safra de 2011/2012 foi registrada uma produção de 710 mil toneladas, sendo que deste total, 85% foi destinado ao mercado externo (SINDICATO DA INDÚSTRIA DO FUMO DA REGIÃO SUL DO BRASIL - SINDITABACO, 2014). Na safra 2012/2013 o setor fumageiro gerou 2,2 milhões de empregos distribuídos no campo e na cidade (ASSOCIAÇÃO DOS FUMICULTORES DO BRASIL - AFUBRA, 2014). Desse ciclo produtivo tem-se o envolvimento de aproximadamente 633 mil pessoas no meio rural, com uma receita bruta anual de R\$ 5,3 bilhões, o que promove o desenvolvimento socioeconômico da região e do país (SINDITABACO, 2014).

Além disso, a planta de tabaco serve de modelo com aplicabilidade na engenharia genética (ZHANG et al., 2007), pela facilidade da sua transformação genética (a espécie foi a primeira planta a ser transformada com sucesso, há 30 anos por Zambryski, o que abre a possibilidade de sua utilização para a síntese compostos farmacêuticos (DAVOODI-SEMIROMI; SAMSON; DANIELL, 2009; MORANDINI et al., 2011) e enzimáticos (AGRAWAL; VERMA; DANIELL, 2011; VERMA et al., 2010).

A diversidade de usos e a importância econômica da cultura do tabaco em âmbito nacional e internacional levam a uma grande demanda por sementes de qualidade, o que proporcionam avanços ao setor sementeiro. No Brasil, as sementes de tabaco são produzidas pelas indústrias fumageiras e parte delas são vendidas aos produtores (cooperados das empresas) e parte são exportadas (SEGATO; GABALDI, 2012).

Algumas peculiaridades da cultura como a desuniformidade da maturação (de flores, de frutos e de sementes), as dimensões reduzidas e a dormência das sementes, associadas com a falta de informações seguras sobre os processos de secagem, colheita e extração das sementes dificultam a obtenção de lotes com maior qualidade. Sobretudo, com a diversidade de materiais genéticos existentes entre os grupos varietais.

2.2 Colheita e qualidade das sementes

A utilização de lotes de alta qualidade pode elevar a produtividade, devido à uniformidade, a velocidade e ao percentual de emergência das plântulas decorrentes desses lotes (GHASSEMI-GOLEZANI et al., 2011). No sistema de produção do tabaco, existe uma fase de produção de mudas e em seguida o transplântio para o campo. As perdas proporcionadas por sementes não germinadas e plântulas pouco vigorosas afetam a produção de mudas e o replântio pode ocasionar uma desuniformidade de estande. Na literatura não existem informações científicas que associem os benefícios diretos da utilização de sementes vigorosas com o desenvolvimento e produtividade das plantas de tabaco no campo. Contudo, a produção de sementes de alta qualidade é uma estratégia importante para os produtores de sementes em geral (ESKANDARI, 2012).

A qualidade da semente é caracterizada por aspectos físicos, fisiológicos, sanitários e genéticos que são influenciados por diversos fatores (SURKI; SHARIFZADEH; AFSHARI, 2012), edafoclimáticos ou pela metodologia de condução das lavouras. Assim, durante a produção é necessário considerar aspectos como a escolha da área, época de plantio, momento da colheita, etapas de secagem e extração das sementes, beneficiamento e armazenamento a fim de garantir a manutenção da qualidade fisiológica das sementes.

Informações sobre a maturação fisiológica das sementes possibilitam a realização da colheita no momento adequado (SHARMA; SARDANA; KANDHOLA, 2013), o que pode influenciar na qualidade. O ponto ideal de colheita está associado ao estágio de maturidade em que as sementes se encontram (DEMIR; ASHIROV; MAVI, 2008). Na maturidade fisiológica tem-se a máxima viabilidade e vigor (NAUTIYAL; MISRA; ZALA, 2010).

No entanto, após a maturidade fisiológica, as sementes ficam sujeitas às alterações de natureza física, bioquímica e fisiológica que promovem a redução da qualidade (SEDIYAMA et al., 2012). Essas alterações caracterizam o início dos processos deteriorativos que se agravam com o aumento da umidade relativa do ar, temperatura e teor de água das sementes (SOWMYA et al., 2012). Essa deterioração, leva à emergência lenta e estandes irregulares quando comparados com lotes vigorosos (BIABANI et al., 2011). A utilização de lotes deteriorados, para a maioria das culturas pode acarretar em perdas anuais na ordem de 25% da safra colhida (MALIK, 2013) e também reduzem a taxa de crescimento das plantas (KAPOOR et al., 2010).

Por outro lado, segundo Olasoji et al. (2012), a realização da colheita antecipada (antes da maturidade fisiológica), reduz drasticamente a produção, a qualidade e a longevidade, por apresentar um grande número de sementes com as estruturas essenciais parcialmente desenvolvidas (imaturas). Portanto, um

aspecto primordial em qualquer cultura é a busca da determinação correta da maturidade fisiológica e o momento ideal para a realização da colheita, a fim de se obter lotes com a máxima viabilidade e vigor.

Diversas pesquisas destacam alguns marcadores na identificação do momento ideal para a realização da colheita, tais como a camada negra e a linha de leite na cultura do milho (FESSEL et al., 2001) o teor de água das sementes para o girassol (SILVA et al., 2009) a coloração de frutos para o pepino (NAKADA et al., 2011) e até mesmo a coloração das sementes para a calêndula (SILVEIRA; VILLELA; TILLMANN, 2002). Além desses, a avaliação de isoenzimas associados aos avanços da maturidade e aos processos deteriorativos das sementes, vêm ganhando grande espaço (TUNES et al., 2011; VIDIGAL et al., 2009). Dentre as enzimas a catalase, a esterase, a malato desidrogenase, o álcool desidrogenase, o isocitrato desidrogenase, as proteínas resistentes ao calor e a endo- β -mananase são as mais relatadas na literatura como indicadores da qualidade das sementes.

A enzima catalase (CAT), esta envolvida nos processos de remoção de radicais livres e a avaliação da sua atividade serve de indicativo da qualidade fisiológica das sementes. A função da CAT é catalisar a conversão do peróxido de hidrogênio (H_2O_2) em água (H_2O), protegendo as células de danos oxidativos (SCANDALIOS, 2005). Uma das causas da redução do vigor das sementes é atribuída à diminuição da atividade da CAT, por tornar as sementes vulneráveis aos efeitos deletérios de radicais livres sobre os ácidos graxos insaturados das membranas (ALBUQUERQUE et al., 2009).

Segundo Santos, Menezes e Villela (2004), a atuação da esterase (EST) está associada com as reações de hidrólise de ésteres, se correlacionando com o metabolismo de lipídios. Segundo Henning et al. (2009), o decréscimo da atividade da esterase associa-se com a perda da proteção dos fosfolipídios das membranas. Estudos em sementes de amendoim (AUNG; MCDONALD, 1995)

e milho (BRANDÃO JÚNIOR; CARVALHO; VIEIRA, 1999), evidenciaram a relação existente entre a diminuição da intensidade de bandas da EST com o avanço da deterioração das sementes.

A enzima malato desidrogenase (MDH), catalisa a conversão de malato em oxalacetato, tendo uma importante função de produção de NADH para o Ciclo de Krebs e geração de oxalacetato para biossínteses de aminoácidos (TUNES et al., 2011). A redução da atividade está associada à desestruturação das membranas das mitocôndrias, diminuindo a produção de ATP e a absorção de oxigênio (BRAY et al., 2000).

A atividade da enzima álcool desidrogenase (ADH), está relacionada à respiração anaeróbica, promovendo a redução do acetaldeído a etanol (VEIGA et al., 2010). Assim, com o aumento da atividade da ADH, as sementes ficam mais protegidas contra a ação deletéria do acetaldeído (VIDIGAL et al., 2009).

A enzima endo- β -mananase esta relacionada com a degradação do endosperma para a germinação de sementes (CAIXETA et al., 2014). Em culturas como o alface e café, em que as pesquisas já estão mais elucidadas, a endo- β -mananase é apontada como chave no processo de germinação, tendo influência na velocidade de germinação, por promover o enfraquecimento das paredes celulares do endosperma (SILVA et al., 2004). Veiga et al. (2007), observaram em café, maior atividade da enzima endo- β -mananase e maior potencial fisiológico nas sementes de frutos colhidos nos estádios mais avançados em relação aos estádios mais precoces.

Com relação às proteínas resistentes ao calor sua função ainda não está totalmente elucidada, mas sua abundância em organismos que toleram a desidratação possibilita inferir que as mesmas têm um papel importante na tolerância à dessecação (BLACKMAN; OBENDORF; LEOPOLD, 1995). Segundo José et al. (2012), proteínas resistentes ao calor em sementes de milho são correlacionadas com a tolerância à dessecação, tanto na fase de

desenvolvimento como na germinação das sementes, aumentando 44 dias após o florescimento, quando a tolerância à dessecação foi alcançada, e diminuindo após 18 horas de embebição, quando a tolerância foi perdida. Indicando que as semente estão prontas para tolerarem a desidratação.

No caso do tabaco, a atividade dessas enzimas e proteínas resistentes ao calor ainda não foram relatadas. O fato de em uma mesma planta existir flores, frutos e sementes em diferentes estádios de maturação, impossibilita a realização de uma colheita única e uniforme como é feito em culturas como o trigo, o feijão, a soja e o milho. Devido a essa peculiaridade, a busca de marcadores morfológicos ou bioquímicos torna-se necessária para compreender bem, as mudanças durante a maturação, identificando um marcador que se associe com os frutos, a fim de possibilitar a homogeneização dos lotes durante a colheita.

2.3 Secagem e extração das Sementes de tabaco

Para a obtenção de lotes de sementes de alta qualidade é necessário conhecer vários aspectos da cultura trabalhada. Esse conhecimento é necessário para que as sementes sejam retiradas do campo no momento correto (maturidade fisiológica), o processo de secagem seja eficiente (duração e temperatura correta), não apresente danos durante a trilha, o fluxo e os equipamentos utilizados durante o beneficiamento estejam corretos e o armazenamento possibilite a manutenção da qualidade inicial do lote.

Conforme já discutido, na maturidade fisiológica tem-se a maior qualidade das sementes. No entanto nessa ocasião o elevado teor de água das sementes faz com que seja necessário proceder a secagem antes de realizar a extração, o beneficiamento e o armazenamento das sementes, para isso, deve ser dada atenção especial à secagem (BABIKER et al., 2010). Na fase de pós-colheita, o processo de secagem é o mais utilizado para assegurar a qualidade e

estabilidade das sementes, já que com a diminuição do teor de água ocorre a redução da atividade biológica (ULLMANN et al., 2010).

A secagem é um processo simultâneo de transferência de calor do ar (insuflado), para a massa das sementes e da massa das sementes para o ar (GARCIA et al., 2004). No processo as sementes, por serem higroscópicas, sofrem variações no teor de água até que a pressão de vapor e a temperatura tenham valores semelhantes ao atingir o equilíbrio energético, hídrico e térmico (ALMEIDA et al., 2013). De acordo com Menezes et al. (2012), existem diversas maneiras para proceder com a secagem. Os métodos podem ser natural ou artificial, a opção decorre principalmente do volume de sementes a ser secada (ZONTA et al., 2011).

Apesar de ser um processo corriqueiro para muitas espécies a secagem se realizada de forma incorreta pode causar danos e reduzir o potencial de armazenamento das sementes (SILVA et al., 2011). A redução da qualidade das sementes com a secagem decorre da espécie trabalhada, tempo de exposição, método de secagem, temperaturas elevadas que podem ocasionar em danos nas membranas celulares, desnaturação de proteínas e fissuras nas sementes (MENEZES et al., 2012). Além disso, em função da composição química, o calor excessivo pode afetar a qualidade, principalmente em espécies oleaginosas (DARVISHI et al., 2013) como o tabaco. Segundo Zonta et al. (2011), a temperatura máxima às quais as sementes podem ser expostas, depende do teor de água inicial e do tempo de exposição a essa condição.

Em relação ao tempo, a secagem, quando realizada de forma rápida pode danificar o sistema de membranas, sendo necessário mais tempo para os reparos de reidratação das sementes após a secagem (NAKADA et al., 2011). Segundo Almeida et al. (2009), altas taxas de remoção de água podem afetar substancialmente a qualidade das sementes. A secagem rápida promove a

redução da viabilidade das sementes (PEREIRA et al., 2012; VIEIRA et al., 2007).

A secagem de sementes com elevado teor de água deve ser executada de forma cuidadosa, para evitar danos com consequente perda na viabilidade e na qualidade das sementes (QUEIROZ et al., 2011). Para Silva et al. (2007), a secagem de sementes com elevados teores de água causam danos nas membranas que resultam na redução da qualidade fisiológica das sementes. Além do teor de água inicial, a secagem das sementes após o teor de água crítico pode reduzir a qualidade das sementes (BABIKER et al., 2012).

A redução do teor de água se faz necessário para viabilizar o processo de extração das sementes do interior dos frutos, já que, de acordo com o teor de água as sementes poderão apresentar maiores ou menores percentuais de danos. Para Szwed e Lukaszuk (2007), baixos teores reduzem a elasticidade das sementes o que leva ao surgimento de danos à estrutura interna, já os teores elevados aumentam a elasticidade e a capacidade de deformação das mesmas por amacamento. De acordo com Shahbazi, Valizadeh e Dowlatshah (2012), os danos dependem de uma série de fatores, tais como a energia do impacto, as características estruturais das sementes, o teor de água, o estado de maturação e as configurações do equipamento de extração.

A falta de equipamentos específicos para a extração das sementes de tabaco leva a necessidade da adaptação de máquinas, nem sempre ideais, para a atividade. Essas adaptações e a falta de conhecimento sobre o processo de extração podem possibilitar a predisposição das sementes a danos mecânicos. Assim, como a secagem pode acarretar em danos irreversíveis é necessária a busca por informações relativas ao processo, a fim, de viabilizar a extração, beneficiamento e o armazenamento das sementes.

REFERÊNCIAS

AGRAWAL, P.; VERMA, D.; DANIELL, H. Expression of *Trichoderma reesei* b-mannanase in tobacco chloroplasts and its utilization in lignocellulosic woody biomass hydrolysis. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 6, n. 12, p. 1-10, 2011.

ALBUQUERQUE, K. S. et al. Alterações fisiológicas e bioquímicas durante a embebição de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 249-258, 2009.

ALMEIDA, D. P. et al. Cinética de secagem do feijão adzuki (*Vigna angularis*). **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 2, n. 1, p. 72-83, 2009.

ALMEIDA, D. P. et al. Influência da secagem na qualidade fisiológica do feijão adzuki. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 8, n. 2, p. 311-315, 2013.

ANDRIANOV, V. et al. Tobacco as a production platform for biofuel: overexpression of Arabidopsis DGAT and LEC2 genes increases accumulation and shifts the composition of lipids in green biomass. **Plant Biotechnology Journal**, Oxford, v. 8, n. 3, p. 277-287, 2010.

ASSOCIAÇÃO DOS FUMICULTORES DO BRASIL. **Produção agropecuária**. Disponível em: <<http://www.afubra.com.br/index.php/conteudo/show/id/93>>. Acesso em: 5 jan. 2014.

AUNG, U. T.; MCDONALD, M. B. Changes in esterase activity associated with peanut (*Arachis hypogaea* L.) seed deterioration. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 23, n. 1, p. 101-111, 1995.

BABIKER, A. Z. et al. Effects of low cost drying methods on seed quality of *Sorghum bicolor* (L.). **African Journal of Plant Science**, Lagos, v. 4, n. 9, p. 339-345, 2010.

BADSHAH, H. et al. Screening of elite tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) genotypes for their physiological traits and resistant to tobacco bud worm (*Heliothis virescens* F.). **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v. 45, n. 2, p. 671-675, 2013.

BIABANI, A. et al. Effects of seed deterioration and inoculation with *Mesorhizobium cicerion* yield and plant performance of chickpea. **Australian Journal of Crop Science**, Melbourne, v. 5, n. 1, p. 66-70, 2011.

BLACKMAN, S. A.; OBENDORF, R. L.; LEOPOLD, A. C. Desiccation tolerance in developing soybean seeds: the role of stress proteins. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 93, n. 4, p. 630-638, 1995.

BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; CARVALHO, M. L. M.; VIEIRA, M. G. G. C. Variações eletroforéticas de proteínas e isoenzimas relativas à deterioração de sementes de milho envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 114-121, 1999.

BRAY, E. A.; BAILEY-SERRES, J.; WERETILNYK, E. Responses to abiotic stresses. In: BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. (Ed.). **Biochemistry and molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. p. 1158-1203.

CAIXETA, F. et al. Physiological and biochemical alterations during germination and storage of habanero pepper seeds. **African Journal of Agricultural Research**, Nairobi, v. 9, n. 6, p. 627-635, 2014.

DARVISHI, H. et al. Characteristics of sunflower seed drying and microwave energy consumption. **International Agrophysics**, Lublin, v. 27, n. 2, p. 127-132, 2013.

DAVOODI-SEMIROMI, A.; SAMSON, N.; DANIELL, H. The green vaccine: a global strategy to combat infectious and autoimmune diseases. **Human Vaccines**, Berlin, v. 5, n. 7, p. 488-493, 2009.

DEMIR, I.; ASHIROV, A. M.; MAVI, K. Effect of seed production environment and time of harvest on tomato (*Lycopersicon esculentum*) seedling growth. **Research Journal of Seed Science**, Berlin, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2008.

ESKANDARI, H. Seed quality variation of crop plants during seed development and maturation. **International Journal of Agronomy and Plant Production**, Lahore, v. 3, n. 11, p. 557-560, 2012.

FESSEL, S. A. M. et al. Maturidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 191-197, 2001.

- FRICANO, A. et al. Molecular diversity, population structure, and linkage disequilibrium in a worldwide collection of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) germplasm. **BMC Genetics**, London, v. 13, n. 18, p. 1-13, 2012.
- FUCHS, J. et al. A noninvasive platform for imaging and quantifying oil storage in submillimeter tobacco seed. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 161, n. 2, p. 583-593, 2013.
- GARCIA, D. C. et al. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 603-608, 2004.
- GHASSEMI-GOLEZANI, K. et al. Field performance of differentially deteriorated seed lots of maize (*Zea mays*) under different irrigation treatments. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici**, Cluj-Napoca, v. 39, n. 2, p. 160-163, 2011.
- GHOLIZADEH, S. et al. Molecular characterization and similarity relationships among flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) genotypes using simple sequence repeat markers. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici**, Cluj-Napoca, v. 40, n. 2, p. 247-253, 2012.
- HENNING, F. A. et al. Qualidade fisiológica, sanitária e análise de isoenzimas de sementes de aveia-preta tratadas com diferentes fungicidas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 3, p. 63-69, 2009.
- JOSÉ, S. G. B. R. et al. Padrão eletroforético de proteínas resistentes ao calor em sementes de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 2, p. 115-121, fev. 2005.
- JUDE, C. A. Extraction, characterization and industrial applications of tobacco seed oil (*Nicotiana tabacum*). **Chemistry and Materials Research**, Pittsburgh, v. 3 n. 2, p. 19-22, 2013.
- KAPOOR, R. et al. Seed Deterioration in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) under accelerated ageing. **Asian Journal of Plant Sciences**, Beijing, v. 9, n. 3, p. 158-162, 2010.
- MAJDI, S. et al. Supercritical fluid extraction of tobacco seed oil and its comparison with solvent extraction methods. **Journal of Agricultural Science and Technology**, London, v. 14, n. 5, p. 1043-1051, 2012.

MALIK, C. P. J. e. Seed deterioration: a review. **International Journal of Life Sciences Biotechnology and Pharma Research**, New Delhi, v. 2, n. 3, p. 374-385, 2013.

MENEZES, N. L. et al. Using X rays to evaluate fissures in rice seeds dried artificially. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 70-77, 2012.

MINI, M. P. M.; RAZEENA, B. Comparison of *Nicotiana tabacum* L. cultivation in different agronomic, geographic and climatic conditions of kasaragod dist of Kerala, India. **International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences**, Allahabad, v. 3, n. 4, p. 70-75, 2013.

MORANDINI, F. et al. Nonfood/feed seeds as biofactories for the high-yield production of recombinant pharmaceuticals. **Plant Biotechnology Journal**, Oxford, v. 9, n. 8, p. 911-921, 2011.

NAKADA, P. G. et al. Desempenho fisiológico e bioquímico de sementes de pepino nos diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 113-122, 2011.

NAUTIYAL, P. C.; MISRA, J. B.; ZALA, P. V. Influence of seed maturity stages on germinability and seedling vigor in groundnut. **Journal of SAT Agricultural Research**, Andhra Pradesh, v. 8, n. 1, p. 1-10, 2010.

OLASOJI, O. J. et al. Variation in germination and seed longevity of kenaf (*Hibiscus cannabinus*) as affected by different maturity and harvesting stages. **Journal of Stored Products and Postharvest Research**, Sapele, v. 3, n. 12, p. 167-171, 2012.

PATEL, J. N. et al. Heterosis and relative heterosis in tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). **International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences**, Allahabad, v. 2, n. 2, p. 270-275, 2012.

PEREIRA, W. V. S. et al. Desiccation tolerance of *Tapirira obtusa* seeds collected from different environments. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 388-396, 2012.

QUEIROZ, L. A. F. et al. Época de colheita e secagem na qualidade de sementes de pimenta Habanero yellow. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 472-481, 2011.

RAWAT, A.; MALI, R. R. Phytochemical properties and pharmacological activities of *Nicotiana Tabacum*: a review. **Indian Journal of Pharmaceutical and Biological Research**, Puducherry, v. 1, n. 2, p. 74-82, 2013.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 110-119, 2004.

SCANDALIOS, J. G. Oxidative stress: molecular perception and transduction of signals triggering antioxidant gene defenses. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, Ribeirão Preto, v. 38, n. 7, p. 995-1014, 2005.

SEDIYAMA, C. A. Z. et al. Qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja por meio do condicionamento osmótico. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 3, n. 2, p. 90-97, 2012.

SEGATO, S. V.; GABALDI, F. C. Fungos associados às sementes de fumo (*Nicotiana tabacum* L.). **Nucleus**, Ituverava, v. 9, n. 2, p. 1-6, 2012.

SHAHBAZI, F.; VALIZADEH, S.; DOWLATSHAH, A. Mechanical damage to wheat and triticale seeds related to moisture content and impact energy. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**, Beijing, v. 14, n. 4, p. 150-155, 2012.

SHARMA, P.; SARDANA, V.; KANDHOLA, S. S. Effect of sowing dates and harvesting dates on germination and seedling vigor of groundnut (*Arachis hypogaea*) cultivars. **Research Journal of Seed Science**, Berlin, v. 6, n. 1, p. 1-15, 2013.

SIERRO, N. et al. Whole genome profiling physical map and ancestral annotation of tobacco Hicks Broadleaf. **The Plant Journal**, Oxford, v. 75, n. 5, p. 880-889, 2013.

SILVA, E. A. A. et al. Abscisic acid controls embryo growth potential and endosperm cap weakening during coffee (*Coffea arabica* cv. Rubi) seed germination. **Planta**, Berlin, v. 220, n. 2, p. 251-261, 2004.

SILVA, H. P. et al. Momento ideal para a colheita do girassol em função da coloração do dorso dos capítulos. **Agrarian**, Dourados, v. 2, n. 4, p. 41-48, 2009.

SILVA, M. V.; MENTZ, L. A. O genero *Nicotiana* L. (Solanaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia: Série Botânica**, Porto Alegre, v. 60, n. 2, p. 151-173, 2005.

SILVA, T. T. A. et al. Teor de água na colheita e temperatura de secagem na qualidade de sementes de sorgo, durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 10, n. 1, p. 66-81, 2011.

SILVEIRA, M. A. M.; VILLELA, F. A.; TILLMANN, M. A. A. Maturação fisiológica de sementes de calêndula (*Calendula officinalis* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 31-37, 2002.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DO FUMO DA REGIÃO SUL DO BRASIL. **Dimensões do setor**. Disponível em: <<http://sinditabaco.com.br/sobre-o-setor/dimensoes-do-setor/>>. Acesso em: 5 jan. 2014.

SOWMYA, K. J. et al. Effect of fruit maturity stages on seed quality parameters in jatropha (*Jatropha curcas* L.). **Indian Journal of Plant Sciences**, Jaipur, v. 1, n. 1, p. 85-90, 2012.

SURKI, A. A.; SHARIFZADEH, F.; AFSHARI, R. T. Effect of drying conditions and harvest time on soybean seed viability and deterioration under different storage temperature. **African Journal of Agricultural Research**, Nairobi, v. 7, n. 36, p. 5118-5127, 2012.

SZWED, G.; LUKASZUK, J. Effect of rapeseed and wheat kernel moisture on impact damage. **International Agrophysics**, Lublin, v. 21, n. 3, p. 299-304, 2007.

TUNES, L. M. et al. Influência dos diferentes períodos de colheita na expressão de isoenzimas em sementes de cevada. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 58, n. 2, p. 178-184, 2011.

ULLMANN, R. et al. Qualidade das sementes de pinhão manso submetidas à secagem artificial. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 442-447, 2010.

VEIGA, A. D. et al. Armazenabilidade de sementes de cafeeiro colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 83-91, 2007.

VEIGA, A. D. et al. Influência do potássio e da calagem na composição química, qualidade fisiológica e na atividade enzimática de sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 953-960, set./out. 2010.

VERMA, D. et al. Chloroplast-derived enzyme cocktails hydrolyse lignocellulosic biomass and release fermentable sugars. **Plant Biotechnology Journal**, Oxford, v. 8, n. 3, p. 332-350, 2010.

VIDIGAL, D. S. et al. Alterações fisiológicas e enzimáticas durante a maturação de sementes de pimenta (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira de Semente**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 129-136, 2009.

VIEIRA, A. R. et al. Armazenamento de sementes de cafeeiro: ambientes e métodos de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 76-82, 2007.

ZAGOREVSKI, D. V.; LOUGHMILLER-NEWMAN, J. A. The detection of nicotine in a Late Mayan period flask by gas chromatography and liquid chromatography mass spectrometry methods. **Rapid Communications in Mass Spectrometry**, Chichester, v. 26, n. 4, p. 403-411, 2012.

ZHANG, H. Y. et al. Insect-resistant transgenic tobacco plants containing both B.t and GNA genes. **Biologia Plantarum**, Copenhagen, v. 51, n. 4, p. 746-748, 2007.

ZONTA, J. B. et al. Diferentes tipos de secagem: efeitos na qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 33, n. 4, p. 721-731, 2011.

CAPÍTULO 2 Indicadores morfológicos, fisiológicos e bioquímicos da colheita de frutos de tabaco

RESUMO

Para a cultura do tabaco, há uma carência de informações na literatura sobre o sistema de produção de sementes, que incluem os marcadores dos frutos para a realização da colheita. Objetivou-se com o trabalho avaliar a possibilidade da utilização da aparência do fruto como indicador da maturação fisiológica para as cultivares de tabaco CSC 444 (virginia) e CSC 221 (burley), e as alterações fisiológicas e bioquímicas das sementes a fim de se estabelecer o momento ideal da colheita. Para tanto, frutos de tabaco da cultivar CSC 444 e CSC 221, foram colhidos em diferentes estádios de maturação e avaliados em relação a qualidade fisiológica por meio da germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), tempo para ocorrência de 50% da germinação (T_{50}), germinação média acumulada e emergência de plântulas. Foram também avaliadas as atividades das enzimas catalase (CAT), esterase (EST), isocitrato desidrogenase (IDH), malato desidrogenase (MDH), álcool desidrogenase (ADH), endo- β -mananase e proteínas resistentes ao calor. Conclui-se que a aparência do fruto é um indicador da maturidade dos frutos e da qualidade das sementes de tabaco. Os frutos parcialmente escuro da cultivar CSC 444 e secos da cultivar CSC 221, proporcionam sementes de melhor qualidade. A enzima ADH é um indicativo do estágio ideal de colheita dos frutos das cultivares CSC 444 e CSC 221.

Palavras-Chave: *Nicotiana tabacum* L.. Maturidade fisiológica. Vigor.

ABSTRACT

For tobacco crop, there is few information in the literature about the system of seeds production that include the fruits markers to do the harvest. It was aimed to evaluate the possibility of to use the fruit appearance as an indicator of physiological maturation for the cultivars CSC 444 (Virgínia) and CSC221 (Burley), and the physiological and biochemical changes in seeds to establish the ideal moment to harvest. Fruits of cultivars CSC 444 and CSC 221 were harvested in different maturation stadiums and the physiological quality was evaluated by mean of percentage of germination, first count of germination, germination speed index, t50, average accumulated germination and seedling emergence. The activity of catalase, esterase, isocitrate dehydrogenase, malate dehydrogenase, alcohol dehydrogenase, endo- β -mananase and heat resistant proteins. It was concluded that the fruit appearance is an indicator of maturity and tobacco seeds quality. The partially dark fruits of cultivar CSC 444 and dry fruits of cultivar CSC 221 provide seeds with higher quality. The ADH inzyme can be a marker of the ideal stadium to harvest the fruits of both cultivars.

Keywords: *Nicotiana tabacum* L.. Physiological maturity. Vigor.

1 INTRODUÇÃO

A germinação e o vigor são atributos fisiológicos importantes a serem considerados na avaliação da qualidade de um lote em qualquer programa de produção de sementes. Geralmente, fatores como o material genético utilizado, o ambiente durante a produção e o estágio de maturação dos frutos por ocasião da colheita podem afetar de modo positivo ou negativo a qualidade das sementes (MOSHATATI; GHARINEH, 2012). Segundo Eskandari (2012), o estágio fisiológico em que as sementes são colhidas tem efeito na velocidade da deterioração e conseqüentemente na sua conservação.

A qualidade é alcançada gradualmente durante o desenvolvimento das sementes e normalmente é máxima com o acúmulo máximo de massa seca (OLASOJI et al., 2012), período em que na maioria das culturas, obtêm-se altos índices de germinação e vigor, sendo identificado como maturidade fisiológica (QUEIROZ et al., 2011). Na tecnologia de sementes uma vertente de grande importância é a busca de indicadores da maturidade fisiológica que possam ser detectados em plantas, frutos e/ou sementes capazes de se correlacionarem com a qualidade das sementes para se obter lotes de elevada qualidade.

Diversos estudos destacam alguns indicadores que são largamente utilizados para a identificação da maturidade fisiológica, tais como a camada negra e a linha de leite na cultura do milho (FESSEL et al., 2001) o teor de água das sementes de girassol (SILVA et al., 2009) a coloração de frutos no pepino (NAKADA et al., 2011) e até mesmo a coloração das sementes como no caso da calêndula (SILVEIRA; VILLELA; TILLMANN, 2002). Além desses, os marcadores isoenzimáticos associados aos avanços da maturidade e aos processos deteriorativos das sementes, vêm ganhando grande destaque (TUNES et al., 2011; VIDIGAL et al., 2009) como ferramentas no processo de identificação do nível de qualidade das sementes.

O conhecimento do ponto ideal de colheita definido por marcadores (morfológicos e/ou bioquímicos) permite estabelecer a época ideal da colheita, e com isso um melhor planejamento das operações de secagem e beneficiamento (SOWMYA et al., 2012), aumentando as possibilidades de obtenção de lotes com maior qualidade.

A partir da maturidade fisiológica as sementes estão sujeitas às alterações degenerativas de natureza física, fisiológica e bioquímica que podem resultar na redução da qualidade (SEDIYAMA et al., 2012). Dessa forma, é necessário conhecer o processo de maturação fisiológica para a compreensão do mecanismo de propagação de qualquer espécie e ao mesmo tempo fazer a programação das etapas da colheita (ALVES et al., 2005).

Independentemente do parâmetro usado, para definir o ponto de colheita, a funcionalidade e as mudanças que acompanham os marcadores estão ligadas às alterações decorrentes do ambiente de produção. A identificação incorreta desse ponto ideal pode afetar a qualidade das sementes produzidas. A antecipação da colheita irá ocasionar a produção de lotes com qualidade inferior devido ao maior número de sementes imaturas, enquanto que a colheita tardia terá como consequência uma maior deterioração das sementes a campo (ESKANDARI, 2012). Existem culturas em que essas informações ainda não estão consolidadas, como é o caso do tabaco.

No tabaco, a desuniformidade no florescimento entre plantas e em uma mesma planta causa influência na maturação dos frutos e conseqüentemente isso reflete na qualidade dos lotes formados. Em uma mesma planta existem flores, frutos e sementes em diversos estádios de desenvolvimento, resultando na necessidade da realização de várias colheitas. Esse fato torna o sistema dependente do trabalho manual, uma vez que a colheita é realizada de planta a planta com a coleta dos frutos à medida que ocorre a maturação. A colheita manual onera os custos de produção de sementes, mas em contrapartida

possibilita a padronização e a homogeneização dos lotes, desde que seja realizada no momento oportuno.

Devido a essa peculiaridade da produção de sementes de tabaco, o ideal é que se tenha um marcador associado com o aspecto dos frutos, que possibilite a homogeneização dos lotes durante a colheita. A coloração dos frutos vem sendo adotada em espécies como *Campomanesia xanthocarpa* (HERZOG; MALAVASI; MALAVASI, 2012), *Tibouchina granulosa* (LOPES; DIAS; PEREIRA, 2005), *Peschiera fuchsiaefolia* (MARTINS et al., 2004), sendo, como um eficiente método na determinação da maturidade fisiológica das sementes.

Diante do exposto, considerando a importância econômica da cultura do tabaco e a escassez de informações na literatura relacionadas à maturidade fisiológica dos diferentes cultivares e grupos varietais, o propósito com este trabalho foi de avaliar a possibilidade da utilização da aparência do fruto como indicador da maturação fisiológica para as cultivares de tabaco CSC 444 (virginia) e CSC 221 (burley), e as alterações fisiológicas e bioquímicas das sementes a fim de se estabelecer o momento ideal da colheita.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes, do Departamento de Agricultura, da Universidade Federal de Lavras – MG, em parceria com o Centro de Melhoramento de Tabaco – CMT da empresa Souza Cruz S.A., situado no município de Rio Negro – PR.

As sementes de *Nicotiana tabacum* L. foram obtidas de dois campos distintos de produção de sementes do CMT; um de plantas da cultivar CSC 444 do (grupo varietal virgínia) e o outro de plantas da cultivar CSC 221 (grupo varietal burley).

De cada campo de produção de sementes, foram colhidos frutos em diferentes estádios de maturação baseados no aspecto dos mesmos. Os frutos apresentavam aspecto: verde (V), verde com o ápice escuro (VE), parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S) (Figura 1).

O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados com cinco tratamentos (estádios de maturação dos frutos) e quatro repetições. Na época da colheita, cada campo foi dividido em quatro blocos para a coleta de 500 frutos por estádios, que foram acondicionados em sacos de tecido não tecido (TNT). Em seguida os frutos foram submetidos ao processo de secagem, onde permaneceram em um secador estacionário a uma temperatura constante de 35 °C.

A secagem foi realizada até que as sementes atingiram um teor de água de 7%. Para o monitoramento da secagem, o teor de água das sementes foi determinado pelo método de estufa em alta temperatura com duas subamostras mantidas em estufa a uma temperatura de 130 - 133 °C durante 1 hora (BRASIL, 2009).

Finalizada a secagem, as sementes foram extraídas manualmente e beneficiadas em peneiras de 30 mesh. Posteriormente, foram acondicionadas em

embalagens impermeáveis e encaminhadas para o laboratório para proceder com as avaliações.

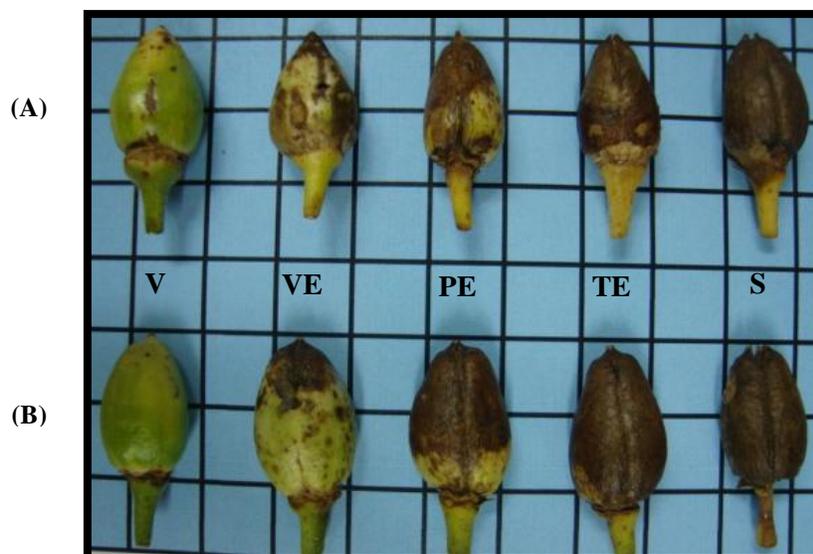


Figura 1 Frutos de tabaco das cultivares CSC 221 grupo varietal burley (A) e CSC 444 grupo varietal virginia (B), e seus respectivos estádios de maturação: verde (V), verde com o ápice escuro (VE), parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S)

No laboratório, as sementes de cada tratamento foram dispostas sobre uma superfície lisa e plana, onde se realizou a homogeneização e divisão das amostras pelo método de divisões sucessivas, até a obtenção do número mínimo de sementes para a condução de cada teste (BRASIL, 2009).

Germinação: conduzida com 200 sementes (quatro subamostras de 50), distribuídas sobre substrato de papel mata borrão umedecido com uma solução de KNO_3 na concentração de 0,2% equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco colocado em caixas plásticas transparentes (11 x 11 x 3,5 cm) tipo gerbox.

As sementes foram mantidas em germinador tipo BOD à temperatura de 20-30 °C e fotoperíodo diário de oito horas. Avaliou-se no sétimo dia da montagem do teste a **primeira contagem de germinação** e ao décimo sexto dia a **germinação**, pela contagem de plântulas normais, sendo os resultados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).

Índice de Velocidade de germinação (IVG): realizado conjuntamente ao teste de germinação, pela contagem diária da protrusão radicular. Para o cálculo do índice utilizou-se a expressão proposta por Maguire (1962).

Tempo para ocorrência de 50% de protrusão radicular (T₅₀): calculado pela equação proposta por Guimarães (2000) referente ao tempo necessário para ocorrência de 50% de germinação.

Germinação média acumulada: efetuou-se a contagem diária da protrusão radicular, durante 16 dias e com os dados obtidos foram plotados os gráficos de cada estágio.

Emergência e velocidade de emergência da plântula: esse teste foi realizado em casa de vegetação. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento. As sementes foram semeadas em bandejas de poliestireno de 200 células utilizando substrato comercial Mecplant®. Após a semeadura as bandejas foram mantidas em sistema “floating” sob uma lâmina de água de 5 cm. Aos 21 dias avaliou-se a porcentagem de plântulas emergidas.

Perfis isoenzimáticos: Duas subamostras de sementes secas foram maceradas, na presença de polivinilpirrolidona e nitrogênio líquido, em cadinhos de porcelana. Para cada enzima foram tomadas amostras de 100 mg do macerado, as quais foram acondicionadas em microtubos onde foram adicionados 250 µL de tampão de extração (Tris HCl 0,2 M, pH 8,0) e 0,1% de β-mercaptaenol. Estas permaneceram “overnight” e posteriormente centrifugadas a 14000 rpm por 30 minutos, a 4 °C. Do sobrenadante, foram retirados 60 µL com posterior aplicação em gel de poliacrilamida 7,5% (gel

separador) e 4,5% (gel concentrador). A corrida eletroforética foi submetida à voltagem constante de 120 V por cinco horas. Após este período, os géis foram revelados para as enzimas catalase, esterase, isocitrato desidrogenase – IDH, malato desidrogenase – MDH e álcool desidrogenase – ADH, utilizando metodologia descrita por Alfenas (2006).

Análise de proteínas resistentes ao calor: sementes de tabaco, embebidas por 5 horas, foram maceradas em cadinho na presença de nitrogênio líquido, adicionou-se tampão de extração segundo Alfenas (1998), na proporção de 10:1 (partes de tampão/partes da amostra). As amostras foram centrifugadas a 14000 rpm por 30 minutos, a 4 °C. O sobrenadante foi separado e incubado em banho-maria a 85 °C, durante 15 minutos. Em seguida repetiu-se a centrifugação como já descrito anteriormente. Logo após as amostras foram colocadas em banho maria a 100 °C e em seguida à corrida eletroforética segundo o método de Alfenas (2006). Para a coloração dos géis utilizou-se solução de Coomassie Blue 0,05% por 12 horas e solução de ácido acético 10% para descoloração até visualização das bandas.

Atividade da enzima endo- β -mananase: para a extração da enzima endo- β -mananase, em cada microtubo com 100 mg de pó de cada amostra de sementes foram adicionados 300 μ L de tampão de extração (0,1 M HEPES/ 0,5 M NaCl e ácido ascórbico (5 mg de ácido ascórbico por ml de tampão), pH 8,0). Na etapa seguinte as amostras foram centrifugadas por 30 minutos a 14000 rpm e 2 μ L do sobrenadante aplicados em gel contendo 6 mL de LBG (*Locust Bean Gum*), 0,24 g de agarose e 24 mL de tampão pH 5,0 (1 M Ácido Cítrico/ 0,4 M de $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$). As alíquotas foram aplicadas em furos de 2 mm feitos no gel com auxílio de um furador. O gel foi incubado por 21 h e revelado segundo metodologia proposta de Silva et al. (2004). A atividade da enzima endo- β -mananase foi calculada de acordo com Downie, Hilhorst e Bewley (1994).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Já para os perfis enzimáticos a interpretação dos resultados foi baseada na análise visual dos géis de eletroforese, levando em consideração a presença/ausência, bem como a intensidade de cada uma das bandas eletroforéticas em cada sistema isoenzimático avaliado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2, está representada a germinação média acumulada das sementes de tabaco das cultivares CSC 444 (Virgínia) e CSC 221 (Burley). Independente do estágio de colheita dos frutos e da cultivar as primeiras evidências do processo germinativo (protrusão radicular), ocorreram no quarto dia após a instalação do teste. Essa análise só é possível pelo acompanhamento da germinação.

Para a cultivar CSC 444 valores máximos da germinação acumulada foram identificados nos estádios parcialmente escuro, totalmente escuro e seco. Já para a cultivar CSC 221, nos estádios iniciais de maturação (verde e verde com ápice seco), a germinação acumulada foi baixa e a máxima estabilidade, uniformidade e a germinação foram obtidas para as sementes no estágio seco.

Para Ikeda et al. (2013), a germinação acumulada expressa o comportamento germinativo de uma espécie ao longo do tempo, podendo indicar diferenças na estabilidade e uniformidade que não seriam observadas com a germinação. A uniformidade na germinação e na emergência é indispensável para as sementes de tabaco. Pois para, Hartle et al. (2002), a desuniformidade na emergência das plântulas de tabaco pode reduzir o percentagem de transplantes úteis e o crescimento das mudas que emergem mais tarde serão influenciadas pelo sombreamento das mudas vizinhas mais desenvolvidas.

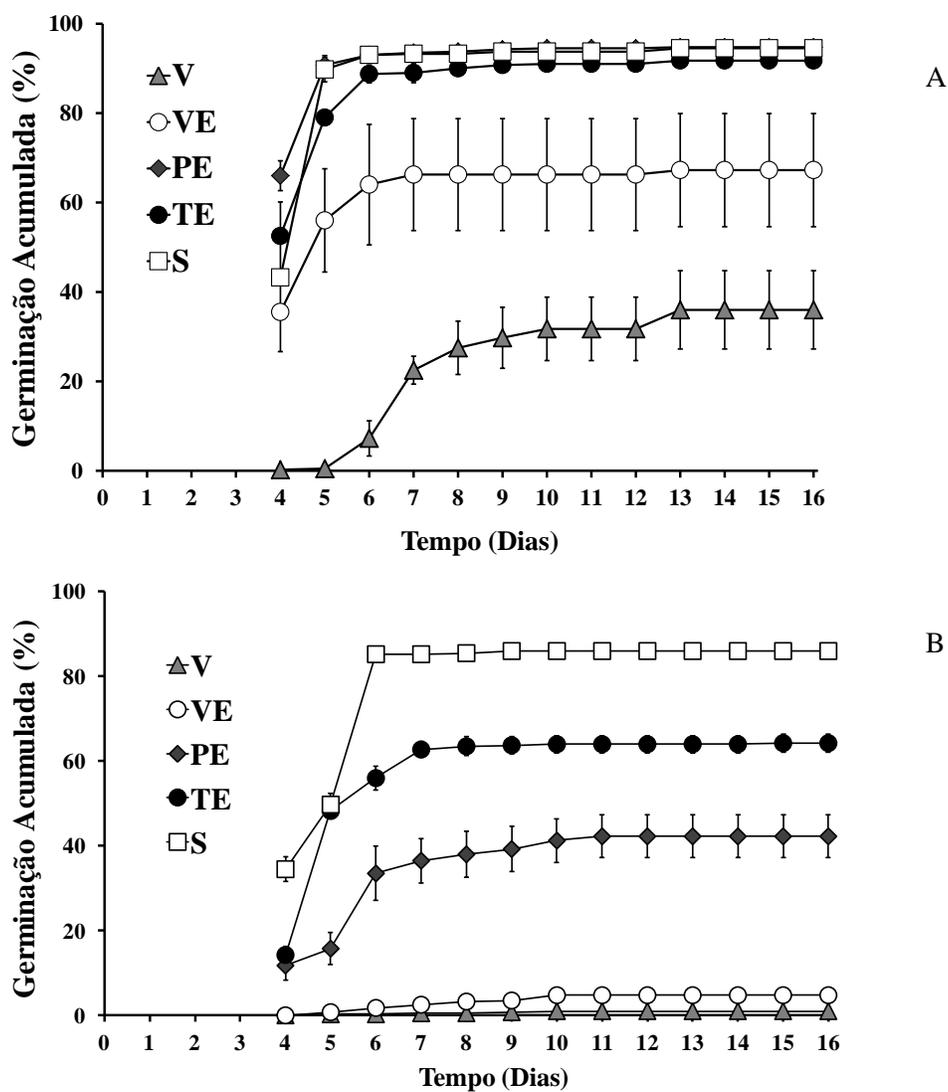


Figura 2 Germinação acumulada de sementes de tabaco das cultivares CSC 444 grupo varietal virgínia (A) e CSC 221 grupo varietal burley (B), provenientes de frutos colhidos em diferentes estádios de maturação: verde (V), verde com o ápice escuro (VE), parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S)

Para ambas as cultivares, sementes provenientes de frutos no estágio seco, apresentaram germinação rápida e uniforme, de modo que no quinto dia já não ocorreram alterações significativas no processo. Quando os frutos foram colhidos nos estádios parcialmente escuro e totalmente escuro, a estabilização da germinação das sementes se deu no nono dia. Na cultivar CSC 444, a germinação acumulada foi semelhante para os estádios parcialmente escuro, totalmente escuro e seco. Já para o CSC 221, nesses estádios houve menor germinação em relação ao estágio seco.

Nas sementes provenientes de frutos nos estádios verde e verde com ápice escuro, a germinação foi inferior e mais lenta em relação às sementes dos demais estádios com estabilização no oitavo e décimo dia para os respectivos estádios.

A germinação lenta acarreta a desuniformidade da emergência e conseqüentemente o aumento da incidência de microrganismos, principalmente em condições desfavoráveis (temperatura, luz e umidade). Patógenos presentes nas sementes ou no solo terão maior período para colonizar e causar a morte das sementes ou das plântulas, comprometendo o estande. De acordo com Segato e Gabaldi (2012), dentre os microrganismos infestantes, fungos pertencentes aos gêneros *Fusarium*, *Cladosporium* e *Alternaria* são os mais constantes nas sementes de tabaco recém-colhidas e/ou armazenadas.

Na Tabela 1, observa-se que para a cultivar CSC 444 (grupo varietal virgínia), houve efeito significativo ($p < 0,05$) em todas as variáveis analisadas. Já para a cultivar CSC 221 (grupo varietal burley), só não houve efeito significativo no tempo necessário para a ocorrência de 50% da germinação (T_{50}).

Verifica-se que independentemente da cultivar, sementes provenientes de frutos colhidos nos estádios verde e verde com ápice escuro apresentaram menor qualidade fisiológica. Esse fato pode estar relacionado com a imaturidade das mesmas. Com o decorrer da maturação dos frutos, a partir do estágio

parcialmente escuro constata-se um acréscimo progressivo na germinação e no vigor das sementes.

Tabela 1 Médias da primeira contagem de germinação, da germinação (GER%), tempo necessário para atingir 50% da germinação (T₅₀), emergência (EM%) e índice de velocidade de germinação (IVG), de sementes de tabaco das cultivares CSC 444 grupo varietal virgínia CSC 221 grupo varietal burley, provenientes de frutos colhidos em diferentes estádios de maturação: verde (V), verde com o ápice escuro (VE), parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S)

CULTIVAR – CSC 444

Estádios de Maturidade	PC	GER	T ₅₀	EM	IVG
	------(%)-----				(Índice)
Verde	10 C	35 C	7,75 C	1 E	4,7 C
Verde c/ ápice escuro	63 B	67 B	5,00 B	64 D	15,0 B
Parcialmente Escuro	92 A	94 A	4,25 A	96 A	22,0 A
Totalmente Escuro	87 A	92 A	4,75 B	82 C	20,5 A
Seco	90 A	94 A	5,00 B	85 B	20,7 A
CV(%)	13,67	13,36	7,24	3,00	18,17

CULTIVAR – CSC 221

Estádios de Maturidade	PC	GER	T ₅₀	EM	IVG
	------(%)-----				(Índice)
Verde	0 D	1 D	5,37 A	5 C	0,1 D
Verde c/ ápice escuro	2 D	4 D	7,85 A	12 C	0,55 D
Parcialmente Escuro	33 C	40 C	5,93 A	62 B	7,6 C
Totalmente Escuro	55 B	63 B	5,21 A	65 B	12,7 B
Seco	79 A	86 A	5,04 A	82 A	17,7 A
CV(%)	14,12	11,78	12,54	15,63	14,87

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não se diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Nos estádios iniciais, ocorrem constantes mudanças físicas, fisiológicas e bioquímicas ligadas à formação das sementes, que justificam os baixos valores de germinação e vigor, e conseqüentemente não se recomenda a colheita desses

frutos. Dessa forma, pode-se inferir que a antecipação da colheita para esses estádios pode originar lotes com uma grande quantidade de sementes imaturas, que levam a redução da qualidade dos mesmos.

Dentre essas mudanças, tem-se o acúmulo endógeno de ácido abscísico (ABA), presente na semente imatura em maior quantidade, que levam ao surgimento da dormência primária e impedem a germinação dessas sementes (KERBAUY, 2008). De acordo com Amaral, Pereira e Cortelazzo (2000), reportaram durante a avaliação do desenvolvimento de semente de urucum (*B. orellana*), que sementes imaturas colhidas nos estádios iniciais não germinaram. Para Passam et al. (2010), nos estádios iniciais de maturação da beringela, as sementes podem apresentar uma falta ou um baixo nível de germinação. Ao trabalharem com a maturação fisiológica de sementes de Solanaceae Queiroz et al. (2011) e Ricci et al. (2013), também evidenciaram a obtenção de lotes de baixa qualidade, quando formados com frutos colhidos precocemente (estádio verde).

A partir do estágio parcialmente escuro, para a cultivar CSC 444 a germinação foi superior ao padrão mínimo estabelecido para a comercialização das sementes de tabaco ($\geq 80\%$). Por apresentarem percentuais similares de germinação não foi evidenciado diferença entre os estádios parcialmente escuro, totalmente escuro e seco. Provavelmente, esse fato está associado à sensibilidade desses testes, visto que para Reis et al. (2012), lotes com germinação semelhante, mas com diferentes níveis de vigor não são diferenciados com o teste de germinação. Para a primeira contagem e índice de velocidade de germinação também não foram observadas diferenças entre esses estádios.

Pela emergência, nota-se que o maior vigor foi obtido em sementes colhidas de frutos, no estágio parcialmente escuro e, a partir desse estágio foi observado uma tendência à redução. Resultados do T_{50} , também evidenciaram alto vigor para as sementes nesse estágio comparado aos demais. Pelo T_{50} foi

possível identificar que as sementes de frutos no estágio verde apresentam baixo vigor, nos estádios verde com ápice escuro, totalmente escuro e seco possuem vigor intermediário e as sementes de frutos parcialmente escuro apresentam alto vigor.

A baixa eficiência do teste de germinação e primeira contagem para a distinção da qualidade de diferentes lotes de sementes de tabaco comparados com a emergência já fora relatado por Carvalho e Novembre (2011). Nesse trabalho, o teste de emergência possibilitou a classificação dos lotes em diferentes níveis de vigor.

Para o CSC 444, o aspecto dos frutos é um indicativo prático para a determinação do momento ideal da colheita, facilitando a obtenção de lotes de maior qualidade e sementes de maturidade mais uniforme. O elevado vigor das sementes de frutos colhidos com aspecto parcialmente escuros indica o mesmo como o ponto ideal para a colheita dos frutos e extração das sementes.

Na Tabela 1, verifica-se que a cultivar CSC 221, teve o avanço da geminação e do vigor mais acentuado com o decorrer da maturação fisiológica. Acréscimos expressivos na qualidade foram observados do estágio parcialmente escuro para o estágio seco, esse último, por sua vez com maiores níveis.

Diferentemente da cultivar CSC 444 (grupo virgínia), a germinação das sementes da cultivar CSC 221 foram superiores ao padrão mínimo somente quando as mesmas foram extraídas de frutos secos. Os demais estádios apresentaram sementes viáveis, mas com menor germinação e vigor, portanto, menor desempenho fisiológico. Sendo assim, conforme a primeira contagem, a germinação, o índice de velocidade de germinação e a emergência, o estágio seco é tomado como o ponto ideal de colheita a cultivar de tabaco CSC 221.

Os frutos do CSC 221, por permanecerem mais tempo no campo até atingira o estágio seco, alguns cuidados devem ser tomados para se evitar o atraso na colheita, já que podem ocorrer possíveis perdas das sementes com a

deiscência natural das capsulas. A deiscência natural pode reduzir a produção e levar à exposição das sementes a entrada para fungos e insetos, levarão ao aumento da deterioração das sementes no campo e a redução da qualidade sanitária e fisiológica das mesmas. Sendo, necessária uma maior atenção na colheita desses frutos, à medida que as cápsulas atingem a momento ideal de colheita (estádio seco).

Segundo Martins, Nakagawa e Ramos (2011), ao verificar a maturidade fisiológica do quiabeiro (semelhante ao tabaco pela presença de frutos do tipo seco e deiscentes), os autores constataram que sementes provenientes de frutos no estágio seco apresentam maior desempenho germinativo. No repolho (*Brassicaceas*), caracterizado pela maturidade desuniforme e deiscência natural das síliquas, Freitas, Nascimento e Coimbra (2007), observaram que a permanência no campo expõe as sementes a condições climáticas desfavoráveis, resultando em danos fisiológicos, além da perda de sementes devido à deiscência dos frutos.

Para ambas as cultivares de tabaco estudadas, foi possível identificar por meio da aparência o momento ideal para a realização da colheita dos frutos e obtenção de sementes com maior qualidade fisiológica. Esses resultados vão de encontro com Demir e Samit (2001), ao relatarem que a coloração dos frutos de tomate foi mais eficiente na identificação da maturação fisiológica do que o conteúdo de matéria seca que para muitos autores é considerado como melhor parâmetro.

Com esses resultados, nota-se que o ponto de colheita das sementes de tabaco é diferenciado para as cultivares CSC 444 (grupo varietal virgínia) e para o CSC 221 (grupo varietal burley). Esses resultados corroboram com os de Sousa et al. (2011), ao relatarem que a maturidade fisiológica das sementes, dentro de cada espécie, pode variar quanto a cultivar avaliada.

Nota-se que para a cultivar CSC 444, não foi observado a presença da banda no estágio verde para a atividade da catalase (Figura 3A). A presença, bem como, o aumento da atividade ocorreu a partir do estágio verde com ápice escuro, instante em que também se verificou incremento no vigor das sementes avaliado pela germinação acumulada, e não são observadas diferenças significativas na atividade da CAT para os demais estádios.

Para o CSC 221, frutos colhidos nos estádios verde e verde com ápice escuro apresentam uma baixa atividade da CAT, estádios em que a germinação e o vigor são praticamente ausentes (Figura 3B). Ao passo que, com o avanço da maturação é observado aumento da intensidade da banda e posterior diminuição no estágio seco.

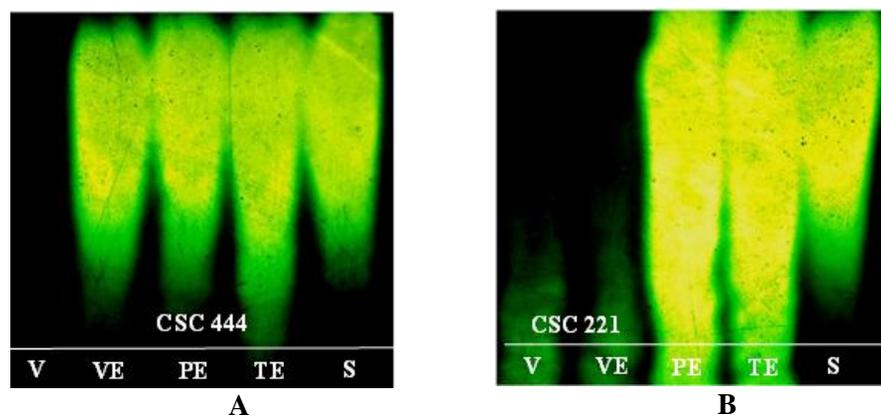


Figura 3 Perfil enzimático da catalase (CAT), extraídas de sementes de tabaco das cultivares CSC 444 (A) e CSC 221 (B), provenientes de frutos colhidos em diferentes estádios de maturidade: verde (V), verde com o ápice escuro (VE), parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S)

O perfil enzimático da catalase se assemelha com os resultados da qualidade fisiológica, onde em ambas as cultivares os estádios iniciais apresentaram baixa qualidade devido ao percentual de sementes em processo de formação (imaturas) e com o aparato enzimático ainda em formação. Esses resultados corroboram com os de Albuquerque et al. (2009), ao trabalharem com sementes de pimentão que também verificaram baixa atividade da CAT em semente imaturas.

A atividade desta enzima está relacionada com a decomposição de peróxido de hidrogênio formado pela SOD nas células, funcionando como uma segunda linha de defesa (MALLICK; MOHN, 2000). A redução na atividade de CAT pode tornar a semente mais sensível aos efeitos dos radicais livres sobre ácidos graxos insaturados de membrana comprometendo o seu vigor (ALBUQUERQUE et al., 2009).

Na figura 4 tem-se a atividade enzimática da enzima esterase (EST) e isocitrato desidrogenase (IDH) proveniente de sementes de tabaco das cultivares CSC 444 (A e C) e CSC 221 (B e D).

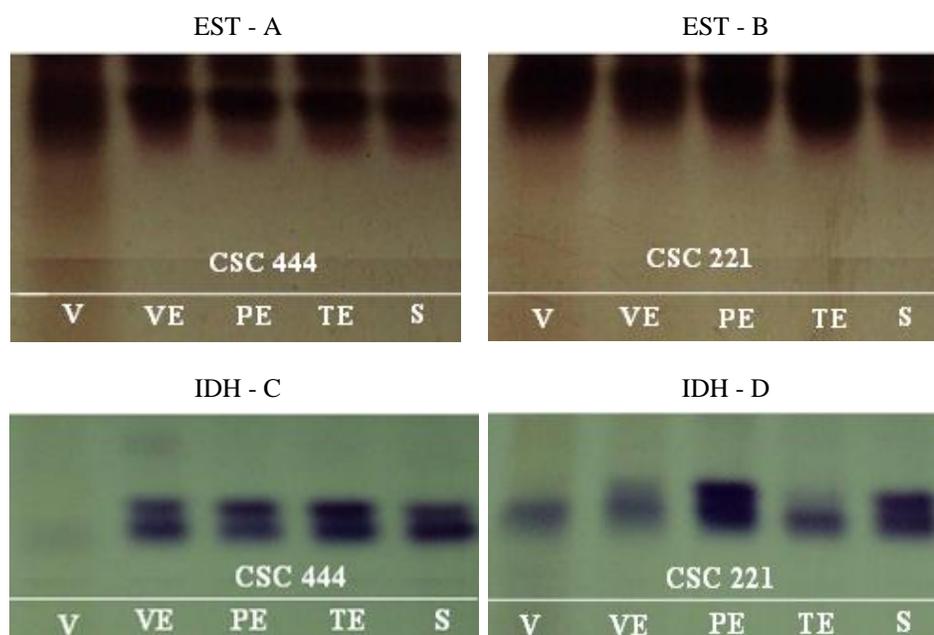


Figura 4 Perfil enzimático das enzimas esterase (EST) e isocitrato desidrogenase (IDH), extraídas de sementes de tabaco das cultivares CSC 444 (A e C) e CSC 221 (B e D), provenientes de frutos colhidos em diferentes estádios de maturidade: verde (V), verde com o ápice escuro (VE), parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S)

Para ambas as cultivares avaliadas pode-se observar distinção na atividade da esterase nas sementes do diferentes estádios estudados (Figura 4 A e B). Tanto para a cultivar CSC 444, como para a CSC 221, verifica-se em sementes de frutos com a colocação verde (verde e verde com apice escuro), a atividade da esterase porem com menor intensidade. Com o avanço da maturação dos frutos há uma maior intensidade das bandas.

Para o CSC 221, semelhante aos os resultados da enzima catalase, houve uma atividade crescente para a esterase em frutos com a aspecto verde com ápice escuro, com posterior redução em frutos seco. Para Santos, Menezes e Villela (2004), o surgimento de alterações nos padrões da enzima esterase se

correlaciona a eventos deteriorativos, por ser uma enzima relacionada com reações de hidrólise de ésteres, atuando no metabolismo de lipídios.

Analisando o perfil enzimático da isocitrato desidrogenase (IDH), nota-se que para a cultivar CSC 444, não é observado a presença da atividade no estágio verde (Figura 4C). A medida que ocorre o avanço da maturação dos frutos do estágio verde com ápice escuro para os demais é observado a atividade da isocitrato desidrogenase.

Na cultivar CSC 221, observa-se o mesmo padrão da catalase e esterase, onde pode ser observada uma atividade crescente a partir do estágio verde com ápice escuro com posterior redução no estágio seco (Figura 4D).

Na Figura 5, tem-se a atividade das enzimas malato desidrogenase (MDH) e álcool desidrogenase (ADH), para as cultivares CSC 444 (A e C) e CSC 221 (B e D).

A enzima malato desidrogenase, apresentou um padrão similar a catalase em ambas as cultivares. Para o CSC 444, é observada menor intensidade no estágio verde, e com o avanço da maturação a partir do estágio verde com ápice escuro eleva-se a atividade (Figura 5A). Já para o CSC 221, nos frutos colhidos nos estádios verde e verde com ápice escuro pode-se observar baixa atividade da MDH e o aumento é notado com o avanço da maturação (Figura 5B).

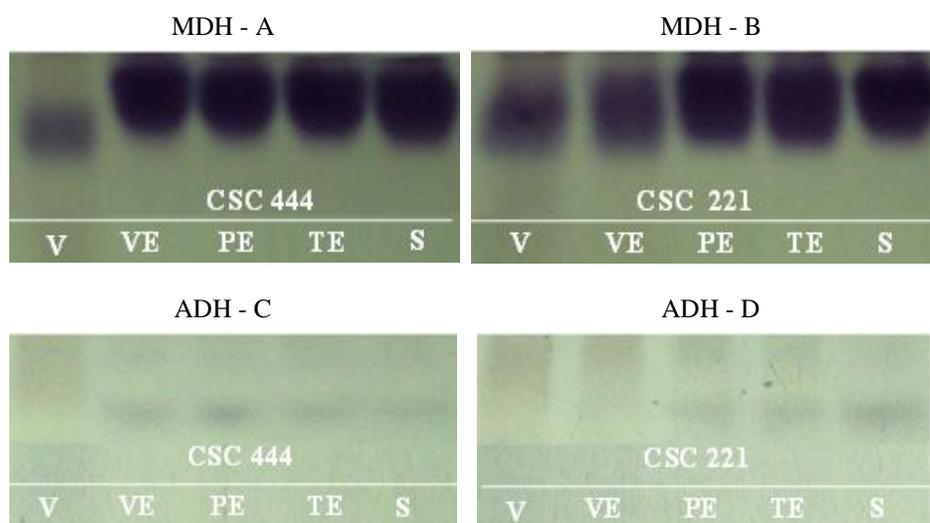


Figura 5 Perfil enzimático das enzimas malato desidrogenase (MDH) e álcool desidrogenase (ADH), extraídas de sementes de tabaco das cultivares CSC 444 grupo varietal virgínia (A e C) e CSC 221 grupo varietal burley (B e D), provenientes de frutos colhidos em diferentes estádios de maturidade: verde (V), verde com o ápice escuro (VE), parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S)

Essa enzima atua como catalisador da reação de conversão do malato em oxalacetato para produção de NADH durante o ciclo de Krebs. Para Bray, Bailey-Serres e Weretilnyk (2000), a redução da atividade promove a desestruturação das membranas das mitocôndrias, comprometendo a produção de ATP e a absorção de oxigênio.

Em relação a álcool desidrogenase, observa-se uma maior atividade em semente provenientes de frutos colhidos no estágio parcialmente escuro para a cultivar CSC 444 e seco para a cultivar CSC 221 (Figura 5C e D).

A similaridade ocorrida para as cultivares estudadas entre os resultados do perfil enzimático da enzima álcool desidrogenase e os resultados da qualidade fisiológica das sementes possibilita inferir que essa enzima pode ser avaliada para a predição da qualidade das sementes de tabaco. Visto que, o perfil

enzimático coincidiu com o potencial fisiológico das sementes avaliado pela germinação acumulada, primeira contagem de germinação, germinação, emergência de plântulas e índice de velocidade de germinação.

Esses resultados corroboram com os de Vidigal et al. (2009), ao trabalharem com semente de pimenta e com os de Brandão Júnior, Vieira e Hilhorst (2002), em semente de café, os quais, observaram uma maior correlação da ADH, na determinação da qualidade fisiológica das sementes extraídas de frutos em diferentes estádios de maturação. A atuação dessa enzima ocorre na respiração anaeróbica, sendo, responsável pela redução do acetaldeído a etanol (VEIGA et al., 2010). O acetaldeído acelera a deterioração das sementes (ZHANG et al., 1994); portanto, com o aumento da atividade da ADH, as sementes ficam mais protegidas contra a ação deletéria deste composto e conseqüentemente a maior atividade dessa enzima denota maior vigor das sementes.

Para as proteínas resistentes ao calor (Figura 6), observa-se, em ambas as cultivares, uma menor expressão em sementes extraídas de frutos no estágio verde e a partir do estágio verde com ápice escuro tem-se um aumento da expressão. Dessa forma, as sementes provenientes de frutos colhidos a partir do estágio verde com ápice escuro podem apresentar maior tolerância à dessecação. Essa classe de proteínas é responsável pela proteção e estabilização da membrana celular, retendo água e evitando a cristalização de moléculas durante a desidratação (TAIZ; ZEIGER, 2004).

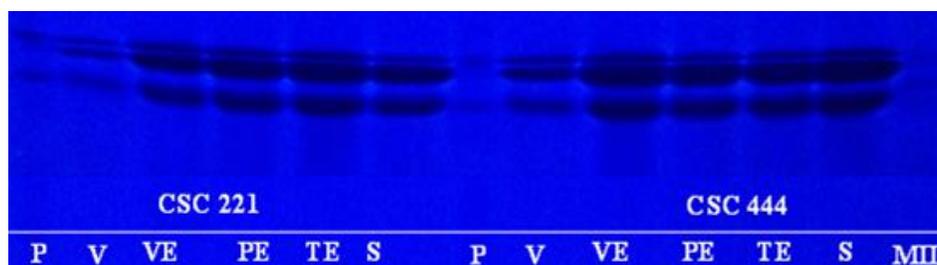


Figura 6 Perfil eletroforético de proteínas resistentes ao calor extraídas de sementes de tabaco dos grupos varietais Burley e Virgínia provenientes de frutos colhidos em diferentes estádios de maturidade: P- padrão, verde (V), verde com o ápice escuro (VE), parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S)

Nas duas cultivares avaliadas, constatou-se a atividade da endo- β -mananase nas sementes de todos os estádios de maturação dos frutos e nos frutos colhidos no estágio verde as sementes tiveram menor atividade (Figura 7).

Para a cultivar CSC 444 o aumento da atividade dessas enzimas é evidenciado do estágio parcialmente escuro para os demais (Figura 7A). Nessa cultivar o padrão de banda da enzima endo- β -mananase corresponde aos padrões das enzimas CAT, EST, IDH, ADH, com as proteínas resistentes ao calor e com o potencial fisiológico das sementes. Dessa forma essas análises possibilitam inferir que do estágio parcialmente escuro para os demais os frutos de tabaco já podem ser colhidos por apresentam sementes com maior qualidade. A associação da atividade da enzima endo- β -mananase com a qualidade das sementes também foi constatada por Veiga et al. (2007), em sementes de café, de modo que, a maior atividade da enzima se correlacionou com a melhor qualidade das semente extraídas de frutos colhidos nos estádios mais avançados em relação a frutos no início da maturação. No entanto, esses resultados divergem dos relatados por Dahal, Nevins e Bradford (1997), os quais não

verificaram relação entre a atividade da endo- β -mananase e a germinação de sementes de *Lycopersicon esculentum*.

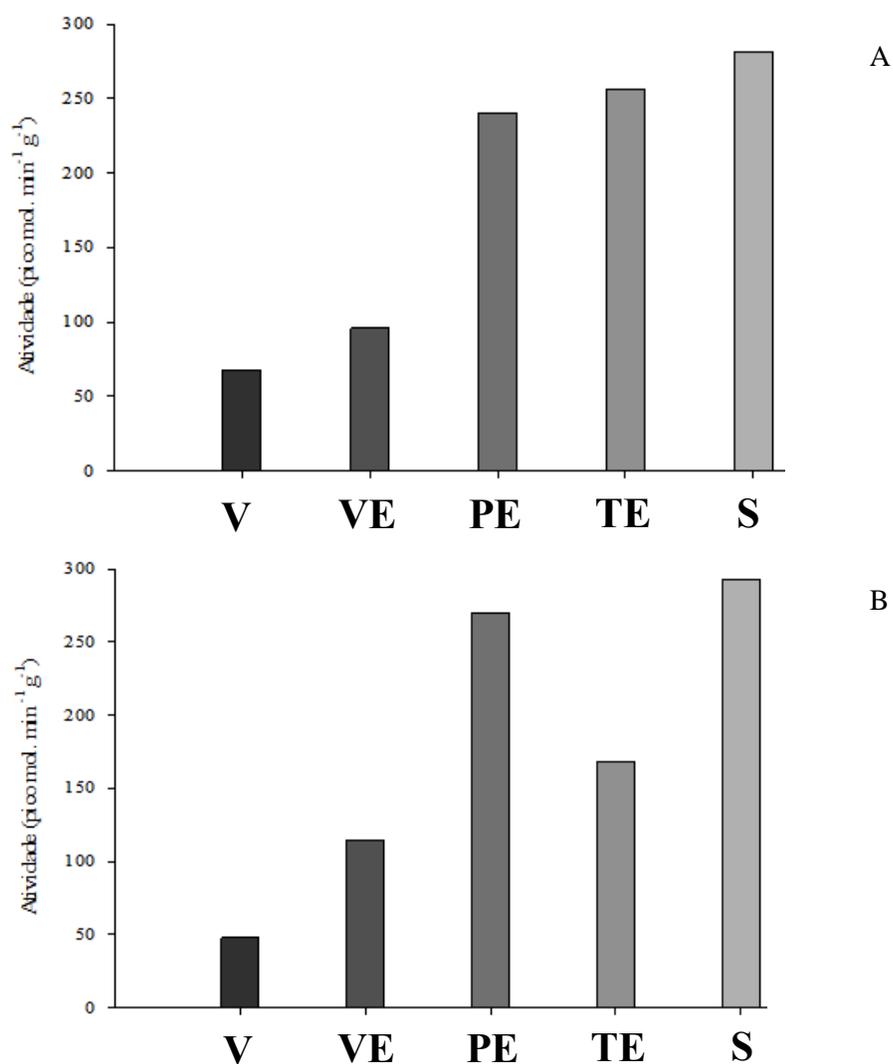


Figura 7 Atividade da enzima endo- β -mananase extraídas de sementes de tabaco da cultivar CSC 444 (A) e CSC 221 (B), provenientes de frutos colhidos em diferentes estádios de maturidade: verde (V), verde com o ápice escuro (VE), parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S)

Na cultivar CSC 221, esse aumento também é observado em sementes de frutos colhidos parcialmente escuro, no entanto, ocorre uma redução da expressão no estágio seguinte (totalmente escuro) com posterior aumento no estágio seco (Figura 7 B).

A endo- β -mananase é uma enzima considerada essencial no processo de germinação de sementes, estando relacionada diretamente ao processo de amolecimento do endosperma (KUCERA; COHN; LEUBNER-METZGER, 2005; SILVA et al., 2004). Para o tabaco esse amolecimento é essencial para o processo de germinação das sementes. Conforme Manz et al. (2005), em sementes de tabaco, além do envoltório correspondente a testa o embrião encontra-se revestido por mais três ou cinco camadas de células do endosperma. Para esses autores, essas características conferem dois obstáculos para a germinação das sementes de tabaco. O primeiro é a ruptura da testa e o segundo a ruptura do endosperma, desse modo, é importante a avaliação da endo- β -mananase nessas sementes.

4 CONCLUSÕES

A aparência do fruto é um indicador da maturidade dos frutos e da qualidade das sementes de tabaco.

O estágio ideal de maturação dos frutos varia de acordo com a cultivar. Os frutos parcialmente escuros da cultivar CSC 444 e secos da cultivar CSC 221, proporcionam sementes de melhor qualidade.

A enzima ADH é um indicativo do estágio ideal de colheita dos frutos das cultivares CSC 444 e CSC 221.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, K. S. et al. Condicionamento osmótico e giberélica na qualidade fisiológica de sementes de pimentão colhidas em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 100-109, 2009.
- ALFENAS, A. C. **Eletoforeses de isoenzimas e proteínas afins**: fundamentos e aplicações em plantas e microrganismos. Viçosa, MG: UFV, 1998. 574 p.
- ALFENAS, A. C. **Eletoforese e marcadores bioquímicos em plantas e microrganismos**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 627 p.
- ALVES, E. U. et al. Maturação fisiológica de sementes de sabiá. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 1-8, 2005.
- AMARAL, L. I. V.; PEREIRA, M. F. D. A.; CORTELAZZO, A. L. Germinação de sementes em desenvolvimento de *Bixa orellana*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 12, n. 3, p. 273-285, 2000.
- BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; VIEIRA, M. G. G. C.; HILHORST, H. W. M. Aquisição da tolerância à dessecação nos diferentes estádios de desenvolvimento de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 4, p. 673-681, set./out. 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 395 p.
- BRAY, E. A.; BAILEY-SERRES, J.; WERETILNYK, E. Responses to abiotic stresses. In: BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. (Ed.). **Biochemistry and molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. p. 1158-1203.
- CARVALHO, C.; NOVENBRE, A. D. L. C. Avaliação da qualidade de sementes de fumo, nuas e revestidas, pelo teste de condutividade elétrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 177-185, 2011.
- DAHAL, P.; NEVINS, D. J.; BRADFORD, K. J. Relationship of Endo- β -D-mannanase activity and cell wall hydrolysis in tomato endosperm to germination rates. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 113, n. 4, p. 1243-1252, 1997.

DEMIR, I.; SAMIT, Y. Seed quality in relation to fruit maturation and seed dry weight during development in tomato. **Seed Science & Technology**, Zurich, v. 29, n. 2, p. 453-462, Dec. 2001.

DOWNIE, B.; HILHORST, W. M.; BEWLEY, J. D. A new assay for quantifying endo- β -mannanase activity using congo red dye. **Phytochemistry**, Saint Paul, v. 36, n. 4, p. 829-835, 1994.

ESKANDARI, H. Seed quality variation of crop plants during seed development and maturation. **International Journal of Agronomy and Plant Production**, Lahore, v. 3, n. 11, p. 557-560, 2012.

FESSEL, S. A. M. et al. Maturidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 191-197, 2001.

FREITAS, R. A.; NASCIMENTO, W. M.; COIMBRA, K. G. Maturação e qualidade de sementes de repolho de verão sob condições tropicais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 4, p. 586-589, 2007.

GUIMARÃES, R. M. **Tolerância à dessecação e condicionamento fisiológico em sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2000. 180 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

HARTLEY, M. D. et al. Effect of uniformity of seedling emergence on the percentage of usable transplants produced in the greenhouse float system. **Tobacco Science**, Raleigh, v. 45, n. 1, p. 1-5, 2002.

HERZOG, N. F. M.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C. Morfometria dos frutos e germinação de sementes de *Campomanesia xanthocarpa* O. BERG. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 1359-1366, 2012.

IKEDA, F. S. et al. Emergência e crescimento inicial de cultivares de *Urochloa* em diferentes profundidades de semeadura. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 1, p. 71-78, 2013.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 452 p.

KUCERA, B.; COHN, M. A.; LEUBNER-METZGER, G. Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 15, n. 4, p. 281-307, Feb. 2005.

LOPES, J. C.; DIAS, P. C.; PEREIRA, M. D. Maturação fisiológica de sementes de quaresmeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 8, p. 811-816, 2005.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MALLICK, N.; MOHN, F. H. Reactive oxygen species: response of algal cells. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 157, n. 2, p. 183-193, 2000.

MANZ, B. et al. Water uptake and distribution in germinating tobacco seeds investigated in vivo by nuclear magnetic resonance imaging. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 138, n. 3, p. 1538-1551, 2005.

MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; RAMOS, P. R. R. Isoenzimas no monitoramento da deterioração de sementes de *Euterpe espirotosantensis* Fernandes. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 35, n. 1, p. 85-90, jan./fev. 2011.

MARTINS, D. et al. Qualidade fisiológica de sementes de leiteiro (*Peschiera fuchsiaefolia*) em função do estágio de maturação dos frutos. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 4, p. 539-544, 2004.

MOSHATATI, A.; GHARINEH, M. H. Effect of grain weight on germination and seed vigor of wheat. **International Journal of Agriculture and Crop Sciences**, London, v. 4, n. 8, p. 458-460, 2012.

NAKADA, P. G. et al. Desempenho fisiológico e bioquímico de sementes de pepino nos diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 113-122, 2011.

OLASOJI, O. J. et al. Variation in germination and seed longevity of kenaf (*Hibiscus cannabinus*) as affected by different maturity and harvesting stages. **Journal of Stored Products and Postharvest Research**, Sapele, v. 3, n. 12, p. 167-171, 2012.

PASSAM, H. C. et al. The size and germination of eggplant seed in relation to fruit maturity at harvest, after-ripening and ethylene application. **Analele Universitatii din Oradea-Pasciuc Biologie**, Oradea, v. 2, n. 2, p. 225-229, Apr. 2010.

QUEIROZ, L. A. F. et al. Época de colheita e secagem na qualidade de sementes de pimenta Habanero yellow. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 472-481, 2011.

REIS, R. G. E. et al. Physiological quality of osmoprimed eggplant seeds. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 5, p. 526-532, set./out. 2012.

RICCI, N. et al. Qualidade de sementes de pimenta jalapenho em função da maturação e tempo de permanência nos frutos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 123-129, 2013.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 110-119, 2004.

SEDIYAMA, C. A. Z. et al. Qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja por meio do condicionamento osmótico. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 3, n. 2, p. 90-97, 2012.

SEGATO, S. V.; GABALDI, F. C. Fungos associados às sementes de fumo (*Nicotiana tabacum* L.). **Nucleus**, Ituverava, v. 9, n. 2, p. 1-6, 2012.

SILVA, E. A. A. et al. Abscisic acid controls embryo growth potential and endosperm cap weakening during coffee (*Coffea arabica* cv. Rubi) seed germination. **Planta**, Berlin, v. 220, n. 2, p. 251-261, 2004.

SILVA, H. P. et al. Momento ideal para a colheita do girassol em função da coloração do dorso dos capítulos. **Agrarian**, Dourados, v. 2, n. 4, p. 41-48, 2009.

SILVEIRA, M. A. M.; VILLELA, F. A.; TILLMANN, M. A. A. Maturação fisiológica de sementes de calêndula (*Calendula officinalis* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 31-37, 2002.

SOUSA, T. V. et al. Época de colheita e qualidade fisiológica de sementes de coentro produzidas no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, p. 591-597, 2011. Número especial.

SOWMYA, K. J. et al. Effect of fruit maturity stages on seed quality parameters in jatropha (*Jatropha curcas* L.). **Indian Journal of Plant Sciences**, Jaipur, v. 1, n. 1, p. 85-90, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TUNES, L. M. et al. Influência dos diferentes períodos de colheita na expressão de isoenzimas em sementes de cevada. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 58, n. 2, p. 178-184, 2011.

VEIGA, A. D. et al. Armazenabilidade de sementes de cafeeiro colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 83-91, 2007.

VEIGA, A. D. et al. Influência do potássio e da calagem na composição química, qualidade fisiológica e na atividade enzimática de sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 953-960, set./out. 2010.

VIDIGAL, D. S. et al. Alterações fisiológicas e enzimáticas durante a maturação de sementes de pimenta (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira de Semente**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 129-136, 2009.

ZHANG, M. et al. A mechanism of seed deterioration in relation to volatile compounds evoked by dry seeds themselves. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 4, n. 1, p. 49-56, 1994.

CAPÍTULO 3 Secagem de frutos e sementes e seus efeitos na qualidade das sementes de tabaco

RESUMO

Para garantir a manutenção da qualidade inicial das sementes e realizar as etapas seguintes de pós-colheita, torna-se indispensável proceder com a secagem das sementes, com o intuito de reduzir o teor de água e com isso possibilitar o armazenamento das mesmas. No entanto, é necessário conhecer sobre o teor de água inicial, duração da secagem e os efeitos desses na qualidade fisiológica das sementes, a fim de se evitar danos que possam comprometer os a qualidade dos lotes produzidos. Assim objetivou-se com o trabalho, avaliar o processo de secagem de frutos e de sementes de tabaco em diferentes estádios de maturação e os efeitos na qualidade fisiológica das sementes. Para tanto, foram colhidos frutos de tabaco das cultivares CSC 444 (virginia) e CSC 221 (burley), nos estádios parcialmente escuro, totalmente escuro e seco. Após a colheita, os frutos foram mantidos em secador, sendo avaliado a cada 12 horas o teor de água dos frutos e das sementes, bem como a qualidade fisiológica das sementes. Nas cultivares estudadas, CSC 444 e CSC 221, a perda de água dos frutos e das sementes secados a 35 °C é rápida nas primeiras 36 horas. Na cultivar CSC 221 o processo de secagem não afeta a germinação das sementes e o vigor é reduzido em frutos no estádio totalmente escuro. Na cultivar CSC 444, com o decorrer da secagem há uma redução na germinação das sementes provenientes de frutos no estádio parcialmente escuro e não ocorre alteração no vigor independentemente do estádio.

Palavras-Chave: *Nicotiana tabacum* L.. Perda de água. Danos. Vigor.

ABSTRACT

To guarantee the maintenance of initial quality of seeds and to realize the processes after the harvest, it is indispensable to proceed the seed drying, to reduce the moisture content and to make possible the storage. However, is necessary to know about the initial moisture content, duration of drying and their effects on the quality of seed lots produced. The aim of this work was to evaluate the drying process of fruits and seeds of tobacco in different stadium of maturation and their effects on physiological quality. Fruits of cultivar CSC 444 and CSC221 were harvested partially dark, totally dark and dry. After the harvesting, the fruits were kept in dryer and the moisture content of fruits and of seeds and the physiological quality of seeds were evaluated at each 12-hours. The loss of water in fruits and seeds is fast in the first 36 hours at 35 °C. In the cultivar CSC 221 the drying do not affect the germination and the vigor is reduced in the seeds provided from totally dark fruits. In the cultivar CSC 444, in the seeds provided from partially dark fruits is observed a reduction in seed germination and the vigor is not changed.

Keywords: *Nicotiana tabacum* L.. Loss of water. Damage. Vigor.

1 INTRODUÇÃO

O tabaco é nativo da América tropical e subtropical e atualmente é cultivado em todo o mundo (JUDE, 2013). Para suprir as demandas da cultura há uma necessidade de se produzir sementes de alta qualidade, uma vez que é por meio das sementes que o produtor tem acesso às novas tecnologias e a cultivares potencialmente produtivas.

Para a obtenção de sementes de qualidade é necessário realizar a colheita na maturidade fisiológica, visto que segundo Olasoji et al. (2012), nesse estágio finaliza-se o processo de desenvolvimento e o acúmulo máximo de massa seca. Para Queiroz et al. (2011), as sementes podem apresentar nesse estágio a máxima germinação e vigor.

No entanto, o elevado teor de água das sementes na maturidade fisiológica, predispõe as sementes a riscos da ocorrência de danos mecânicos durante as etapas da colheita, reduzem o desempenho dos equipamentos que realizam o beneficiamento. Para Andrade et al. (2006), o elevado teor de água também pode acelerar a deterioração durante o armazenamento. Para viabilizar a colheita na maturidade fisiológica e minimizar os riscos uma alternativa é proceder com a secagem.

Na secagem, tem-se a remoção de parte de água, em um nível que possibilite o armazenamento e a manutenção da qualidade (MARTINAZZO et al., 2010). De acordo com Samadi e Loghmanieh (2013), na maioria dos casos o processo se dá por convecção do ar, no qual o ar aquecido é colocado em contato com o material úmido a ser secado, ocorrendo assim a transferência de calor e massa. No entanto, dependendo da espécie, tempo de exposição e método utilizado, a secagem pode causar danos nas membranas celulares, desnaturação de proteínas e fissuras nas sementes (MENEZES et al., 2012). Além disso, em função da composição química, o calor excessivo pode afetar a qualidade das

sementes, principalmente em espécies oleaginosas (DARVISHI et al., 2013) como o tabaco. Em sementes de tabaco pode ser acumulado até 40% do peso, em óleo (ANDRIANOV et al., 2010). Segundo Zonta et al. (2011), a temperatura máxima às quais as sementes podem ser expostas, depende do teor de água inicial e do tempo de exposição a essa condição.

Por ser uma etapa importante no sistema de produção de sementes de tabaco, faz se necessário a busca de informações relativas ao processo de secagem. Variáveis como a temperatura, método e duração da secagem devem ser elucidadas antes do seu emprego, para possibilitar um melhor monitoramento e avaliação da qualidade das sementes, pois estudos em *Glycine max* (SURKI; SHARIFZADEH; AFSHARI, 2012), *Vigna angularis* (RESENDE et al., 2012) e *Sorghum bicolor* (BABIKER et al., 2010), evidenciaram a redução da qualidade das sementes com o decorrer da secagem. Nesse aspecto, informações sobre a curva de secagem podem fundamentar o dimensionamento de secadores, estimar o tempo de secagem, o gasto energético (VILELA; ARTUR, 2008) e o comportamento fisiológico das sementes durante o processo.

Considerando a importância da secagem e os reflexos dessa etapa na qualidade das sementes, objetivou-se com o trabalho, avaliar o processo de secagem de frutos e de sementes de tabaco em diferentes estádios de maturação e os efeitos na qualidade fisiológica das sementes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes, do Departamento de Agricultura, da Universidade Federal de Lavras – MG, em parceria com o Centro de Melhoramento de Tabaco – CMT da empresa Souza Cruz S.A., situado no município de Rio Negro – PR.

Foram empregadas sementes de *Nicotiana tabacum* L. obtidas de dois campos distintos de produção do CMT; um de plantas da cultivar CSC 444 e outro da cultivar CSC 221. Os campos foram divididos em 4 blocos, onde realizou-se a colheita dos frutos em três diferentes estádios de maturação fisiológica baseados no aspecto externo dos mesmos em: parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S), conforme Figura 1.

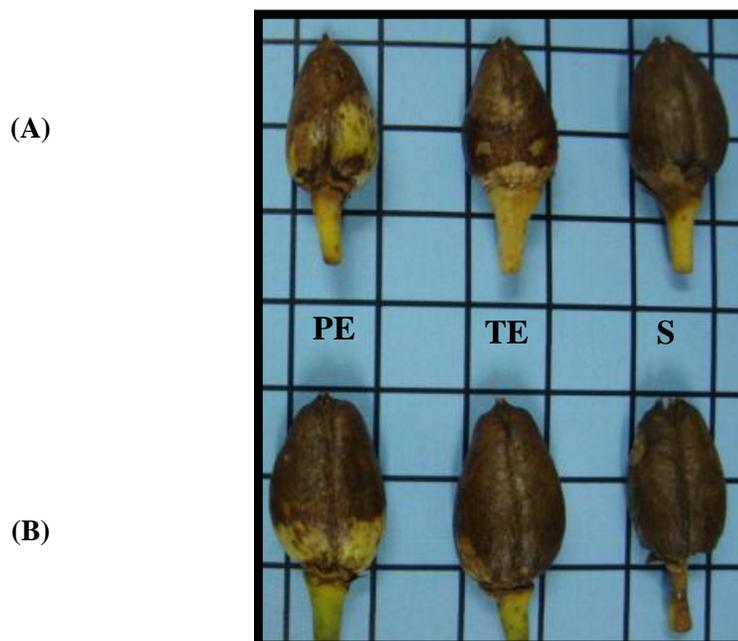


Figura 1 Estádios de maturação de frutos de tabaco das cultivares CSC 221 (A) e CSC 444 (B), submetidos à secagem: parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S)

Em cada bloco foi realizada a colheita de 500 frutos nos diferentes estádios de maturação, os quais foram acondicionados em embalagens de tecido não tecido (TNT) e submetidos à secagem. O processo de secagem foi realizado em um secador estacionário regulado a uma temperatura de 35 °C durante um período de 60 horas.

Para o monitoramento da secagem foi determinado o teor de água inicial dos frutos e das sementes. Para isso, - de cada embalagem foram retirados de forma aleatória, 50 frutos que foram divididos em duas subamostras. Com uma subamostra determinou-se o teor de água dos frutos e com a outra se realizou a extração manual das sementes para a determinação do teor de água das mesmas, em ambas as determinações foi utilizado o método de estufa a 105 °C, durante 24 horas (BRASIL, 2009).

Dos frutos acondicionados nos sacos de TNT, foram retiradas aleatoriamente 4 repetições de 10 frutos. Em seguida, os frutos foram pesados e acondicionados em embalagens menores (20 cm x 20 cm) e posteriormente reacondicionados dentro das respectivas embalagens originais.

A cada 12 horas de secagem as embalagens pequenas eram retiradas da embalagem original para a determinação da perda de água dos frutos. Nesse mesmo intervalo coletava-se 50 frutos aleatoriamente das embalagens originais e as sementes eram extraídas e mantidas em estufa a uma temperatura de 130 – 133 °C durante 1 hora \pm 3 minutos (BRASIL, 2009) para a determinação do teor de água e realização das análises fisiológicas.

As sementes destinadas a análises fisiológicas foram beneficiadas e classificadas em peneiras de 30 mesh, acondicionadas em embalagens herméticas e encaminhadas ao laboratório para as análises.

Germinação: conduzida com 200 sementes (quatro subamostras de 50 sementes), distribuídas sobre substrato de papel mata borrão, umedecido com uma solução de KNO₃ na concentração de 0,2% equivalente a 2,5 vezes o peso

do substrato seco colocadas em caixas plásticas transparentes (11 x 11 x 3,5 cm) tipo gerbox. Em seguida foram levados para um germinador tipo BOD à temperatura de 20-30 °C e fotoperíodo diário de oito horas. Avaliou-se no sétimo dia após a montagem do teste a **primeira contagem de germinação** e ao décimo sexto dia a **germinação**, sendo os resultados expressos em percentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Índice de Velocidade de germinação (IVG): realizado conjuntamente ao teste de germinação, pela contagem diária da protrusão radicular. Para o cálculo do índice utilizou-se a expressão proposta por Maguire (1962).

Tempo médio de Germinação (TMG): determinado segundo Silva e Nakagawa (1995), com base no número de sementes germinadas em cada avaliação, multiplicado pelo respectivo tempo, dividindo-se o resultado pelo número total de sementes germinadas ao final do teste.

O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados em parcela subdividida no tempo, com 18 tratamentos para a determinação das curvas de secagem (3 estádios de maturação dos frutos e 6 pontos de amostragem durante a secagem 0; 12; 24; 36; 48 e 60 horas) e 15 tratamentos para a realização das análises fisiológicas (3 estádios e 5 pontos de amostragem durante a secagem 12; 24; 36; 48 e 60 horas). Houve a necessidade da exclusão do tratamento referente à amostragem antes da secagem, visto que, o elevado teor de água das sementes causou a deterioração das mesmas durante o transporte para o laboratório. Os resultados obtidos foram analisados separadamente por cultivar.

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando o teste F foi significativo, foram ajustadas equações de regressão a fim de verificar o comportamento dos tratamentos ao longo do processo de secagem.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas de secagem de frutos e das sementes da cultivar CSC 444 estão apresentadas na Figura 2A e B.

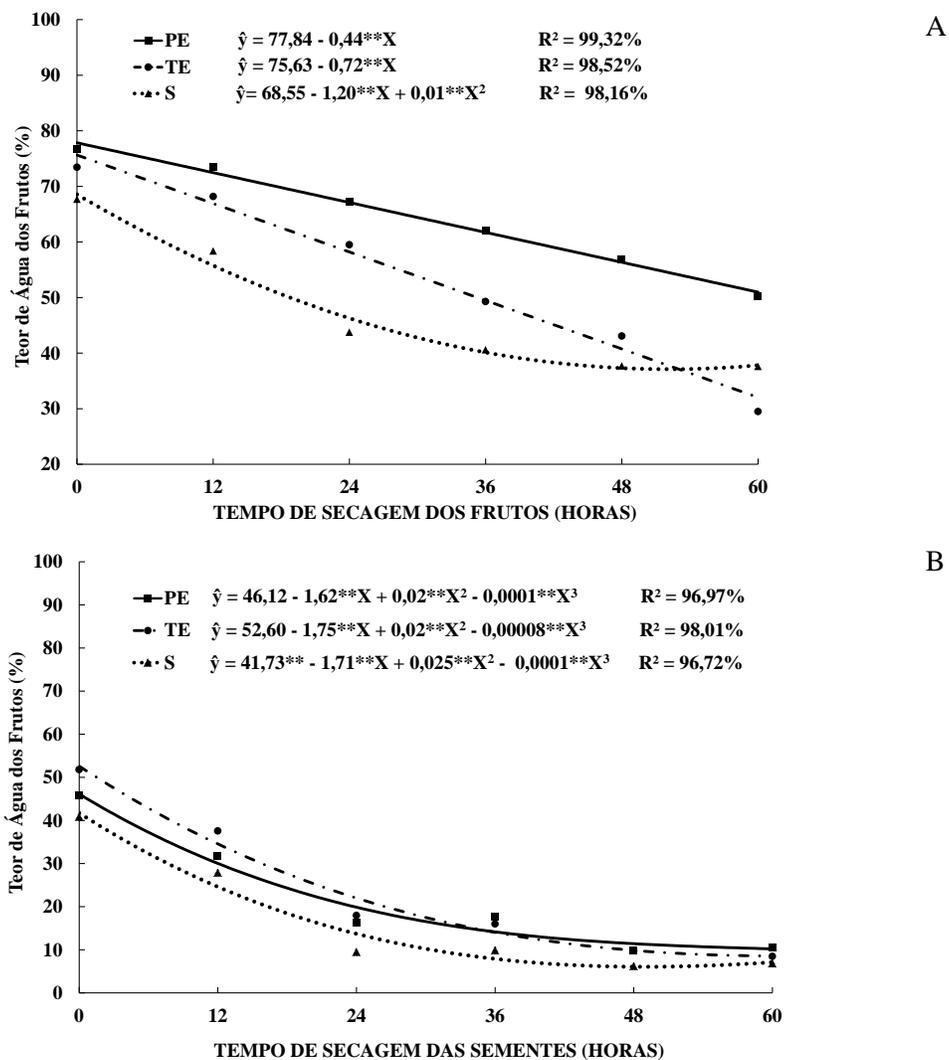


Figura 2 Curva de secagem de frutos (A) e de sementes (B), de tabaco da cultivar CSC 444, no estádios parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S). ** significativos a 1% de probabilidade pelo teste t

Pode-se observar que a redução do teor de água dos frutos nos estádios iniciais (parcialmente escuro e totalmente escuro), foi constante ao longo do tempo. Para Resende et al. (2010), a taxa de secagem constante é observada quando o produto encontra-se muito úmido.

Para os frutos secos, a secagem foi rápida nas primeiras 24 horas, com uma velocidade de 0,99 pontos percentuais por hora (pp.h⁻¹), e comportou-se de forma lenta nas 36 horas seguintes com velocidade de 0,16 pp.h⁻¹.

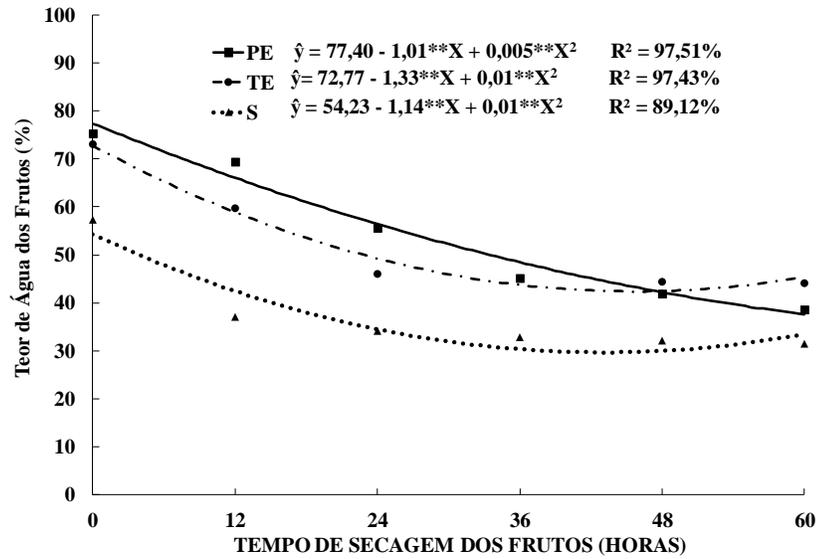
A perda total de água com o término do período de secagem dos frutos foi de 27% (parcialmente escuro), 44% (totalmente escuro) e 30% (seco) e a velocidade média de secagem foi de 0,44 pp.h⁻¹, 0,73 pp.h⁻¹ e 0,50 pp.h⁻¹ respectivamente.

Observa-se na Figura 2B, que a queda da umidade durante a secagem da cultivar CSC 444, que independente do estádio, a secagem foi rápida nas primeiras 24 horas, a uma velocidade de 1,22 pp.h⁻¹ e 1,4 pp.h⁻¹ e 1,3 pp.h⁻¹ respectivamente. Já nas 36 horas restantes houve uma redução na velocidade da perda de água (0,16 pp.h⁻¹, 0,27 pp.h⁻¹ e 0,07 pp.h⁻¹). No final da secagem as sementes permaneceram com umidade de 10% (parcialmente escuro), 8% (totalmente escuro) e 6% (seco). A quantidade total de água removida das sementes foi de 35 % (totalmente escuro), 44 % (parcialmente escuro) e 34 % (seco) a uma velocidade média de 0,59 pp.h⁻¹, 0,73 pp.h⁻¹ e 0,57 pp.h⁻¹.

Os resultados do monitoramento da secagem confirmaram as diferenças existentes na secagem de frutos e de sementes de tabaco, no teor de água, na velocidade de perda de água e no tempo de secagem.

Na Figura 3A e B, estão apresentadas as curvas de perda de água dos frutos e das sementes de tabaco da cultivar CSC 221.

A



B

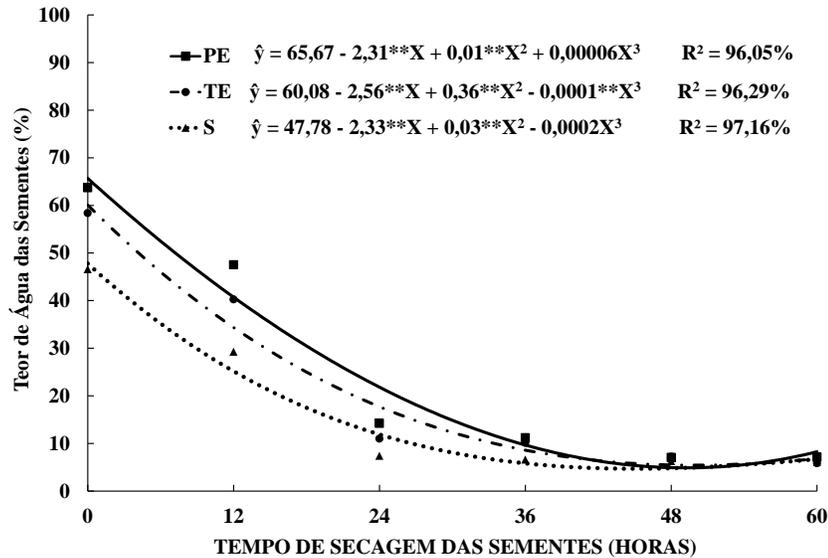


Figura 3 Curva de secagem de frutos (A) e de sementes (B), de tabaco da cultivar CSC 221, extraídas de frutos colhidos nos estádios parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S). ** significativos a 1% de probabilidade pelo teste t

No estágio parcialmente escuro a maior quantidade de água dos frutos (Figura 3A), foi removida durante as primeiras 36 horas a uma velocidade média de $0,83 \text{ pp.h}^{-1}$ e nas 24 horas restantes, a secagem ocorreu mais lentamente, a uma velocidade de $0,27 \text{ pp.h}^{-1}$.

Frutos colhidos no estágio totalmente escuro apresentaram secagem rápida nas primeiras 24 horas, a uma velocidade média de $1,12 \text{ pp.h}^{-1}$ e no restante do período ocorreu de maneira lenta com uma velocidade de perda de água de $0,053 \text{ pp.h}^{-1}$ nas última 36 horas do processo.

Nos frutos do estágio seco observa-se uma secagem rápida nas primeiras 12 horas a uma velocidade de $1,68 \text{ pp.h}^{-1}$ e uma secagem lenta nas 48 horas restantes com $0,11 \text{ pp.h}^{-1}$ de perda média do teor de água. O total de água removido com a secagem foi de 37% (parcialmente escuro) 29% (totalmente escuro) e 26% (seco) a uma velocidade média de secagem de $0,61 \text{ pp.h}^{-1}$, $0,48 \text{ pp.h}^{-1}$ e $0,43 \text{ pp.h}^{-1}$ respectivamente.

Observa-se ainda que o teor de água no momento da colheita para frutos nos estádios parcialmente escuro e totalmente escuro são maiores que no estágio seco. Essa diferença está associada à perda de água pela secagem natural, na qual, parte da água dos frutos no estágio seco foi perdida na planta, devido ao maior período que esses frutos permaneceram no campo (sob condições não controladas). Essa permanência pode reduzir o tempo de secagem artificial, contudo, os frutos e as sementes “armazenadas no campo” estão sujeitos a condições adversas, o que pode reduzir a qualidade fisiológica das sementes (AVELAR et al., 2011). Por outro lado, a colheita antecipada reduz os riscos de deterioração e permite a obtenção de sementes de qualidade superior, colhidas mais próximo da maturidade (TERASAWA et al., 2009).

O teor de água das sementes de 7% foi obtido após 24 horas de secagem, nas sementes provenientes de frutos no estágio seco e após 48 horas para os

estádios parcialmente e totalmente escuros. Para Manz et al. (2005), esse teor de água é ideal para o armazenamento.

Com o monitoramento das curvas de perda de água, pode-se observar que independentemente da cultivar e dos estádios de maturação, a maior quantidade de água foi removida durante as primeiras 36 horas. De modo que, a velocidade e a facilidade para a remoção da água foram maiores no início da secagem, em razão da maior quantidade de água livre presentes nos frutos e nas sementes. Segundo Vilela e Marcos-Filho (1998), a água tipo 5 ou água livre, caracterizada por teores acima de 41% apresenta comportamento semelhante a uma solução diluída de água. Esse tipo de água é facilmente removido sem grandes esforços, mas com o decorrer da secagem, torna-se mais difícil e a velocidade de remoção diminui.

Para Corrêa et al. (2007), o processo de secagem pode ser dividido em período de velocidade constante e outro de velocidade decrescente. De acordo com os estudos de Santos-Moura et al. (2012), a rápida redução da umidade no início da secagem ocorre em função do alto teor de água nas camadas superficiais das sementes e, a medida em que ocorre a secagem, o processo passa a ser lento, e torna-se mais difícil ocorrer à perda da água do interior das mesmas.

Na ocasião da colheita determinou-se o teor de água inicial dos frutos e das sementes, onde se constatou um elevado teor de água nos mesmos, o que justifica a necessidade da secagem. Uma vez que, Silva et al. (2011), relataram que o elevado teor de água no momento da colheita leva a ocorrência de danos latentes que podem reduzir a qualidade das sementes. Dessa forma, a secagem promove a diminuição do metabolismo, o que contribui com a diminuição da taxa de deterioração e aumento do período de armazenamento, sem que haja perda da qualidade fisiológica (ZONTA et al., 2011).

Pela análise da Figura 4A, nota-se que houve efeito isolado do tempo de secagem na primeira contagem de germinação, para a cultivar CSC 444.

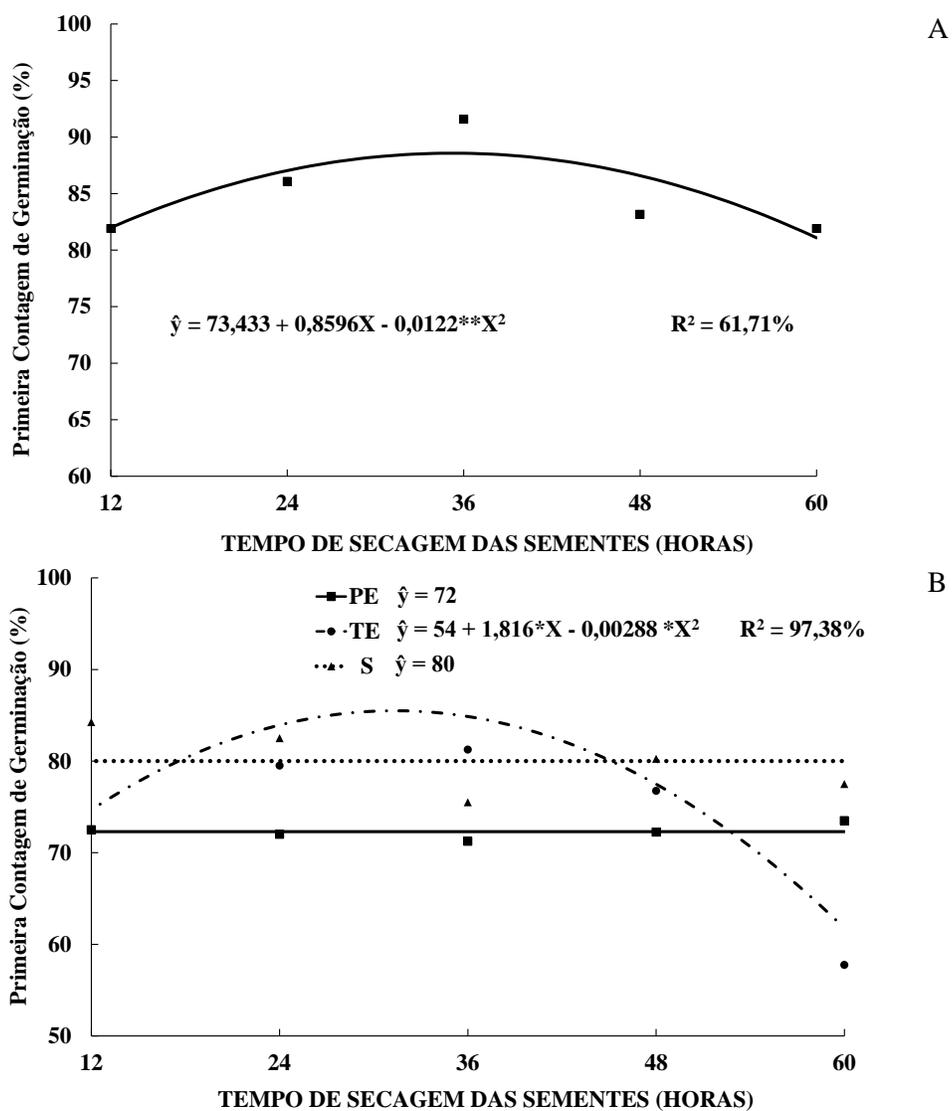


Figura 4 Primeira contagem de germinação (PC%), de sementes de tabaco cultivar CSC 444 (A) e CSC 221 (B), extraídas de frutos colhidos nos estádios parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S) e submetidos ao processo de secagem. ** significativos a 1% de probabilidade pelo teste t

Verifica-se que no início da secagem, a germinação foi de 82% e alcançou percentual máximo de 89% após 35 horas de secagem. O prolongamento da secagem a partir desse período resultou na redução dessa variável.

Para a cultivar CSC 221 houve efeito da interação entre os tempos de secagem e os estádios de colheita dos frutos (Figura 4B). Após 12 horas de secagem notam-se percentuais de germinação na primeira contagem de 73% (para os estádios parcialmente escuro e totalmente escuro) e 81% (para o estágio seco).

Ao longo do processo de secagem não foram observadas diferenças na velocidade de germinação avaliada pela primeira contagem em sementes extraídas de frutos nos estádios parcialmente escuro e seco. Para o estágio totalmente escuro houve uma variação na velocidade de germinação ao longo do tempo de secagem. Para esse estágio, a velocidade máxima foi obtida com até 31 horas de duração da secagem. Nessas condições foram obtidas sementes mais vigorosas, com valores da primeira contagem de germinação de 85% e o prolongamento da secagem ocasionou uma redução de 28% em relação ao valor máximo.

A primeira contagem de germinação das sementes de tabaco, tanto para a cultivar CSC 444, quanto para a CSC 221 (para essa última em frutos provenientes do estágio totalmente escuro), diminuiu com o decorrer da secagem. No processo de secagem, fatores como a temperatura, a velocidade e o teor de água inicial das sementes podem afetar o processo, por ocasionar danos que reduzem a qualidade inicial (efeito imediato) ou após um período de armazenamento (efeito latente) das sementes. Provavelmente o elevado teor de água pode ter relação direta com esses danos, visto que, para Queiroz et al. (2011) a alta umidade das sementes no início da secagem exige um maiores

cuidados durante o processo a fim de se evitar perdas na viabilidade das sementes.

De acordo com os resultados da germinação, para a cultivar CSC 444 houve efeito da interação entre os estádios de colheita dos frutos e o tempo de secagem (Figura 5). Após 12 horas de secagem, os frutos nos estádios parcialmente escuro (94%) e totalmente escuro (89%) não apresentaram diferenças significativas, com maiores percentuais em relação ao estágio seco (81%). Com o decorrer da secagem, a germinação das sementes nos estádios totalmente escuro e seco, não se diferenciou (média de 90% e 87% respectivamente). Em contrapartida, no estágio parcialmente escuro, a germinação apresentou uma redução gradativa com o decorrer do tempo de secagem.

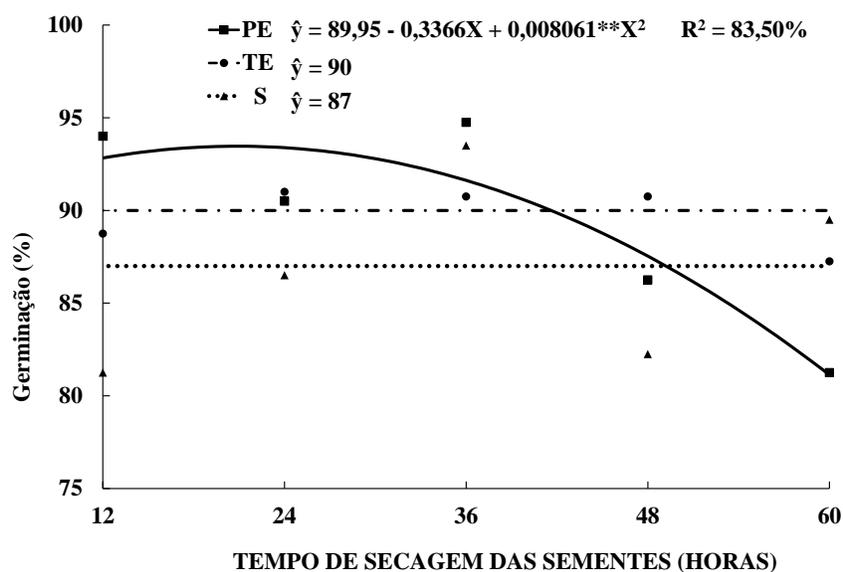


Figura 5 Resultados médios da germinação das sementes de tabaco da cultivares CSC 444, extraídas de frutos colhidos nos estádios parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S) e submetidos ao processo de secagem. ** significativos a 1% de probabilidade pelo teste t

No estágio parcialmente escuro (cultivar CSC 444) nota-se uma perda acentuada da capacidade germinativa a partir de 20,8 horas de secagem, com isso houve um decréscimo de 12 pontos percentuais (de 93% para 81%), nas horas seguintes da secagem. Essa redução da germinação com o decorrer do tempo de secagem apenas para frutos de estágio parcialmente escuro pode estar associada ao alto teor de água, em que esses frutos iniciaram a secagem o que promoveu uma aceleração da deterioração das sementes.

Já para a cultivar CSC 221, os efeitos da secagem e dos estágios de colheita não foram evidenciados, o que leva a pressupor que os danos de secagem possam variar com o genótipo de tabaco avaliado. Para Garcia et al. (2004), a sensibilidade fisiológica aos danos de secagem podem variar em função da espécie e genótipo, teor de água, temperatura, tempo de exposição e velocidade de secagem. Resultados semelhantes foram observados por Queiroz et al. (2011), ao observarem que a secagem também não afetou a germinação de sementes de pimenta (*Solanaceae* assim como o tabaco).

Semelhante a primeira contagem o índice de velocidade de germinação (IVG) também apresentou efeito significativo isolado com tendência quadrática para o tempo de secagem das sementes da cultivar CSC 444 (Figura 6A).

No início da secagem as sementes apresentavam 9,1 de IVG e com o decorrer do processo observa-se o incremento nessa variável. O índice máximo no valor de 10,5 é observado 45,75 horas após o início da secagem e com o decorrer da secagem há um decréscimo no vigor das sementes.

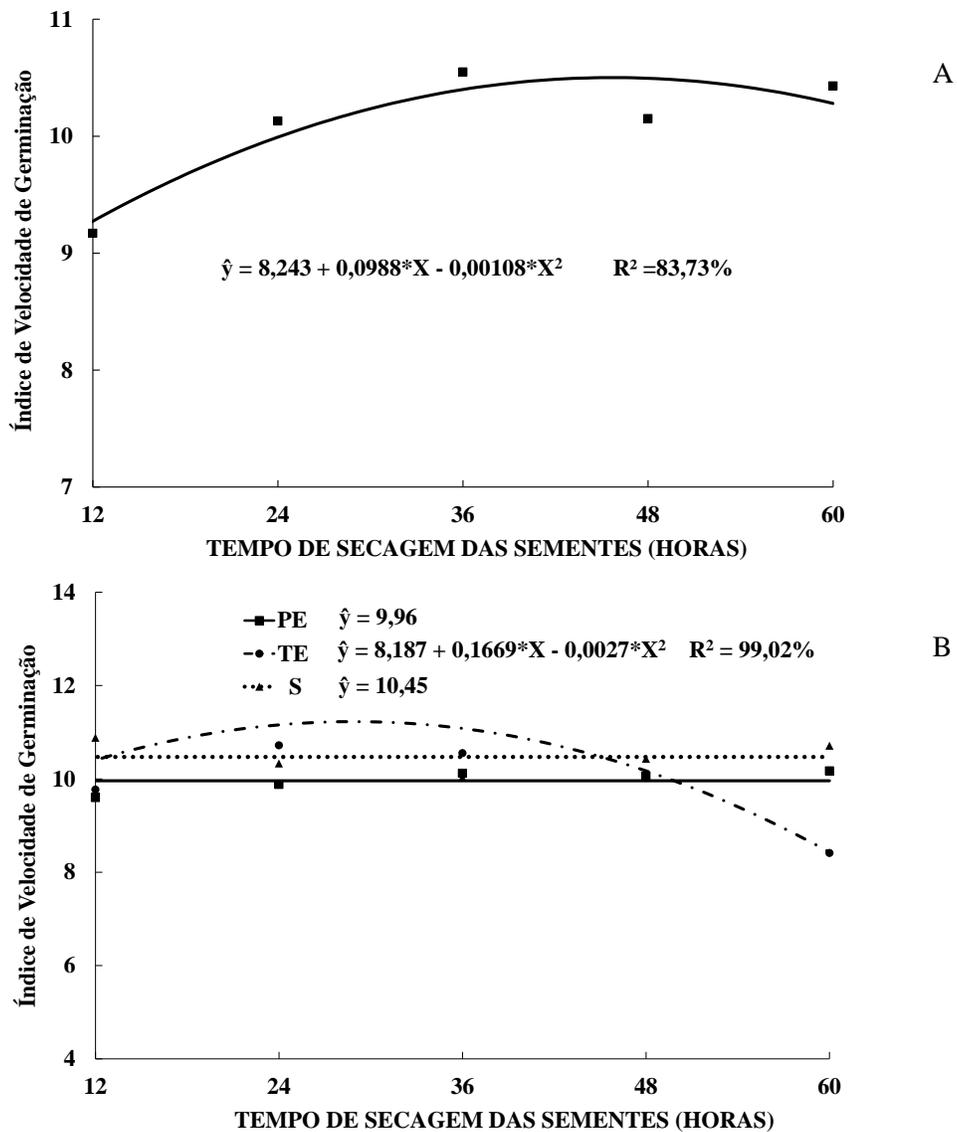


Figura 6 Índice de velocidade de germinação (IVG), das sementes de tabaco das cultivares CSC 444 (A) e CSC 221 (B), extraídas de frutos colhidos nos estádios parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S) e submetidos ao processo de secagem. ** significativos a 1% de probabilidade pelo teste t

Para a cultivar CSC 221, sementes extraídas de frutos nos estádios parcialmente escuro e seco submetidas à secagem não apresentaram diferença significativa no índice de velocidade de germinação (Figura 6B). No entanto, para o estágio totalmente escuro, o máximo vigor foi obtido após 28 horas de secagem, que implicou em um índice de 11, após esse período também é notória a redução no IVG.

Na Figura 7 (A e B), evidencia-se que de acordo com o estágio de colheita dos frutos, tem-se uma variação do tempo médio de germinação das sementes (TMG) com o decorrer da secagem em ambas as cultivares. Na CSC 444, com o avanço do processo observou-se redução do TMG para os estádios parcialmente escuro e totalmente escuro. Já para os frutos colhidos no estágio seco esse comportamento não foi observado. Passadas 12 horas do início da secagem não houve diferença entre o estágio totalmente escuro (4,9 dias) e seco (4,3 dias), no entanto, para o estágio parcialmente escuro foi constatado maior TMG das sementes. E após 24 horas de secagem, não foi verificada diferença significativa para essa variável entre os diferentes estádios de colheita dos frutos.

Para a cultivar CSC 221, não foi observado diferença no TMG para as sementes extraídas de frutos nos estádios parcialmente escuro e seco e submetidas à secagem. Já as sementes extraídas de frutos no estágio totalmente escuro, houve um aumento do TMG com o decorrer da secagem.

Pode-se observar que após 36 horas de secagem ocorreu prejuízos na qualidade das sementes principalmente em frutos colhidos com maior teor de água, tendo, a viabilidade e o vigor comprometido.

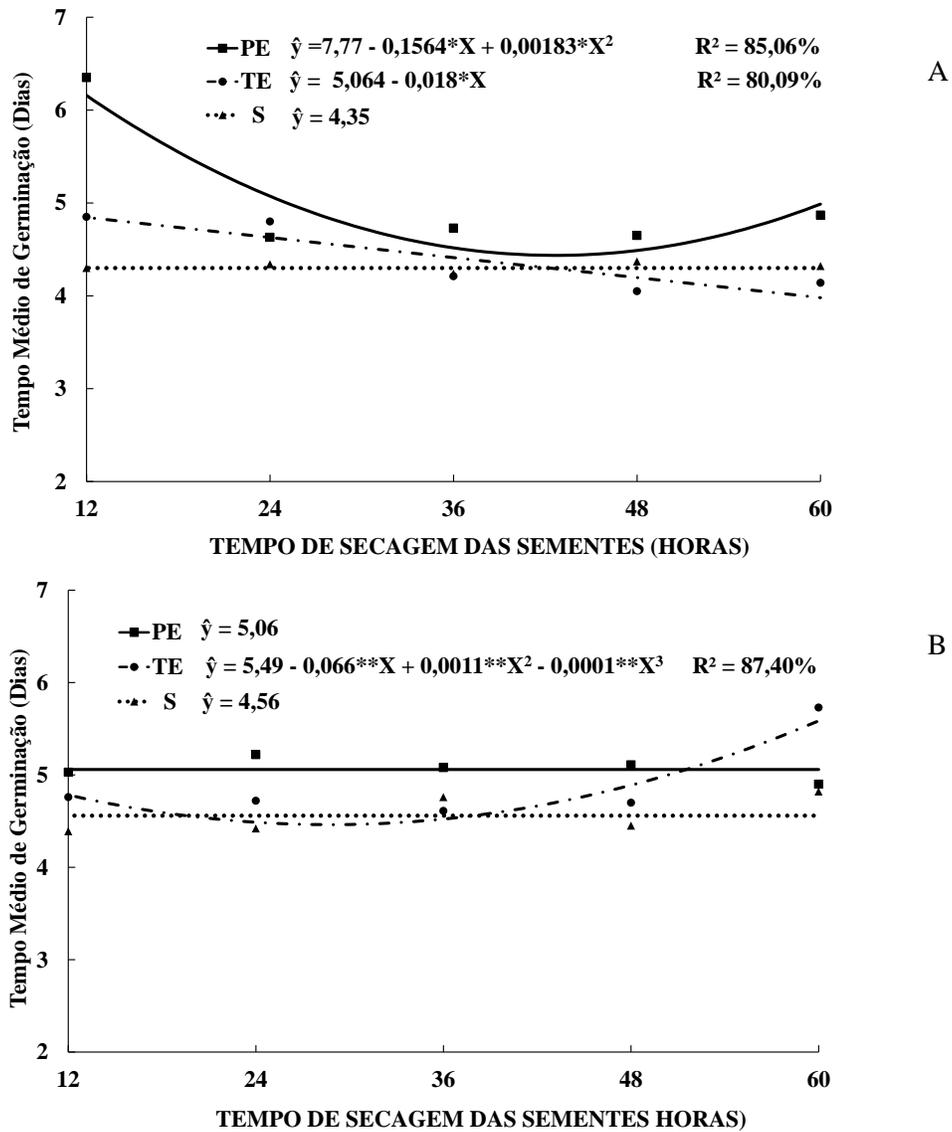


Figura 7 Tempo médio de germinação (TMG), das sementes de tabaco da cultivares CSC 444 (A) e CSC 221 (B), extraídas de frutos colhidos nos estádios parcialmente escuro (PE), totalmente escuro (TE) e seco (S) e submetidos ao processo de secagem. ** significativos a 1% de probabilidade pelo teste t

4 CONCLUSÃO

Nas cultivares estudadas, CSC 444 e CSC 221, a perda de água dos frutos e das sementes é rápida, nas primeiras 36 horas de secagem.

Na cultivar CSC 221 o processo de secagem não afeta a germinação das sementes e o vigor é reduzido em sementes de frutos no estágio totalmente escuro.

Com o decorrer da secagem, na cultivar CSC 444, há uma redução na germinação das sementes provenientes de frutos no estágio parcialmente escuro e não ocorre alteração no vigor independentemente do estágio.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. T. et al. Cinética de secagem e qualidade de sementes de feijão. **Engevista**, Niterói, v. 8, n. 2, p. 83-95, 2006.

ANDRIANOV, V. et al. Tobacco as a production platform for biofuel: overexpression of Arabidopsis DGAT and LEC2 genes increases accumulation and shifts the composition of lipids in green biomass. **Plant Biotechnology Journal**, Oxford, v. 8, n. 3, p. 277-287, 2010.

AVELAR, S. A. G. et al. Secagem estacionária de sementes de soja com ar desumidificado por resfriamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 454-462, 2011.

BABIKER, A. Z. et al. Effects of low cost drying methods on seed quality of *Sorghum bicolor* (L.). **African Journal of Plant Science**, Lagos, v. 4, n. 9, p. 339-345, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 395 p.

CORRÊA, P. C. et al. Modelagem matemática para a descrição do processo de secagem do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em camadas delgadas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 501-510, 2007.

DARVISHI, H. et al. Characteristics of sunflower seed drying and microwave energy consumption. **International Agrophysics**, Lublin, v. 27, n. 2, p. 127-132, 2013.

GARCIA, D. C. et al. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 603-608, 2004.

JUDE, C. A. Extraction, characterization and industrial applications of tobacco seed oil (*Nicotiana tabacum*). **Chemistry and Materials Research**, Pittsburgh, v. 3 n. 2, p. 19-22, 2013.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MANZ, B. et al. Water uptake and distribution in germinating tobacco seeds investigated in vivo by nuclear magnetic resonance imaging. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 138, n. 3, p. 1538-1551, 2005.

MARTINAZZO, A. P. et al. Modelagem matemática e parâmetros qualitativos da secagem de folhas de capim-limão [*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 12, n. 4, p. 488-498, 2010.

MENEZES, N. L. et al. Temperaturas de secagem na integridade física, qualidade fisiológica e composição química de sementes de arroz. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 430-436, 2012.

OLASOJI, J. O. et al. Effect of time of harvest on physiological maturity and kenaf (*Hibiscus cannabinus*) seed quality. **African Journal of Plant Science**, Lagos, v. 6, n. 10, p. 282-289, 2012.

QUEIROZ, L. A. F. et al. Época de colheita e secagem na qualidade de sementes de pimenta Habanero yellow. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 472-481, 2011.

RESENDE, O. et al. Adzuki beans (*Vigna angularis*) seed quality under several drying conditions. **Food Science and Technology**, Trivandrum, v. 32, n. 1, p. 151-155, Mar. 2012.

RESENDE, O. et al. Cinética da secagem de clones de café (*Coffea canephora* Pierre) em terreiro de chão batido. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 40, n. 2, p. 247-255, set. 2010.

SAMADI, S. H.; LOGHMANIEH, I. Evaluation of energy aspects of apple drying in the hot-air and infrared dryers. **Energy Research Journal**, New York, v. 4, n. 1, p. 30-38, 2013.

SANTOS-MOURA, S. S. et al. Influência de diferentes períodos de secagem na qualidade fisiológica de sementes de Tapirira guianensis Aublet. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 382-390, 2012.

SILVA, J. B. C.; NAKAGAWA, J. Estudos de fórmulas para cálculo de germinação. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 5, n. 1, p. 62-73, 1995.

SILVA, T. T. A. et al. Teor de água na colheita e temperatura de secagem na qualidade de sementes de sorgo, durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 10, n. 1, p. 66-81, 2011.

SURKI, A. A.; SHARIFZADEH, F.; AFSHARI, R. T. Effect of drying conditions and harvest time on soybean seed viability and deterioration under different storage temperature. **African Journal of Agricultural Research**, Nairobi, v. 7, n. 36, p. 5118-5127, 2012.

TERASAWA, J. M. et al. Antecipação da colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 765-773, 2009.

VILELA, C. A. A.; ARTUR, P. O. Secagem do açafrão (*Curcuma longa* L.) em diferentes cortes geométricos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 387-394, jun. 2008.

VILLELA, F. A.; MARCOS-FILHO, J. Estados energéticos e tipos de água na semente. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 79-83, 1998.

ZONTA, J. B. et al. Diferentes tipos de secagem: efeitos na qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 33, n. 4, p. 721-731, 2011.

CAPÍTULO 4 Momento ideal para a realização da trilha dos frutos de tabaco

RESUMO

No tabaco devido ao elevado teor de água dos frutos no momento da colheita torna-se necessário realizar o processo de secagem a fim de viabilizar a extração das sementes. O conhecimento do teor de água crítico para prever a duração da secagem que possibilite a trilha é fundamental para manter a qualidade da semente. Com isso objetivou-se com o trabalho determinar o teor de água ideal dos frutos de tabaco para a realização do processo de extração das sementes e os efeitos desses processos na qualidade fisiológica das sementes. Para tanto, foram colhidos frutos de tabaco de coloração marrom que foram submetidos à secagem artificial em secador estacionário a uma temperatura de 35 °C até a obtenção de teores de água de 30; 24; 18 e 12% base úmida. Em seguida procedeu-se a trilha dos frutos, sendo essa realizada em duas etapas (1ª trilha dos frutos intactos e a 2ª trilha do repasse dos frutos). Adotou-se o delineamento em blocos casualizados com 4 repetições em um arranjo fatorial 4x2, num total de 8 tratamentos, sendo as quatro teores de água (30; 25; 18 e 12%) e as duas etapas de trilha. As sementes foram avaliadas após a extração quanto ao rendimento da trilha, à germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação e sanidade das sementes. Pode-se concluir que a maior quantidade de sementes é extraída na primeira trilha independentemente do teor de água dos frutos sem comprometer a germinação das sementes. A extração de sementes (por meio da primeira trilha), provenientes de frutos com teor de água de 23% propicia a obtenção de lotes de sementes de alto vigor. Na da segunda trilha, as sementes apresentam maior incidência dos fungos *Alternaria alternata*, *Cladosporium* sp. e *Fusarium* spp.

Palavras-Chave: *Nicotiana tabacum* L.. Secagem. Teor de água. Vigor.

ABSTRACT

In tobacco, due to the high moisture content of fruits at the harvest, is necessary to realize the drying before the seed extraction. The knowledge about the critical moisture content to predict a drying duration that makes possible the path is essential to maintain the seed quality. It was aimed to determine the ideal moisture content of tobacco fruits to realize the seed extraction and the effects of this process on physiological quality of seeds. Fruits with brown color were harvested and subjected to artificial drying in stationary dryer at 35 °C until 30, 24, 18 and 12% moisture content. After, the path of fruits was done in two steps (processing and reprocessing). It was used randomized block design in a factorial arrangement 4x2, with four moisture content (30, 24, 18 and 12%) and the path in two steps, with four replicates. It was evaluated the yield of path, percentage of germination, first count of germination, germination speed index, mean time of germination and sanity. It was concluded that the bigger amount of seeds is extracted in the first path without damages on seed germination. The extraction of through the first path of fruits with 24% moisture content provides to obtain seed lots with high vigor. In the fruits provided from the second path is observed higher incidence of *Alternaria alternata*, *Cladosporium* sp. and *Fusarium* spp.

Keyword: *Nicotiana tabacum* L.. Drying. Moisture content. Vigor.

1 INTRODUÇÃO

O florescimento e a frutificação desuniformes das plantas de tabaco dificultam a produção das sementes, uma vez que são necessárias inúmeras colheitas, em épocas e em condições climáticas distintas, que levam a obtenção de lotes heterogêneos e de qualidade inferior.

A qualidade do lote está relacionada entre outros fatores, ao momento ideal de realização da colheita, que deve ocorrer o mais próximo possível da maturidade fisiológica. No entanto, na maturidade fisiológica as sementes encontra-se com elevado teor de água, o que pode inviabilizar as etapas pós-colheita, devido ao risco da ocorrência de danos mecânicos (FERREIRA et al., 2013).

Para a maioria das espécies, a redução do teor de água a fim de possibilitar a colheita, normalmente é realizada a campo. As sementes permanecem no campo até atingirem níveis adequados, sob condições de umidade relativa e temperatura nem sempre favoráveis para a manutenção da qualidade fisiológica das mesmas (AVELAR et al., 2011). Essa condição favorece o desenvolvimento de patógenos, que afetam a qualidade sanitária e fisiológica das sementes (FANAN et al., 2009). Com a secagem ocorre a redução do teor de água, assim, diminuem os riscos de infestação por microrganismos e a ocorrência de reações enzimáticas, o que possibilita a preservação da qualidade e assegura o poder germinativo das sementes (ANDRADE et al., 2006). De acordo com Ellis e Hong (2006), existe um conteúdo crítico de água, abaixo do qual, a longevidade não pode ser prolongada.

No caso do tabaco, as sementes se desenvolvem no interior do fruto e a secagem além dos benefícios já citados, também é necessária para possibilitar a extração das sementes. Contudo, teores elevados e reduções excessivas podem

proporcionar danos durante o processo de extração que irão resultar em reduções na germinação e no vigor.

De acordo com Shahbazi et al. (2012), os danos durante a extração das sementes são causados por uma série de fatores, tais como a energia do impacto, a estrutura das sementes, o estágio de maturação, as configurações do equipamento de trilha e o teor de água. Com relação aos equipamentos de trilha, para o tabaco faltam maquinários específicos para o a extração das sementes, implica na necessidade da adaptação de equipamentos, nem sempre ideais para a realização dessa atividade. Segundo Szwed e Lukaszuk (2007), durante a extração baixos teores reduzem a elasticidade das sementes e levam ao surgimento de danos à estrutura interna das sementes, enquanto que teores elevados aumentam a elasticidade e a capacidade de deformação por amassamento. Essas adaptações e a falta de informações referentes ao teor ideal de água predispõem as sementes a diversos danos mecânicos.

Para o correto monitoramento e gerenciamento do processo de secagem, a fim de, viabilizar a extração das sementes é de suma importância a obtenção de informações referentes aos teores de água no início e principalmente no fim do processo.

Diante do exposto, objetivou-se com o trabalho determinar o teor de água ideal dos frutos de tabaco para a realização do processo de extração das sementes e os efeitos desses processos na qualidade fisiológica das sementes.

2 MATERIAL E METODOS

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes, do Departamento de Agricultura, da Universidade Federal de Lavras – MG, em parceria com o Centro de Melhoramento de Tabaco – CMT da empresa Souza Cruz S.A., situado no município de Rio Negro – PR.

Os frutos de tabaco da linhagem PH 134 foram coletados quando os mesmos já se encontravam com o pericarpo na coloração marrom. Após a colheita, os frutos foram homogeneizados e divididos em quatro volumes, acondicionados em sacos de tecido não tecido (TNT), de aproximadamente 3 quilos.

De cada volume foram tomados 30 frutos para a determinação do teor de água inicial pelo o método de estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 horas (BRASIL, 2009). Além disso, foram pesadas quatro amostras contendo 20 frutos de cada volume, acondicionadas em sacos menores (20 cm x 20 cm) de TNT e reagrupadas aos respectivos volumes para o monitoramento e acompanhamento da secagem.

Em seguida, procedeu-se a secagem dos frutos, em um secador estacionário a uma temperatura constante de 35 °C, até que apresentassem teores de água de 30; 24; 18 e 12%. Os teores de água desejados foram obtidos pelo acompanhamento da perda de água durante a secagem. As amostras de frutos com massa inicial conhecida foram pesadas em intervalos regulares.

Os frutos foram retirados do secador à medida que atingiam o teor de água pré-estabelecido e em seguida foram submetidos ao processo de extração. A extração foi realizada em um equipamento desenvolvido pela empresa Souza Cruz, constituído de uma moega de alimentação, um par de cilindros que giram em sentido contrário, uma rampa de escoamento acoplado por uma peneira; para

a separação dos restos dos frutos das sementes; e uma bandeja coletora de sementes.

Nesse equipamento a extração foi processada em duas etapas, sendo que na primeira, os frutos foram descarregados na moega e as sementes coletadas na bandeja foram acondicionadas em embalagens. Após essa etapa procedeu-se com a limpeza da máquina com ar comprimido e em seguida os restos dos frutos coletados na peneira foram repassados novamente originando uma segunda trilha (repasse). As sementes extraídas nessa segunda etapa foram coletadas e mantidas em separado.

O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados com quatro repetições em um arranjo fatorial 4x2, num total de oito tratamentos, sendo as quatro faixas de teor de água (30; 25; 18 e 12%) e as duas etapas de trilha.

Quando a trilha foi finalizada, determinou-se a massa de sementes recém-trilhadas na primeira trilha e na segunda trilha. Em seguida, as sementes foram beneficiadas por meio de um soprador South Dakota® durante três minutos, com a abertura da tampa regulada para 3,0 cm. Após o beneficiamento as sementes foram novamente pesadas para determinar a massa de sementes beneficiadas na primeira trilha e na segunda trilha. Para essas determinações a massa foi corrigida para o teor de água de 7%. Em seguida, as sementes foram acondicionada em envelopes de papel e encaminhadas para o laboratório, onde foram submetidas às avaliações.

Germinação: Foram utilizadas 200 sementes puras de cada amostra, divididas em quatro subamostras de 50 sementes, semeadas em caixas tipo gerbox com duas folhas de papel mata-borrão umedecidas com uma solução de KNO_3 na concentração de 0,2%, perfazendo um volume de 2,5 vezes a massa do substrato seco. Em seguida, foram mantidas em câmara tipo BOD à temperatura alternada de 20-30 °C, e com fotoperíodo diário de oito horas. As avaliações

foram realizadas ao sétimo dia após a montagem do teste para a **primeira contagem de germinação (PC)** e ao décimo sexto dia para a **germinação**, sendo os resultados expressos em percentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Índice de Velocidade de germinação (IVG): realizado conjuntamente ao teste de germinação pela contagem diária (com o auxílio de uma lupa), do número de sementes com raízes protundidas (MAGUIRE, 1962).

Tempo médio de Germinação (TMG): determinado segundo Silva e Nakagawa (1995), com base no número de sementes protundidas em cada avaliação, multiplicado pelo respectivo tempo, dividindo o resultado pelo número total de sementes germinadas ao final do teste.

Teste de sanidade: realizado pelo método de papel filtro, utilizando 200 sementes dispostas em recipientes gerbox, sobre duas folhas de papel mata borrão umedecido com água destilada e esterilizada. Em seguida, as sementes foram mantidas em câmara de incubação, à temperatura de 23 ± 2 °C, em regime alternado de 12 horas de luz e 12 horas de escuro, por um período de sete dias, conforme as RAS (BRASIL, 2009). Para identificação da microflora, as sementes foram examinadas individualmente, com o auxílio de microscópio estereoscópio e, quando necessário, microscópio ótico para computar a percentagem de incidência, sendo realizada a identificação dos patógenos com base em suas características morfológicas.

Os efeitos dos tratamentos foram estudados submetendo os dados à análise de variância e quando o teste F foi significativo, foram ajustadas equações de regressão a fim de verificar o comportamento dos tratamentos ao longo do processo de secagem.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No monitoramento da secagem dos frutos, foi possível observar que embora apresentassem variação no teor de água (12 a 30%), as sementes, na ocasião da trilha, já se encontravam com baixos teores de água (6,9 a 8,1%), o que demonstra que as sementes de tabaco são mais hidrofóbicas quando comparadas com as estruturas que compõem o fruto (Tabela 1).

Tabela 1 Teor de água dos frutos e das sementes após o processo de trilha

Teor de água do fruto (%)	Trilha	Teor de água das sementes (%)
12	1º	6,84
	2º	7,21
18	1º	7,18
	2º	7,65
24	1º	7,45
	2º	7,81
30	1º	7,92
	2º	8,23

Essa característica mais hidrofóbica das sementes de tabaco esta relacionada com a composição química das mesmas. Pois de acordo com Andrianov et al. (2010), em sementes de tabaco pode ser acumulado até 40% do seu peso em óleo. Para Fuchs et al. (2013), no fruto do tabaco os tecidos mais hidratados encontram-se na parede da cápsula e no feixe vascular da placenta, enquanto que nas sementes tem-se a maior deposição de lipídios com menor conteúdo de água. Essas informações permitem estabelecer padrões que possibilitam maior eficiência e monitoramento durante o processo de secagem dos frutos e conseqüentemente das sementes de tabaco.

A maior quantidade de sementes foi extraída durante a primeira trilha, independentemente do teor de água dos frutos no momento da extração, sobretudo, em frutos mais secos com teores de água de 12 e 18% (Figura 1).

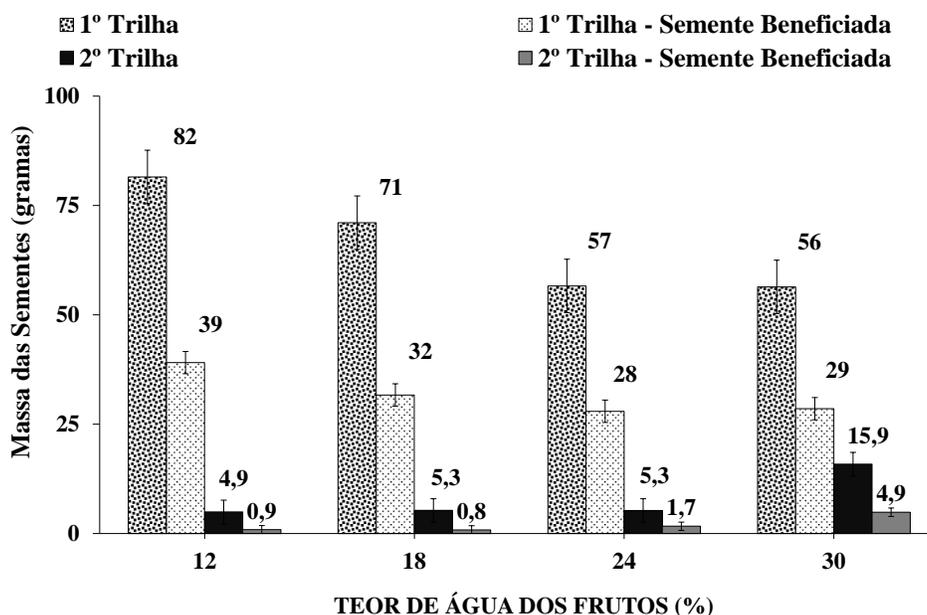


Figura 1 Peso total de sementes no processo de trilha e quebra durante o beneficiamento de sementes de tabaco extraídas de frutos em diferentes teores de água

No entanto, com o beneficiamento das sementes observa-se nos frutos mais secos uma maior quantidade de impurezas em relação aos frutos mais úmidos, o que reduz a qualidade física das sementes. Já que, 52 e 55% respectivamente de todo o material extraído era constituído de materiais indesejados. Na segunda trilha, o percentual de descarte variou de 69 a 85% de acordo com o teor de água dos frutos.

Na primeira contagem de germinação (Figura 2A) de sementes extraídas na primeira trilha observa-se que quanto maior o teor de água

(consequentemente menor tempo de secagem), maior à porcentagem de plântulas normais.

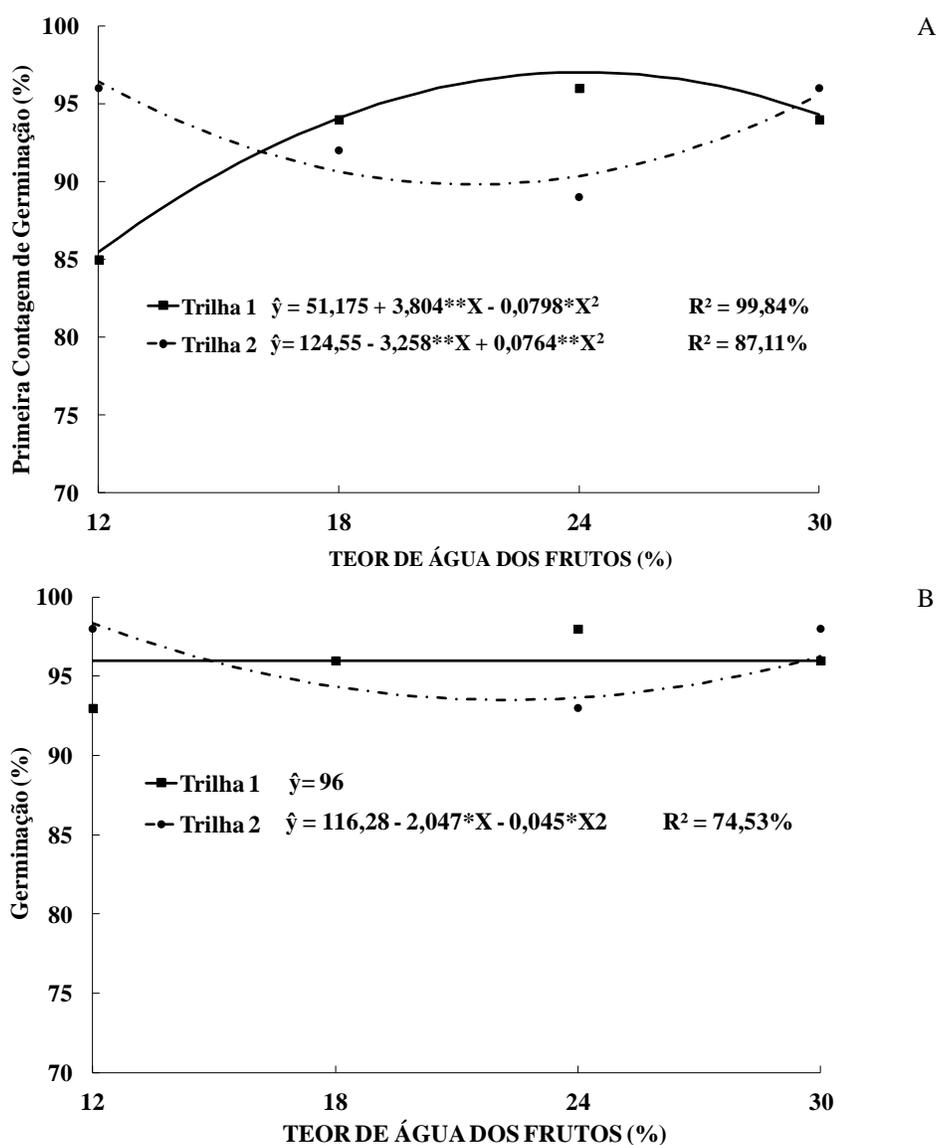


Figura 2 Resultados médios da na primeira contagem e na germinação das sementes de tabaco extraídas de frutos em diferentes teores de água. ** significativos a 1% de probabilidade pelo teste t

O percentual máximo de 97% foi observado quando as sementes foram extraídas de frutos com teor de água de 24%. Na mesma figura, para a segunda trilha, os resultados indicam um declínio na percentagem de plântulas normais de 96% para 90% com a variação do teor de água de 12 a 21%. A partir desse ultimo ponto, com a elevação do teor de água dos frutos, assim como na primeira trilha, nota-se um aumento na primeira contagem de germinação.

Pela análise dos resultados, independentemente do teor de água dos frutos não se observam diferenças na germinação das sementes quando as mesmas são extraídas durante a primeira trilha com uma germinação média de 97% (Figura 2B). Na mesma Figura, para a segunda trilha nota-se, que com a elevação do teor de água dos frutos de 12% até 22% tem-se por consequência uma redução na viabilidade das sementes. Após esse ponto há uma relação direta entre a elevação do teor de água dos frutos e o aumento do percentual de germinação das sementes.

Essa redução, evidente em sementes provenientes da segunda trilha, na primeira contagem e na germinação das sementes provavelmente está associada aos danos mecânicos aos quais as sementes foram submetidas até o final da etapa. O que corrobora com Maryam e Oskouie (2011), os quais descrevem que mesmo os menores danos podem afetar a viabilidade o vigor das sementes, aumentando o número de plântulas anormais. Para Shahbazi (2012), os danos nas sementes aumentam com a velocidade dos impactos e diminuem com o teor de água. Além disso, normalmente resultam da interação mecânica entre o material biológico (sementes) e o mecanismo de trilha do equipamento (aço e borracha), que pode ocorrer durante a colheita e transporte, onde as sementes são submetidas a maiores impactos (SHAHBAZI; VALIZADEH; DOWLATSHAH, 2012).

Nas duas etapas da trilha, o vigor das sementes avaliado pelo índice de velocidade de germinação, (Figura 3A), ajustou-se ao modelo quadrático. Sendo

que, a secagem dos frutos até o teor de água de 23% com posterior extração durante a primeira trilha, proporcionou a obtenção de sementes mais vigorosas. Já o prolongamento da secagem após esse ponto, causou a redução do vigor. Na segunda trilha, a secagem dos frutos até o teor e água de 12%, resultou no maior vigor das sementes e com a elevação até 20,88% ocasionou a redução do IVG com posterior aumento à medida que o teor de água se aproximou dos 30%.

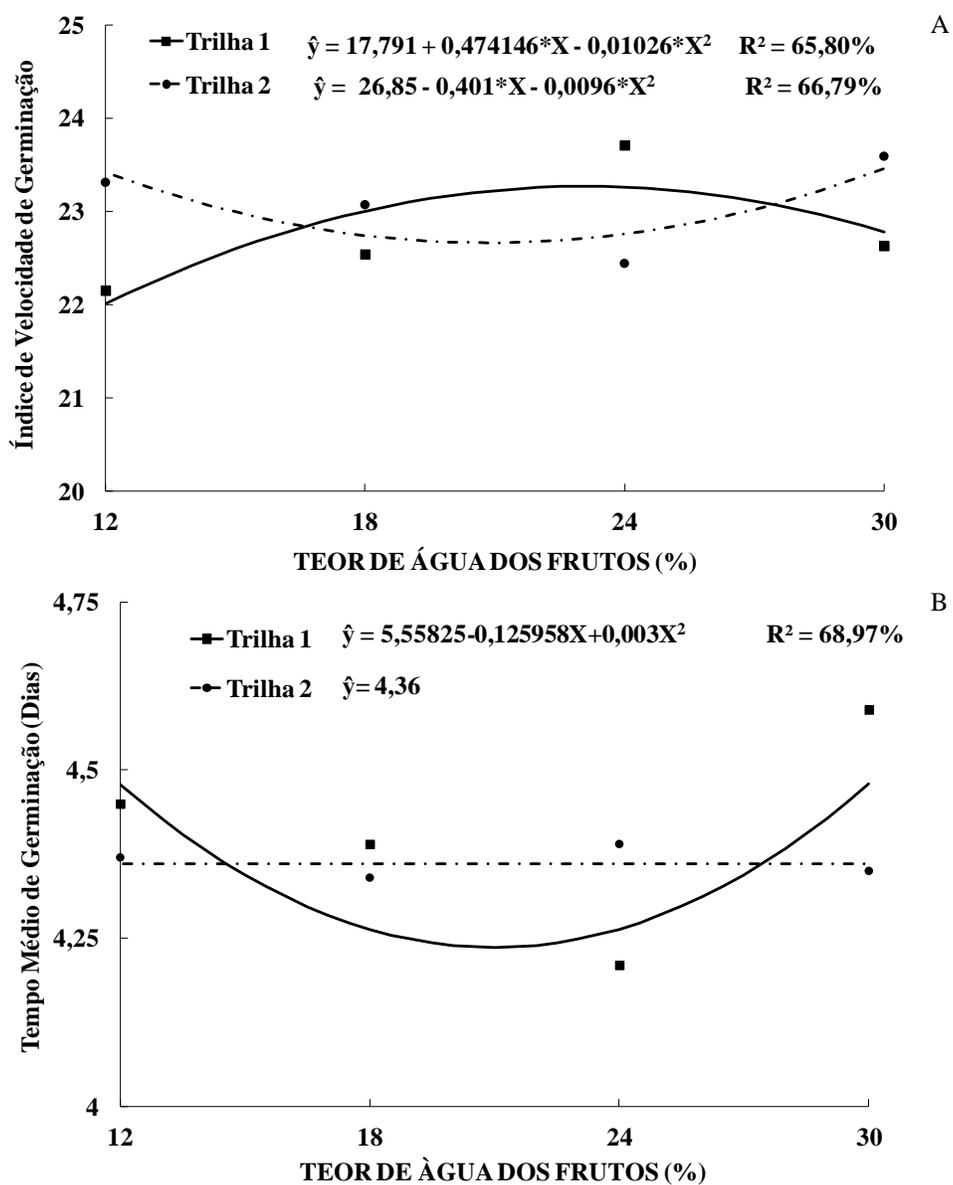


Figura 3 Resultados médios do Índice de velocidade de germinação (IVG) e do tempo médio de germinação (TMG), de sementes de tabaco extraídas de frutos em diferentes teores de água. ** significativos a 1% de probabilidade pelo teste t

A secagem dos frutos até o teor de água de 21% associado à primeira trilha possibilitou o menor tempo médio de germinação (4,24 dias) e consequentemente maior vigor. Teores de água acima ou abaixo desse ponto reduziram o vigor das sementes. Para as sementes submetidas à segunda trilha, não foi observado diferença no TMG independente do teor de água dos frutos (média geral de 4,36 dias).

A redução do vigor das sementes extraídas na segunda trilha, provavelmente decorreu dos danos mecânicos provocados pelo aumento de impactos em que as sementes foram submetidas durante a trilha. Marques et al. (2011), reportaram que os danos mecânicos são cumulativos durante os processos de pós-colheita. Além disso, embora não haja resultados dessa natureza para a cultura do tabaco, na literatura existem vários estudos para determinar a intensidade dos danos mecânicos e a melhor forma de proceder a extração das sementes de outras culturas, tais como os de Szwed e Łukaszuk (2007) em sementes de colza, Khazaei (2009) com feijão, Shahbazi (2011) em sementes de grão de bico, e Shahbazi (2012) em sementes de trigo. Nesses trabalhos, o que se conclui é que os danos mecânicos podem reduzir significativamente a viabilidade e o vigor das sementes.

Na análise sanitária foi observada a presença dos fungos *Alternaria alternata*, *Cladosporium* sp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp. e *Penicillium* sp., sendo os de maior incidência *Alternaria alternata*, *Cladosporium* sp. e *Fusarium* spp. (Figura 4 A, B e C). A presença desses fungos já foi constatada por Gadotti, Baudet e Villela (2012), ao avaliarem o efeito de diferentes regulagens da mesa densimétrica na qualidade de sementes de tabaco e por Segato e Gabaldi (2012), quando avaliaram a associação de fungos em sementes dessa cultura, o que demonstra uma possível facilidade desses patógenos em se desenvolverem nas sementes de tabaco.

Nas sementes de tabaco, independente do fator estudado (teor de água dos frutos e processo de trilha) a *Alternaria alternata* foi o patógeno de maior incidência nas sementes, sobretudo naquelas extraídas na segunda trilha que apresentaram menor qualidade sanitária. Além disso, tanto na primeira quanto na segunda trilha, frutos extraídos com teores de água de 24,09 e 20,88% apresentaram incidência máxima de 9,33 e 13,4% respectivamente. Esses resultados corroboram com os de Zhongxia et al. (2002), que ao avaliarem amostras de sementes de tabaco de oito unidades de produção distintas, esses autores relataram a *Alternaria alternata*, como sendo a espécie de maior predominância nas sementes.

Em frutos com maiores teores de água submetidos à primeira trilha, observa-se uma redução na incidência de *Cladosporium* sp. nas sementes provenientes de frutos com maiores teores de água. Para a segunda trilha, não houve diferença, na incidência desse patógeno independentemente do teor de água dos frutos.

No caso do *Fusarium* spp., na primeira trilha a incidência máxima de 1,78% foi observada em sementes com teor de água de 16% e em teores de água acima desse ponto houve uma redução nessa incidência. Já na segunda trilha, com o aumento do teor de água nota-se uma redução do *Fusarium* spp., nas sementes.

Para as sementes extraídas de frutos secados até 12%, tem-se uma maior incidência quando extraídas na segunda trilha. E nos demais níveis de secagem não se observa diferença entre os teores de água dos frutos, independente do processo de trilha.

A maior incidência de patógenos, em sementes provenientes da segunda trilha, com conseqüente redução da qualidade sanitária pode estar associada à ocorrência de danos mecânicos aos quais as sementes foram submetidas no processo de trilha. Provavelmente esse segundo impacto resulta em danos que

favorecem a infestação de patógeno nas sementes. Para Salari et al. (2013), os danos nas sementes reduzem a qualidade sanitária e o tempo de armazenamento.

Embora não tenham sido evidenciados problemas na germinação das sementes em decorrência de patógenos, não se deve descartar a possibilidade desses em prejudicar o desempenho germinativo e o estande das plantas, pois segundo Yang, Xiao e Wang (2007), o tegumento das sementes serve de barreira física contra a infecção de fungos, mas com o processo de embebição e rompimento do mesmo durante a germinação, as plântulas ficam expostas a uma possível infecção.

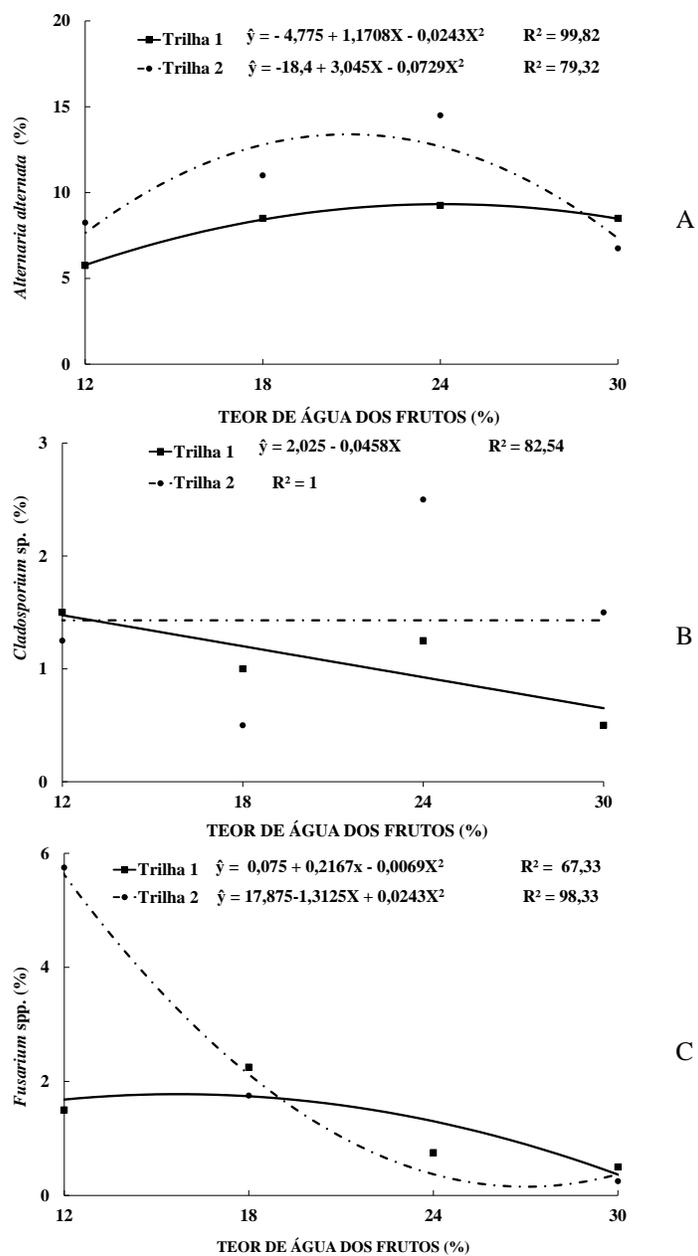


Figura 4 Incidências dos fungos: *Alternaria alternata* (A), *Cladosporium* sp. (B) e *Fusarium* spp. (C) em sementes de tabaco provenientes de frutos submetidos ao processo de trilha em diferentes teores de água

4 CONCLUSÕES

A maior quantidade de sementes é extraída na primeira trilha independentemente do teor de água dos frutos sem comprometer a germinação das sementes.

A extração de sementes (por meio da primeira trilha), provenientes de frutos com teor de água de 23% propicia a obtenção de lotes de sementes de alto vigor.

Na da segunda trilha as sementes apresentam maior incidência dos fungos *Alternaria alternata*, *Cladosporium* sp. e *Fusarium* spp.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, E. T. et al. Cinética de secagem e qualidade de sementes de feijão. **Engevista**, Niterói, v. 8, n. 2, p. 83-95, 2006.
- ANDRIANOV, V. et al. Tobacco as a production platform for biofuel: overexpression of Arabidopsis DGAT and LEC2 genes increases accumulation and shifts the composition of lipids in green biomass. **Plant Biotechnology Journal**, Oxford, v. 8, n. 3, p. 277-287, 2010.
- AVELAR, S. A. G. et al. Secagem estacionária de sementes de soja com ar desumidificado por resfriamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 454-462, 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 395 p.
- ELLIS, R. H.; HONG, T. D. Temperature sensitivity of the low-moisture content limit to negative seed longevity moisture content relationships in hermetic storage. **Annals of Botany**, Oxford, v. 97, n. 5, p. 785-791, 2006.
- FANAN, S. et al. Influência da colheita e períodos de armazenamento na qualidade sanitária de sementes de mamoneira. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 35, n. 3, p. 202-209, 2009.
- FERREIRA, V. F. et al. Quality of maize seeds harvested and husked at high moisture levels. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 276-283, 2013.
- FUCHS, J. et al. A noninvasive platform for imaging and quantifying oil storage in submillimeter tobacco seed. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 161, n. 2, p. 583-593, 2013.
- GADOTTI, G. I.; BAUDET, L.; VILLELA, F. A. Several regulations in gravity table in quality of tobacco seeds. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 361-368, 2012.
- KHAZAEI, J. Influence of impact velocity and moisture content on mechanical damage of white kidney beans under impact loadings. **Cercetari Agronomice in Moldova**, Iasi, v. 42, n. 1, p. 5-18, 2009.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MARQUES, O. J. et al. Danos mecânicos em grãos de híbridos comerciais de milho em função da umidade de colheita. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 565-576, 2011.

MARYAM, D.; OSKOUIE, B. Study the effect of mechanical damage at processing on soybean seed germination and vigor. **Journal of Agricultural & Biological Science**, Islamabad, v. 6, n. 7, p. 60-64, 2011.

SALARI, K. et al. Optimization of independent parameters for chickpea threshing using Response Surface Method (RSM). **Journal of Agricultural Science and Technology**, London, v. 15, n. 3, p. 467-477, 2013.

SEGATO, S. V.; GABALDI, F. C. Fungos associados às sementes de fumo (*Nicotiana tabacum* L.). **Nucleus**, Ituverava, v. 9, n. 2, p. 1-6, 2012.

SHAHBAZI, F. Impact damage to chickpea seeds as affected by moisture content and impact velocity. **Applied Engineering in Agriculture**, Saint Joseph, v. 25, n. 7, p. 771-775, 2011.

SHAHBAZI, F. A study on the seed susceptibility of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars to impact damage. **Journal of Agricultural Science and Technology**, London, v. 14, n. 3, p. 505-512, 2012.

SHAHBAZI, F. et al. Influence of different fertilization level of zinc sulphate and plant density on the breakage susceptibility of triticale seeds. **Cercetari Agronomice in Moldova**, Iasi, v. 45, n. 4, p. 5-13, 2012.

SHAHBAZI, F.; VALIZADEH, S.; DOWLATSHAH, A. Mechanical damage to wheat and triticale seeds related to moisture content and impact energy. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**, Beijing, v. 14, n. 4, p. 150-155, 2012.

SILVA, J. B. C.; NAKAGAWA, J. Estudos de fórmulas para cálculo de germinação. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 5, n. 1, p. 62-73, 1995.

SZWED, G.; LUKASZUK, J. Effect of rapeseed and wheat kernel moisture on impact damage. **International Agrophysics**, Lublin, v. 21, n. 3, p. 299-304, 2007.

YANG, X. et al. Expression of a novel small antimicrobial protein from the seeds of motherwort (*Leonurus japonicus*) confers disease resistance in tobacco. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 73, n. 3, p. 939-946, 2007.

ZHONGXIA, T. et al. Testing of seed-borne fungi in tobacco seeds from yunnan province. **Journal of Southwest Agricultural University**, Ontario, v. 24, n. 5, p. 428-430, 2002.