



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

MÁRCIO ANTONIO NICOLETTI

MILHO:
QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES NA SECAGEM,
PRODUÇÃO E RENDIMENTO DE CANJICA

Londrina
2018

MÁRCIO ANTONIO NICOLETTI

MILHO:
QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES NA SECAGEM,
PRODUÇÃO E RENDIMENTO DE CANJICA

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Lucia Sadayo
Assari Takahashi

Londrina
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Nicoletti , Márcio Antonio.

Milho : qualidade fisiológica de sementes na secagem, produção e rendimento de canjica / Márcio Antonio Nicoletti . - Londrina, 2018.
51 f. : il.

Orientador: Dr^a. Lúcia Sadayo Assari Takahashi.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2018.
Inclui bibliografia.

1. Germinação - Tese. 2. Milho Branco - Tese. 3. Zea Mays - Tese. 4. Genótipo - Tese.
I. Takahashi, Dr^a. Lúcia Sadayo Assari . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

MÁRCIO ANTONIO NICOLETTI

MILHO:

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES NA SECAGEM,
PRODUÇÃO E RENDIMENTO DE CANJICA

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lúcia Sadayo Assari
Takahashi
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Dr. Thiago Hideyo Nihei
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Dr. Thiago Alberto Ortiz
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Dr. Helder Rodrigues da Silva
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Dr. Oelcio José Stipp
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Profa. Dr^a. Josemeyre Bonifácio da Silva
Universidade Estadual de Londrina

Profa. Dr^a. Christina da Silva Wanderley
Universidade Filadélfia – UNIFIL

Londrina, 26 de fevereiro de 2018.

A Deus, por existir e fazer parte da minha vida constantemente.

A minha esposa Alcimara e meus filhos Matheus e Nathalia.

AGRADECIMENTOS

A Deus por essa preciosa conquista que proporcionou. Sei que foi meu guia, iluminando e dando sabedoria para atravessar os obstáculos que eventualmente a vida nos coloca.

A Universidade Estadual de Londrina e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia.

A orientadora Lúcia Sadayo Assari Takahashi, com sua sabedoria e paciência direcionou em meus trabalhos nesses anos.

A todos os professores, amigos e estagiários que contribuíram esclarecendo e enriquecendo meus conhecimentos, e principalmente aos membros da banca Dr. Thiago Hideyo Nihei, Dr. Thiago Alberto Ortiz, Dr. Oelcio José Stipp, Dra. Josemeyre Bonifácio da Silva e Dra. Chrystina da Silva Wanderley que prontamente aceitaram o convite.

Em especial aos estagiários e alunos que trabalharam diretamente nas avaliações e revisões dos trabalhos, Felipe Favoretto Furlan, Rodrigo Anschau, Nicolas Alexandre de Siqueira Vengrus, Gustavo Henrique Freiria e também Weda Westein que acompanhou com sua atenção e cordialidade.

A Sementes Balu que incentivou e disponibilizou meu tempo de trabalho para que pudesse aprimorar os conhecimentos e dedicar aos estudos.

A minha mãe e irmãos que são presença constante em minha vida, em especial ao meu pai que já se foi, sei que está vibrando por mim. Deus deu vocês para inspirar a ser o melhor que eu possa, para mostrar a importância da verdade e da alegria.

A minha esposa Alcimara e meus filhos Matheus e Nathalia, Deus colocou vocês em minha vida para dar esperança, clarear meus pensamentos e encorajar meus sonhos. Obrigado pela paciência e companheirismo nos momentos que fiquei ausente devido aos estudos, vocês são os amores da minha vida e minha fonte de inspiração.

MUITO OBRIGADO

NICOLETTI, Márcio Antonio. **Milho**: qualidade fisiológica de sementes na secagem, produção e rendimento de canjica. 2018. 51 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

RESUMO

A semente é o principal insumo no processo produtivo da cultura do milho. O monitoramento durante o beneficiamento e armazenamento dos lotes é fundamental para que sejam identificados pontos críticos no processo que atuem na qualidade fisiológica. O primeiro trabalho teve como objetivo avaliar o potencial fisiológico de sementes de milho híbrido de diferentes peneiras e métodos de secagem. As amostras de sementes de milho foram coletadas após secagem em espigas até 11% de umidade em câmara de secagem e com secagem em espigas até 15% umidade seguida de secagem em sistema a gás até 11% umidade. Após a secagem as sementes foram debulhadas, limpas, classificadas, tratadas, separadas em peneiras e armazenadas. Foram coletadas amostras no início do armazenamento e após um ano de armazenamento e realizadas análises de germinação e vigor através do teste de frio. Pode-se verificar que utilizando o método de secagem em espiga mais gás apresentou redução no potencial fisiológico para sementes armazenadas, entretanto mantém padrão comercial. No mercado brasileiro apenas o híbrido branco IPR 127 é comercializado devido seu rendimento industrial para canjica, o segundo trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade e rendimento de canjica dos híbridos brancos IPR 127 e Dow 120009HW cultivados em diferentes locais. Os ensaios foram conduzidos nos municípios de Rolândia – PR, Campo Novo do Parecis – MT e Naranjal – Paraguai. O híbrido Branco IPR 127 difere e supera o Dow 120009HW em relação ao rendimento de canjica.

Palavras-Chave: Germinação. Híbrido. *Zea Mays*. Genótipo. Milho Branco.

NICOLETTI, Márcio Antonio. **Corn**: physiological quality of seeds in drying, production and yield of corn grits. 2018. 51 p. Thesis (Doctor's Degree in Agronomy) – Universidade Estadual Londrina, Londrina, 2018.

ABSTRACT

The seed is the main input in the maize crop production process. The process of monitoring during the batch and storage processing is fundamental for the identification of critical points in the process that might act towards the physiological quality. The first essay had as a goal the evaluation of the physiological potential of hybrid seeds of corn from different sieves and drying methods. The samples of corn seeds were collected after drying in cobs having up to 11% of humidity level in a drying chamber and drying in cobs having up to 15% of moisture level followed by drying in a gas system having up to 11% of moisture level. After drying, the seeds were threshed, cleaned, sorted, treated, sorted in sieves and stored. Samples were collected at the beginning of the storage process and one year afterwards this process, germinations and strength analyzes were performed through a cold test. It can be verified that using the cobs drying method with gas, there was a reduction in the physiological potential on storing the seeds, still it kept a commercial standard. In the Brazilian market only the hybrid IPR 127 white is commercialized due to its industrial yield for corn grits. The trials were held in the cities of Rolândia – State of Paraná, Campo Novo Paricis – State of Mato Grosso and Naranjal - Paraguay. The hybrid IPR 127 differs and surpasses the Dow 120009HW in relation to the yield of corn grits.

Keywords: Germination. Quality. Hybrid. *Zea Mays*. Genotype.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1	CULTURA DO MILHO.....	10
2.2	IMPORTÂNCIA DA SECAGEM	11
2.3	FUNDAMENTOS DA SECAGEM.....	12
2.4	CONCEITOS DE SECAGEM.....	13
2.5	MOVIMENTAÇÃO DA SEMENTE NA SECAGEM.....	14
2.6	ARMAZENAMENTO	14
2.7	MILHO CANJICA.....	16
2.7.1	Grupo	16
2.7.2	Subgrupo	17
2.7.3	Classes.....	17
2.7.4	Tipos	17
2.7.5	Umidade	17
	REFERÊNCIAS	23
3	ARTIGO A: DESEMPENHO DA SEMENTE DE MILHO NO PROCESSO DE SECAGEM A GÁS	28
4	ARTIGO B: PRODUTIVIDADE DE HÍBRIDOS DE MILHO BRANCO COM FINALIDADE PARA CANJICA	38
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	51

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais cultivados no mundo, com uma produção de 1.075 milhões de toneladas na safra 2016/17, 11,57% a mais que na anterior. O consumo global foi 1.036 milhões de toneladas. Os estoques chegaram em 227 milhões de toneladas, ou 8,47% acima do registrado em 2015/16. Houve um aumento nas exportações de 42 milhões de toneladas em relação à 2015/16, totalizando 164 milhões de toneladas. (FIESP, 2018).

No Brasil, a cultura ocupou uma área de 17,5 milhões de hectares, com uma produção na safra 2016/17 de 97 milhões de toneladas e produtividade de 5,6 toneladas por hectare. Entre os estados brasileiros, o Paraná se destacou com uma área plantada de 3 milhões de hectare e uma produção de 18 milhões de toneladas (CONAB, 2017).

Com o aumento da área semeada há necessidade de instalações de grandes áreas de produção de sementes, bem como rapidez nos processos de colheita, tendo em vista que as sementes quando completam a maturidade fisiológica, apresentam o máximo de germinação e vigor, após esta etapa, os índices declinam. Se as sementes não forem colhidas imediatamente, pode haver a deterioração no campo devido a elevados teores de água das sementes, aliados a altas temperaturas e à ação de insetos e microrganismos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A manutenção da viabilidade e da qualidade fisiológica das sementes de milho são fatores que devem ser considerados dentro do sistema de produção. A secagem das sementes torna-se uma etapa fundamental, pois a sua importância reside no fato de que a secagem age diretamente na qualidade e longevidade da semente.

A secagem natural é pouco segura, uma vez que a semente fica no campo, sujeita a condições ambientais desfavoráveis. A secagem artificial é uma técnica que visa preservar a qualidade fisiológica uma vez que na colheita mecanizada apresenta elevados teores de umidade.

O procedimento utilizando método de secagem a gás permite um fluxo maior de recebimento de matéria prima do campo para a unidade de semente, pois libera espaço nas câmaras de secagem quando atingem a umidade que

possibilita a debulha e posteriormente a transferência para o secador a gás onde será finalizado o processo de secagem.

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta originária das Américas, com destaque pela sua importância socioeconômica, já que se constitui em uma matéria-prima indispensável para diversos segmentos, a exemplo da alimentação animal e da indústria de alimentos, uma vez que é possível obter diversos produtos, como por exemplo, fubá, canjica, óleo, amido, amilose, amilopectina, zeína e fibras sendo uma das mais importantes commodities do setor agrícola no Brasil (DUARTE et al., 2008; GERALDI et al., 2012; PEREIRA et al., 2012).

A canjica é uma sobremesa doce, típica da culinária brasileira, que surgiu por volta do ano 1710 em São Paulo. A canjica mais comum é proveniente do milho branco, mas pode ser encontrada no comércio também do milho amarelo (FERREIRA, 2002).

O milho para canjica é ingrediente principal de uma iguaria tipicamente brasileira, apreciada e consumida principalmente nos meses de junho e julho no Brasil, também sendo consumido em outros países como cereal matinal (Flaking Grits). A canjica de milho é definida como sendo os grãos ou pedaços de grãos de milho provenientes da espécie *Zea mays* L. que apresentam ausência parcial ou total do gérmen, em função do processo de escarificação mecânica ou manual. Esse processo ocorre por meio do sistema de degerminação, no qual o grão do milho é quebrado e separado em três partes: endosperma (canjica), gérmen (embrião) e pericarpo (pele que envolve o grão) (GONÇALVES et al., 2003; SOUZA et al., 2009).

A disponibilidade de cultivares destinada à produção de milho canjica é escassa, havendo a necessidade de novos híbridos. Em 2015, somente quatro cultivares de milho branco foram recomendadas para a produção, dentre 478 cultivares de milho disponíveis para a comercialização, porém somente uma é comercializada (CRUZ; PEREIRA FILHO; SIMÃO, 2014).

Neste contexto o primeiro trabalho teve como objetivo avaliar o potencial fisiológico de sementes de milho híbrido de diferentes peneiras e métodos de secagem e o segundo trabalho avaliar a produtividade e rendimento de canjica dos híbridos brancos IPR 127 e Dow 120009HW cultivados em diferentes locais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTURA DO MILHO

O milho (*Zea mays* L.) pertence à família Poaceae, tribo Maydeae, gênero *Zea* e espécie *Zea mays*. É uma espécie monóica, alógama com baixa frequência de autogamia (inferior a 5%), diplóide ($2n=20$), protândrica e diclina, estando as flores masculinas (pendão) dispostas no ápice da planta e as flores femininas (espigas) dispostas lateralmente (KRUG; VIEGAS; PAOLIERI, 1943).

Zea mays é a única espécie cultivada do seu gênero, todas as outras espécies são denominadas como teosinte, e a maioria das hipóteses sobre a origem e domesticação do milho atual provém deste teosinte (BROWN et al., 1985). O teosinte apresenta várias espigas sem sabugo, contendo normalmente seis grãos por fileira e duas fileiras por espiga, e pode cruzar-se naturalmente com o milho, produzindo descendentes férteis. Acredita-se que sua origem e domesticação datam mais de quatro mil anos nas regiões que hoje compreendem o México e América Central (GALLINAT, 1988). Com o advento dos plantios, as sociedades mais primitivas passaram a domesticar empiricamente o teosinte para consumo próprio, selecionando variantes desejáveis que ocorressem de forma natural (ACQUAAH, 2007).

O milho é uma das espécies alógamas mais estudadas em todo o mundo, devido à sua produtividade, composição química e valor nutritivo (GRIGULO et al., 2011), fornecendo produtos amplamente utilizados para a alimentação humana, animal e matéria prima para a indústria, principalmente em função da quantidade e da natureza das reservas acumuladas nos grãos (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004). No Brasil, a cultura apresenta uma grande importância econômica, tanto para o pequeno quanto para o grande produtor, gerando renda e empregos diretamente e indiretamente, dentro da cadeia produtiva do agronegócio.

A planta de milho possui um aparato fotossintético C4, desenvolvendo folhas alternadas e tendo uma vantagem evolutiva em regiões tropicais, com maior aproveitamento fotossintético (BARGHINI, 2004).

O milho é classificado de acordo com o ambiente em que se cultiva. Tropical quando semeado entre a linha equatorial e 30° de latitude Sul e Norte,

acima dos 34° classificado como milho de zona temperada e entre 30° e 34° denominado como subtropical (FORNASIERI FILHO, 2007).

Até 1930, praticamente todo plantio era realizado com variedades de polinização aberta. Com a obtenção de híbridos duplos, a mudança de tecnologia foi extremamente rápida. No estado de Iowa (EUA), terras cultivadas com milho híbrido em 1935 não chegavam a 10%, elevando para quase 90% em apenas quatro anos (CROW, 1998). No ano de 1950, quase a totalidade do milho norte americano era advindo de sementes híbridas. A partir de 1960 o aumento na produtividade foi cerca de 110 kg ha⁻¹, sendo que entre 40-50% destes ganhos se deram pela melhoria nas condições ambientais de cultivo, tais como adubação, controle de pragas e doenças, enquanto que os outros 50-60% são creditados ao melhoramento genético (TROYER, 2004; DUVICK, 2005).

2.2 IMPORTÂNCIA DA SECAGEM

Na produção de semente, a preocupação constante com a qualidade do produto final determina que as práticas adotadas sejam as mais adequadas. As operações decorrentes da colheita, secagem, beneficiamento, armazenagem, além dos aspectos genéticos e de cultivo afetam a qualidade (FERREIRA; SÁ, 2010; MARTINS et al., 2005; MENEZES; LERSCH JR; STORCK, 2002).

A semeadura e a qualidade da semente utilizada são fatores que influenciam na implantação da cultura (MARTIN et al., 2007), diretamente na velocidade de emergência, uniformidade de distribuição de plantas na área, o estande de plantas e conseqüentemente sobre a produtividade da cultura (KIKUTI et al., 2003). Dessa forma, torna-se necessário a adoção de práticas que visam a qualidade do produto, uma vez que estas práticas começam no campo e se consolidam na colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento (BAUDET; VILLELA, 2007).

Ao atingir o ponto de maturação, o sistema vascular da semente, que liga a semente à planta mãe, se rompe ocorrendo a abscisão. Sendo assim, as trocas de nutrientes são mínimas ou inexistentes, e após este estágio a umidade da semente não apresenta relação com a planta, porém passa a ser influenciada pelo ambiente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A secagem é crítica quando a colheita é antecipada ou quando as sementes são colhidas com umidade elevada. A secagem inadequada é uma das principais causas de deterioração durante o armazenamento. A secagem envolve a retirada parcial da água por transferência de calor do ar e, ao mesmo tempo, através do fluxo de vapor de água da semente para o ar ambiente (BROOKER; BAKKER-ARKEMA; HALL, 1992; PORTELLA; EICHELBERGER, 2001).

A secagem é um processo termodinâmico, no qual ocorre a redução de umidade dos materiais biológicos. Quando conduzida adequadamente, seguida de um correto armazenamento, é determinante na garantia da qualidade obtida no campo de produção. A secagem natural é o método mais antigo e clássico utilizado entre pequenos produtores, limitado em grande parte pela quantidade de sementes a serem secas. Assim, pela necessidade de secar maiores volumes, torna-se imperioso usar a secagem artificial, cujos custos operacionais estão na dependência do volume de semente, teor de umidade inicial, velocidade e temperatura do ar a ser empregado e do preço das fontes de energia empregadas (TORRES, 2006).

2.3 FUNDAMENTOS DA SECAGEM

O processo de secagem é definido de diversas maneiras, sendo comuns os mecanismos de transferência de calor e massa, no qual ocorrem transferências simultâneas de energia e massa entre o produto e o meio utilizado para secá-lo, que geralmente é o ar. A secagem também pode ser definida como a operação unitária que reduz o teor de água do produto até que seja atingido um nível seguro para o seu armazenamento (DALPASQUALE, 1984).

Durante o processo de secagem, geralmente são removidas a água livre e a adsorvida, uma vez que envolvem um baixo nível de energia para a sua retirada, denominado de calor latente de vaporização. Por ser um processo de eliminação de líquido por evaporação, é necessário o fornecimento de calor para este procedimento a fim de remover o vapor de água que se forma na superfície do produto a ser seco (BIAGI; VALENTINI; QUEIROZ, 1992).

Um processo de secagem eficiente é aquele que mantém a conservação da semente pós-colheita e preserva suas características físicas e propriedades tecnológicas, proporcionando um elevado valor comercial. Dessa forma, uma das principais vantagens da secagem é a colheita antecipada, reduzindo

as perdas no campo e permitindo maiores preços pelos produtos (ATHIÉ et al., 1998; ELIAS, 2007).

A secagem natural é pouco segura, uma vez que a produção fica no campo exposta às intempéries ambientais. Além disso, as sementes podem ser atacadas por insetos, pássaros, roedores e fungos. Quando bem manejados, os secadores podem ser econômicos e contribuir para uma melhor qualidade do produto final (SILVA; AFONSO; DONZELLES, 2000).

2.4 CONCEITOS DE SECAGEM

A secagem da espiga de milho mantida no campo, além da perda de qualidade, influencia na perda de massa de matéria seca das sementes devido ao processo respiratório. Em condições ambientais favoráveis à atividade metabólica da semente como alta umidade e alta temperatura, o fenômeno da respiração é o principal responsável pela deterioração da semente. A perda de peso pela respiração pode ser influenciada pela condição climática local, por características genéticas da cultivar e pelo sistema de cultivo. A redução de peso pode ser de até 1% de massa de matéria seca a cada ponto percentual de água reduzido da semente. Dessa forma, no processo de secagem no campo de 18% de umidade para 13%, há uma redução de 5% de massa de matéria seca das sementes ocasionada pelo processo respiratório (NIELSEN, 2008).

A desvantagem da secagem natural no campo são as condições climáticas instáveis e a exposição aos insetos e aos fungos (PORTELLA; EICHELBERGER, 2001; WEBER, 2005).

A secagem artificial consiste no uso de estratégias que aceleram o processo de perda de água dos grãos. O milho geralmente é colhido com umidade entre 25-35% e deve ser seco até atingir uma umidade de 12%. Desta forma, pode-se conservar a semente por no mínimo um ano.

A secagem é realizada com aquecimento do ar, com variações na temperatura do ar de secagem de acordo com a umidade de colheita. O aquecimento do ar de secagem pode ser realizado utilizando-se fornalhas a lenha/sabugo, queimadores a gás (GLP) e através de caldeiras (PUZZI, 2000).

2.5 MOVIMENTAÇÃO DA SEMENTE NA SECAGEM

As sementes enquanto expostas ao fluxo de ar na secagem, podem permanecer paradas ou em movimento contínuo ou, ainda, alternando fases de movimentação rápida com fases de movimentação lenta, o que resulta em três tipos de secagem (CARVALHO, 1994):

- a) **Secagem Estacionária:** caracteriza-se pelo fato de que uma determinada quantidade de sementes entre na câmara de secagem e permaneça até que o teor de água desejado seja atingido. Só então sai da câmara de secagem sendo substituída por outra.
- b) **Secagem Contínua:** fluxo contínuo de sementes entre a moega e o depósito com mecanismo que controla a velocidade de caminhamento das sementes através do secador. Outra característica é que as sementes fluem pela câmara de secagem de tal forma que haja um mínimo de pressão estática a ser superado pelo ar insuflado pelos ventiladores,
- c) **Secagem Intermitente:** caracterizam-se pelo fato de que as sementes passam mais de uma vez pela câmara de secagem, perdendo de dois a três pontos percentuais de água a cada a cada passagem.

2.6 ARMAZENAMENTO

O armazenamento de sementes assume papel importante no processo produtivo e, quando realizado adequadamente, minimiza o declínio da qualidade e o descarte de lotes (ZONTA et al., 2014).

As sementes cultivadas são armazenadas aproximadamente por oito meses, período estimado entre a colheita dos campos de semente e a semeadura, em condições não controladas de temperatura e umidade. Entretanto, a umidade relativa do ar tem efeito significativo sobre o grau de umidade das sementes, uma

vez que, independentemente do tipo de condições de armazenamento, o grau de umidade da semente é equilibrado com a umidade relativa do ar, gerando o equilíbrio higroscópico (MCCORMARCK, 2004).

Devido ao processo de deterioração das sementes, é necessário providenciar para que seu início seja retardado, e impedir a redução da viabilidade e do vigor até o momento da futura instalação da cultura. Diferentes variedades de uma determinada espécie de culturas podem ter longevidade diferente quando armazenada nas mesmas condições (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2006).

Apesar da longevidade, das sementes, variar de acordo com o vigor e o genótipo, o armazenamento adequado pode ser uma alternativa para prolongar a sua qualidade fisiológica, diminuindo a velocidade de deterioração. Sob condições de câmara fria, o acondicionamento em embalagens de papel é a maneira mais apropriada para assegurar o vigor dessas sementes ao longo do tempo. Enquanto, sob condições ambientais, o acondicionamento a vácuo causa menor redução na qualidade fisiológica (GARCIA et al., 2014).

A aplicação de fungicidas e inseticidas visando à proteção de sementes durante o armazenamento torna-se cada dia mais importante na produção agrícola e nos últimos anos, o tratamento químico de sementes que utiliza o revestimento com polímeros tem recebido atenção em algumas culturas de expressão econômica (PIRES; BRAGANTINI; COSTA, 2004).

Os princípios fundamentais para uma correta conservação de sementes revestidas são os mesmos que têm sido usados para sementes nuas. O armazenamento das sementes, quando em condições ideais, não difere na manutenção da viabilidade entre sementes peletizadas e nuas, mas em condições inadequadas, as sementes peletizadas perdem rapidamente a viabilidade. Isso implica em cuidados mais rigorosos no período de armazenamento e manuseio de sementes peletizadas. Entretanto as técnicas de revestimentos das sementes progrediram e aperfeiçoaram-se nos últimos anos (NASCIMENTO; SILVA; MARTON, 1993).

Assim como as sementes osmoticamente condicionadas, sementes peletizadas também não suportam um longo período de armazenamento. Ao observar a qualidade fisiológica das sementes, após três meses de armazenamento em ambiente sem controle de umidade e temperatura, foi constatada a tendência do revestimento reduzir a germinação. Porém, a adição de fungicidas no revestimento

sobre a camada de aglomerante, não interferiu na qualidade fisiológica (MEDEIROS et al., 2006).

Em um trabalho onde foram testados dois tipos de secagem em sementes de milho armazenadas por seis meses, concluiu que a secagem com ar natural / GLP foi mais rápida do que a secagem com ar natural nas condições do estudo. Os dois métodos de secagem são viáveis em termos de qualidade, porém as perdas de proteína bruta, extrato etéreo e carboidratos, foram maiores durante os seis meses de armazenamento, nos grãos secos com ar natural (SCHUH et al., 2011).

2.7 MILHO CANJICA

Segundo Gonçalves et al. (2003) existem cerca de 90 derivados do milho, entre os quais a canjica, obtida por moagem a seco. A canjica é descrita pela Portaria 109 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 1989), como um produto proveniente do processo físico aplicado a qualquer tipo de milho, no qual ocorra a degerminação total ou parcial do grão, sendo classificada com relação ao tipo e cor. De acordo com a Portaria que aprova a Norma de Identidade, Qualidade, Apresentação e Embalagem da canjica de milho, tem-se a seguinte classificação:

A canjica de milho é classificada em grupos, subgrupos, classes e tipos, segundo o tamanho, presença de tegumento, coloração e qualidade.

2.7.1 Grupo

De acordo com o tamanho, a canjica é classificada em quatro tipos. Primeiro é o canjição que contém, no mínimo, 80% em peso de grãos inteiros ou pedaços de grãos, que fiquem retidos na peneira de 5,66 mm de diâmetro (TYLER 3.5).

Em segundo, a canjica extra ou canjica quatro, que contém no mínimo, 80% em peso de grãos inteiros ou pedaços de grãos que fiquem retidos na peneira de 4,76 mm de diâmetro (TYLER 4).

Em terceiro, a canjica especial ou canjica três, que contém no mínimo, 80% em peso de grãos inteiros ou pedaços de grãos, que fiquem retidos na peneira de 4 mm de diâmetro (TYLER 5).

O quarto é a canjica misturada, produto que não se enquadra nos grupos anteriores.

2.7.2 Subgrupo

De acordo com a presença ou não de tegumento ou pericarpo no grão, após o processo de degerminação, a canjica de milho recebe três classificações. O peliculado é o produto que contenha no mínimo 80% em peso, de grãos com mais de 50% de tegumento.

O despeliculado com mínimo 80% em peso, de grãos com 50% de tegumento, ou menos. O misturado é o produto que não se enquadra nos subgrupos anteriores.

2.7.3 Classes

De acordo com a coloração, a canjica de milho será classificada em amarela, que é constituído de 95% (noventa e cinco por cento) em peso de grãos ou pedaços de grãos amarelos pálidos, amarelos alaranjados, bem como os de coloração ligeiramente vermelha ou rósea; branca, constituído de 95% (noventa e cinco por cento) em peso de grãos ou pedaços de grãos brancos, marfim ou palha; mesclada, que não se enquadra nas classes anteriores.

2.7.4 Tipos

De acordo com a qualidade do produto, a canjica de milho será classificada em três tipos, definidos pelos percentuais de ocorrência de grãos carunchados, ardidos, mofados isoladamente e a soma dos defeitos ou avariados.

2.7.5 Umidade

Independentemente do grupo, subgrupo, classe ou tipo de canjica de milho, a umidade não poderá exceder a 13%.

Para Cardoso et al. (2009) o milho degerminado é designado de canjica, *flaking grits* ou *grits*, assim como Conrado (2010) que apresenta o termo

inglês *grits* como tradução da palavra canjica, indicando o grão de milho separado do gérmen.

A canjiquinha, pedaços de grão de canjica menores que os remanescentes na peneira TYLER 14, pedaços com a mesma dimensão dos *grits* de milho utilizados na produção de cerveja, não é normatizada pela mesma portaria, mesmo podendo ser denominada de canjica misturada (CONRADO, 2010).

Há dois processos que dão origem aos produtos do milho, a moagem seca e a moagem úmida. No Brasil, a indústria moageira de milho é a do tipo moagem seca, enquanto, nos países mais desenvolvidos, a principal forma de processamento do milho é a moagem úmida (PAES, 2006).

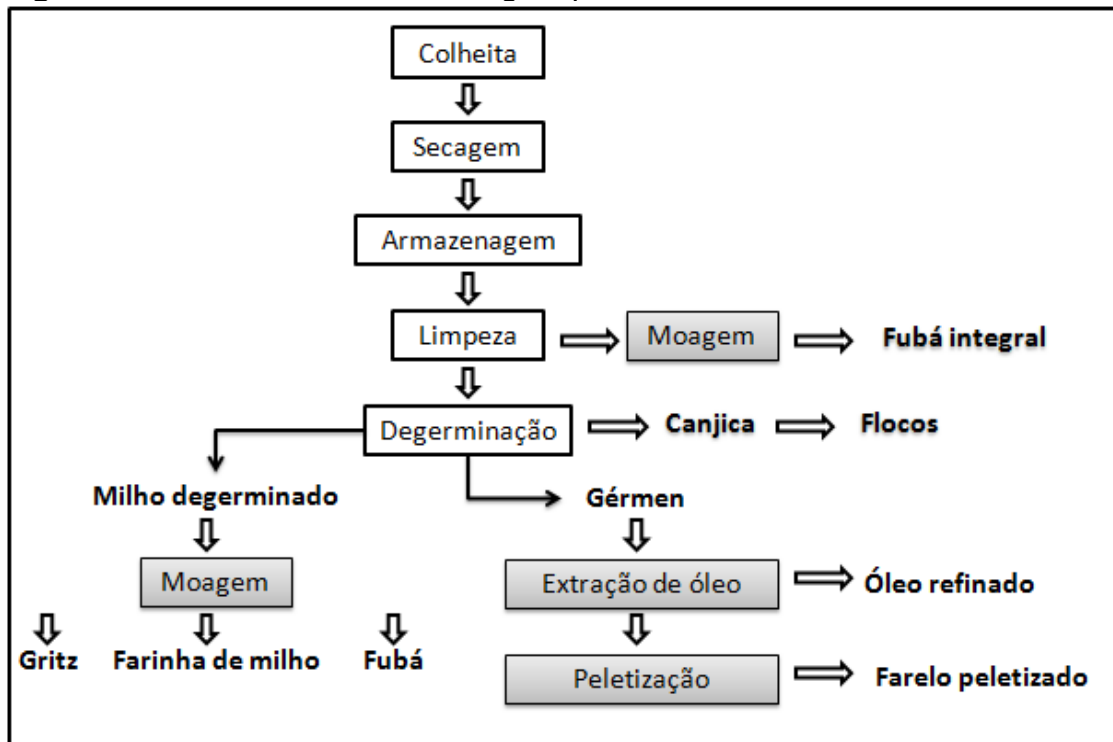
No processo de moagem por via seca (Figura 1), o grão é degerminado e separado em endosperma, pericarpo e gérmen (embrião). Segundo Cardoso et al. (2009), a moagem é todo e qualquer processo empreendido para mudar as características físicas de um ingrediente, objetivando a redução de suas partículas, seja para melhorar sua habilidade de mistura ou para aumentar a disponibilidade de seus nutrientes.

Fancelli e Lima (1982) afirmam que, nas indústrias de processamento de milho, pode-se obter, por moagem a seco, canjica, canjiquinha, flocos, fubá e farinha de diferentes granulometrias.

Segundo Ascheri et al. (2002), a indústria de moagem a seco constitui um importante segmento industrial de consumo de *grits* de milho, cuja qualidade depende de uma série de fatores que incluem o tipo da semente (duro, semi-duro, mole, etc.), manejo dos grãos pós-colheita e boas práticas de moagem a seco. Em resumo, o adequado gerenciamento dos principais fatores (qualidade e tipo do híbrido, prática agrícola, pós-colheita e processamento) definirá a qualidade do produto final.

A moagem úmida é o procedimento de moagem do milho, na qual se utiliza água para auxiliar na separação de suas partes (película, gérmen, proteína e amido). É um processo bastante distinto e mais complicado que a moagem a seco, gerando derivados diferentes dos obtidos na moagem a seco.

Figura 1 – Processamento de moagem por via seca.



Fonte: Adaptado ABIMILHO (2010).

A figura 1 mostra os tipos de grits e fubás produzidos depois da moagem, bem como os principais alimentos onde são utilizados. O canjicamento consiste na retirada total ou parcial do gérmen de milho. Este processo pode ser realizado por meio da escarificação do grão, por uma canjiqueira (CONRADO, 2010).

Segundo Cardoso et al. (2009), o processo de degerminação é realizado por meio de degerminadores ou canjiqueiras, de alimentação e descarga intermitentes ou contínuas, que removem, além do gérmen, o pericarpo do grão de milho.

Tabela 1 – Produtos do sistema de moagem do milho por via seca, granulometria e principais alimentos produzidos.

Frações moídas	Granulométrica (US MESH)	Finalidade industrial
Canjica de milho	Peneira 3,5 a 6	Cereal matinal e canjica;
Grits grosseiro	Peneira 10 a 20	Cereais matinais e snacks;
Grits regular	Peneira 15 a 30	Indústria da cerveja, cereal e snacks;
Grits fino	Peneira 30 a 40	Cereal matinal, snacks e bebidas destiladas;
Fubá de milho	Peneira 40 a 60	Panificação, massas e pratos regionais;
Farinha de milho	Peneira 60	Pães e misturas de farinha;

Fonte: Adaptado de Serna Saldivar e Rooney (1994).

As canjiqueiras existentes apresentam o mesmo princípio de funcionamento, diferem entre si de acordo com a capacidade de produção. As canjiqueiras menores produzem de 2,0 até 60 kg de canjica por hora, enquanto as industriais de fluxo contínuo são capazes de atingir patamares de até 4.000 kg por hora. As canjiqueiras contínuas são utilizadas somente para produção em grande escala (CARDOSO et al., 2009).

O princípio de funcionamento consiste em um eixo provido de facas cortantes dispostas opostas duas a duas em posição alternada a 90°, afastadas umas das outras com aproximadamente 5 cm, a entrada do milho é feita pelo tambor com graduação variável, que regula a entrada do milho e o tempo suficiente para que as facas em rotação retirem por escarificação, o pericarpo e o gérmen do grão. Um dispositivo de descarga conduz o milho degerminado para peneiras vibratórias ou ventilador-catador, que fazem a limpeza e a separação (CARDOSO et al., 2009).

Nas canjiqueiras ou degerminadores de pequeno porte, o sistema ocorre ciclicamente, pois o grão de milho é colocado no tambor com eixo em movimento. Nas canjiqueiras industriais o processo é o mesmo: o grão é armazenado dentro do mesmo tambor em que o eixo está sendo o diâmetro do tambor duas vezes maior que o raio do movimento do eixo com as facas. Como o gérmen constitui a parte de menor densidade e coesão do grão, este tende a ser

retirado do grão, enquanto o endosperma, sob esta rotação, tende a ter apenas sua camada mais externa (pericarpo) extraída, total ou parcialmente (CONRADO, 2010).

Há uma predominância de grãos de milho semiduros (49%) e duros (31,6%) no mercado nacional. Os materiais dentados são minoria (5,0%) e não são bem aceitos pela indústria (CRUZ, 2006). No Brasil as empresas produtoras indicam que o milho para a produção de canjica é o duro ou semiduro, tanto de coloração amarela quanto branca.

Souza et al. (2009) relatam que o milho mais utilizado para canjica é o branco. Por outro lado, Conrado (2010) cita que é possível encontrar no comércio canjicas de marcas conceituadas feitas a partir do milho amarelo, embora desprovidos de dados numéricos e oficiais de produção ou de consumo de milho na forma de canjica.

O milho branco tem como uma de suas principais finalidades a produção de canjica. Em algumas épocas do ano, sua cotação pode ser superior à do milho tradicional, devido ao aumento do consumo. A região Sul do Brasil tem preferência pela cor branca e as regiões Nordeste e Centro-oeste preferem à amarela. De fato 50% do consumo são de canjica branca, enquanto a amarela movimentava 30% do volume total comercializado. O restante destina-se à canjiquinha. O custo da canjiquinha e da canjica amarela às empacotadoras é de R\$ 0,45 FOB/kg e da canjica branca é de R\$ 1,10 FOB/kg. Mesmo obtendo menor fração de canjição pós canjicamento, o seu valor e dos demais grupos (canjiquinha e farelo) não é significativamente diferente, devido ao custo de processamento de ambos, não os distinguindo comercialmente. A disponibilidade predominante de canjica branca misturada em supermercados se justifica principalmente pela preferência regional mencionada e também pela redução de custos, ao se separar apenas a canjica do farelo utilizando somente a peneira TYLER 5 (CONRADO, 2010).

Para Graf et al. (1984), os produtos de milho derivados do gérmen podem ser utilizados como importante fonte de ácido fólico devido a sua atuação como alimento funcional e com capacidade antioxidante.

Jariwalla et al. (1990) observaram que os produtos derivados são importantes na prevenção de algumas doenças. Por outro lado, Fukuji et al. (2008) concluíram que os produtos derivados do milho elaborados basicamente com endosperma, tais como, canjica, creme de milho e fubá fino, apresentaram menor

teor de ácido fítico, enquanto os originados dos gérmenes desengordurados e película de milho apresentaram maior teor de ácido fítico.

O armazenamento da canjica apresenta baixa presença de fungos *Aspergillus* em comparação ao do fubá (ABARCA et al., 1994; HAGSTRUM; FLINN, 1992; SAMSON, 1991). Estes autores detectaram baixos níveis de infecção de canjica por *Aspergillus*, *Fusarium* e *Pencillium*, mostrando que essa porção do grão de milho apresentam menor presença destes fungos do que as outras partes. Portanto, a canjica pode ser armazenada com menor risco de infecção por fungos do que o fubá, fato muito importante no armazenamento.

REFERÊNCIAS

- ABARCA, M. L.; BRAGULAT, M. R.; CASTELLÁ, G.; CABAÑES, F. J. Mycoflora and aflatoxin-producing strains in animal mixed feeds. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 57, n. 3, p. 256-258, 1994.
- ABIMILHO - Associação Brasileira das Indústrias de Milho. **Processos industriais e suas aplicações**. Disponível em: <<http://www.abimilho.com.br/processo3.htm>>. Acesso em: 28 nov. 2017.
- ACQUAAH, G. History and role of plant breeding in society. In: _____. **Principles of Plant Genetics and Breeding**. Malden: Blackweel Publishing, 2007. p. 3-15.
- ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C.W.P.; SANTOS, J.P.; NASCIMENTO, R.E.. Rendimento e qualidade de grits para extrusão de algumas variedades de milho produzidos pela Embrapa. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: UFSC, 2002. p. 445.
- ASCHERI, J. L. R.; NASCIMENTO, R. E. **Caracterização de cultivares de milho a seco**. Rio de Janeiro: EMBRAPA- Agroindústria de Alimentos, 2002. (Comunicado técnico, 53).
- ATHIÉ, I.; CASTRO, M., F., P. M. de; GOMES, R. A. R.; VALENTINI, S. R. T. **Conservação de grãos**. Campinas: Fundação Cargill, 1998.
- BARGHINI, A. **O milho na América do Sul Pré-Colombiana: uma história natural**. São Leopoldo: Unisinos, 2004.
- BAUDET, L; VILELA, F. **Unidades de Beneficiamento de Sementes**. Seed News, Pelotas, v. 11, n. 2, p. 22-26, 2007.
- BIAGI, J. A.; VALENTINI, S. R.; QUEIROZ, D. M. Secagem de produtos agrícolas. In: CORTEZ, L.A.B.; MAGALHÃES, P.S.G. **Introdução a Engenharia Agrícola**. Campinas, SP: Unicamp, 1992. p. 245-266.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Portaria nº 109, de 24 de fevereiro de 1989**. Aprova a Norma de Identidade, Qualidade, Apresentação e Embalagem da canjica de milho. Disponível em: <http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/canjica109_89.pdf>. Acesso em: 10 set. 2017.
- BROOKER, D.B.; BAKKER-ARKEMA, F.W.; HALL, C.W. **Drying and storage of grains and oilseeds**. New York: van Nostrand Reinhold, 1992.
- BROWN, W. L.; ZUBER, M. S.; DARRAH, L. L.; GLOVER, D. V. **Origin, adaptation and types of corn**. Ames: National Corn Handbook, 1985.
- CARDOSO, W. S.; PAES, M. C. D.; GALVÃO, J. C. C.; RIOS, S. A.; GUIMARÃES, P. E. O.; SCHAFFERT, R. E.; BORÉM, A. Variability of maize genotypes for grain carotenoid composition. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 2, p. 164-173, 2009.

CARVALHO, M. L. M. de; NERY, M. C.; OLIVEIRA, L. M.; HILHORST, H. W. M.; GUIMARÃES, R. M. Morphophysiological development of *Tabeluia serratifolia* Vahl Nich. seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 6, p. 643-651, 2008.

CARVALHO, N. M. **A Secagem de Sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira grãos, 2016-2017**, décimo primeiro levantamento. Disponível: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_12_10_14_36_boletim_graos_agosto_2017.pdf. Acesso em: 28 ago. 2017.

CONRADO, T. V. **Análise dialéctica de milho para canjica**. Maringá: UEM, 2010.

CROW J.F. 90 years ago: The beginning of hybrid maize. **Genetics**, Baltimore, v. 148, n. 3, p. 923-928, Mar. 1998.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: biometria**. Viçosa: UFV, 2006.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, A. I.; SIMÃO, E. DE P. **478 Cultivares de Milho estão Disponíveis no Mercado de Sementes do Brasil para a Safra 2014/15**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos,167).

DALPASQUALE, V. A. **Secagem em altas temperaturas**. Viçosa: CENTREINAR, 1984.

DUVICK, D. N. Genetic progress in yield of united states maize (*Zea mays* L.). **Maydica**, Bergamo, v. 50, p. 193-202, 2005.

ELIAS, M. C. **Pós-colheita de arroz: Secagem, armazenamento e qualidade**. 3. ed. Pelotas: UFPel, 2007.

FANCELLI A. P.; LIMA V. A. **Milho: produção, pré processamento e transformação agroindustrial**. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, 1982.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2. Ed. Guaíba: Agropecuária, 2004.

FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Safra Mundial de Milho**. 2018. Disponível: <<http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/>>. Acesso em 12 fev. 2018.

FERREIRA, R. L.; SÁ, M. E. Contribuição de etapas do beneficiamento na qualidade fisiológica de sementes de dois híbridos de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 32, n. 4, p. 99-110, 2010.

FESSEL, S. A.; SADER, R.; PAULA, R.C.; GALLI, J.A. Avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho durante o beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 2, p.70-76, 2003.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: FUNEP, 2007.

FUKUJI, T. S.; FERREIRA, D. L.; SOARES, A. L.; PRETE, C. E. C.; IDA, E. I. Ácido fítico de híbrido de milho e alguns produtos industrializados. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 31-35, 2008.

GALLINAT, W. C. The origin of corn. In: SPRAGUE, G. F.; DUDLEY, J. W. **Corn and corn improvement**. 3. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1988. p.1-31.

GARCIA, C.; COELHO, C.M.M.; MARASCHIN, M.; OLIVEIRA, L.M. Conservação da viabilidade e vigor de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze durante o armazenamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 4, p. 857-867, 2014.

GONÇALVES, R.A.; SANTOS, J.P.; TOMÉ, P.H.F.; PEREIRA, R.G.F.A.; ASCHERI, J.L.R.; ABREU, C.M.P. Rendimento e composição química de cultivares de milho em moagem a seco e produção de *Grits*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 3, p. 643-650, 2003.

GRAF, E. et al. Irom – catalyzed hydroxyl radical formation. **The Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 259, n. 6, p. 3620-3624, 1984.

GRIGULO, A. S. M.; AZEVEDO, V. H.; KRAUSE, W.; AZEVEDO, P. H. Avaliação do Desempenho de Genótipos de Milho para Consumo in natura em Tangará da Serra, MT, Brasil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, n. 4, p. 603–608, 2011.

HAGSTRUM, D. W.; FLINN, P. W. Integrated pest management of stored-grain insects. In: SAUER, D. B. (Ed.). **Storage of cereal grains and their products**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1992.

JARIWALLA, R.; SABIN, R.; LAWSON, S.; HERMAN, Z. S. Lowering of serum cholesterol and triglycerides and modulation of divalent cations by dietary ptylate. **Journal of Applied Nutrition**, La Habra, v. 42, n. 1, p. 18-28, 1990.

KIKUTI, A. L. P.; VASCONCELOS, R. C. D.; MARINCEK, A.; FONSECA, A. H. Desempenho de sementes de milho em relação à sua posição na espiga. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p. 765- 770, 2003.

KRUG, C. A.; VIEGAS, G. P.; PAOLIERI, L. Híbridos comerciais de milho. **Bragantia**, Campinas, v.3, n.11, p. 367-552, 1943.

MARTIN T. N.; TOMAZELLA, A. L.; CÍCERO, S. M.; DOURADO NETO, D.; FAVARIN, J. L.; VIEIRA JÚNIOR, P. A. Questões relevantes na produção de sementes de milho - primeira parte. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 14, n. 1, p. 119-138, 2007.

MARTINS, G.N.; SILVA, R.F.; ARAÚJO, E.F.; PEREIRA, M.G.; VIEIRA, H,D.; VIANA, A.P. Influência do tipo de fruto, peso específico das sementes e período de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão do grupo formosa. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.27, n.2, p.12-17, 2005.

McCORMACK, J. H. **Seed Processing and Storage: Principles and Practices** Principles and practices of seed harvesting, processing, and storage: an organic seed production manual for seed growers in the Mid-Atlantic and Southern U.S. Version 1.3. Pittsboro: Savingour Seed, 2004.

MEDEIROS, E. M.; BAUDET, L.; PERES, W. B.; PESKE, F. B. Recobrimento desementes de cenoura com aglomerante em diversas proporções e fungicida. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 94-100, 2006.

MENEZES, N.L.; LERSCH JR, I.; STORCK, L. Qualidade física e fisiológica de sementes de milho após o beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 97-102, 2002.

NASCIMENTO, W.; SILVA, J.; MARTON, L. Qualidade fisiológica de sementes peletizadas de tomate durante o armazenamento. **Informativo ABRATES**, Brasília, v.3, n. 3, p. 47, 1993.

NIELSEN, R.L. **Grain fill stages in corn**. West Lafayette: Corny News Network: Purdue Univ, 2008.

OLIVEIRA JUNIOR, L.F.G.; DELIZA, R.; BRESSAN-SMITH, R.; PEREIRA, M.G.; CHIQUIERE, T.B. Seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo in natura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.1, p. 159-165, jan.-mar., 2006.

PAES, M. C. D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos de grãos do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. (Circular técnica, 75).

PIRES, L.L.; BRAGANTINI, C.; COSTA, J.L.S. Armazenamento de sementes de feijão revestidas com polímeros e tratadas com fungicidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n.7, p.709-715, 2004.

PORTELLA, J.A.; EICHELBERGER, L. **Secagem de grãos**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenamento de grãos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 2000.

SAMSOM, R. A. Identification of food-borne Penicillium: Aspergillus and Fusarium species. In: CHAMP, B. R. et al. **Fungi and mycotoxins in stored products: proceedings of an international conference**. Bangkok: ACIAR, 1991. (Proceedings, 36).

SERNA SALDIVAR, S.O.; ROONEY, L.W. Quality protein maize processing and perspectives for industrial utilization. In: LARKINS, B.A.; MERTZ, E.T. (Ed.). **Quality protein maize: 1964-1994**. West Lafayette: Purdue University Press- USA, 1994. p. 89-120.

SILVA J. S.; AFONSO A. D. L.; DONZELLES, S. M. L. Secagem e secadores. In: SILVA, J. S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda fácil, 2000. p. 107-138.

SILVA, R. P.; TEIXEIRA, I. R.; DEVILLA, I. A.; REZENDE, R. C.; SILVA, G. C. Qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max.* L.) durante o beneficiamento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1219-1230, out./dez. 2011.

SOUZA, A.R.; MIRANDA, G.V.; PEREIRA, M.G.; SOUZA, L.V. Predicting the genetic gain in the Brazilian white maize landrace. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 19-24, 2009.

SCHUH, G.; GOTTARDI, R.; FERRARI FILHO, E.; ANTUNES, L. E. G.; DIONELLO, R. G. Efeitos de dois métodos de secagem sobre a qualidade físico-química de grãos de milho safrinha – RS, armazenados por 6 meses. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 235-244, jan./mar. 2011.

TORRES, M. A. P. **Desempenho de diferentes métodos de secagem e seus efeitos sobre a qualidade fisiológica de sementes de sorgo granífero (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench)**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, 2006.

TROYER, A. F. Background of US hybrid corn II: Breeding, Climate, and food. **Crop Science**, Madison, v.44, n.2, p. 370-380, Mar/Apr. 2004.

WEBER, E. A. **Excelência em beneficiamento e armazenagem de grãos**. Canoas: Salles, 2005.

ZONTA, J.B.; ARAUJO, E.F.; ARAUJO, R.F.; ZONTA, L.A.S.D dos; RIBEIRO, P.H. Armazenamento de sementes de pinhão manso em diferentes embalagens e ambientes. **Bioscience. Journal**, Uberlandia, v. 30, n. 2, p. 599-608, 2014.

3 ARTIGO A

DESEMPENHO DA SEMENTE DE MILHO NO PROCESSO DE SECAGEM A GÁS

Resumo

A semente é o principal insumo no processo produtivo da cultura do milho. O monitoramento durante o beneficiamento e armazenamento dos lotes é fundamental para que sejam identificados pontos críticos no processo que atuem na qualidade fisiológica. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial fisiológico de sementes de milho híbrido de diferentes peneiras e métodos de secagem. As amostras de sementes de milho foram coletadas após secagem em espigas até 11% de umidade em câmara de secagem e com secagem em espigas até 15% umidade seguida de secagem em sistema a gás até 11%. Após a secagem as sementes foram debulhadas, limpas, classificadas, tratadas, separadas em peneiras e armazenadas. Foram coletadas amostras no início do armazenamento e após um ano de armazenamento e realizadas análises de germinação e vigor através do teste de frio. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente ao acaso com oito repetições de cinquenta sementes, resultando em um esquema fatorial de 2x2x5, sendo dois métodos de secagem (secagem em espigas e secagem em espigas mais gás), duas épocas de armazenamento (inicial e final) e cinco peneiras (24M, 22M, 20M, 20R e 18M). Os dados foram submetidos à análise de normalidade e homogeneidade das variâncias. As médias dos fatores foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Sementes utilizando o método de secagem em espiga mais gás apresentaram redução no potencial fisiológico para sementes armazenadas, entretanto mantém padrão comercial.

Palavras-Chave: Germinação. Qualidade. Híbrido. *Zea mays*.

THE PERFORMANCE OF CORN SEED IN THE GAS DRYING PROCESS

ABSTRACT

The seed is the main input in the maize crop production process. The process of monitoring during the batch and storage processing is fundamental for the identification of critical points in the process that might act towards the physiological quality. The first essay had as a goal the evaluation of the physiological potential of hybrid seeds of corn from different sieves and drying methods. The samples of corn seeds were collected after drying in cobs having up to 11% of humidity level in a drying chamber and drying in cobs having up to 15% of moisture level followed by drying in a gas system having up to 11% of moisture level. After drying, the seeds were threshed, cleaned, sorted, treated, sorted in sieves and stored. Samples were collected at the beginning of the storage process and one year afterwards this process, germinations and strength analyzes were performed through a cold test. The experiment was carried out in a completely randomized design having eight replicates on fifty different seeds, resulting in a factorial scheme of 2x2x5, being: two drying methods (drying in cobs and drying in cobs with gas); two storage periods (initial and final); and five sieves (24M, 22M, 20M, 20R and 18M). The data were submitted to normality and homogeneity variances analysis. The average of the

factors was compared through a Tukey test having 5% of error probability. The seeds using the cobs drying method with gas present a reduction in the physiological potential for storage, still it kept a commercial standard.

Keywords: Germination. Quality. Hybrid. *Zea Mays*.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais cultivados no mundo, com uma produção de 1.075 milhões de toneladas na safra 2016/17, 11,57% a mais que na anterior. O consumo global foi 1.036 milhões de toneladas. Os estoques chegaram em 227 milhões de toneladas, ou 8,47% acima do registrado em 2015/16. Houve um aumento nas exportações de 42 milhões de toneladas em relação à 2015/16, totalizando 164 milhões de toneladas. (FIESP, 2018).

No Brasil, a cultura ocupou uma área de 17,5 milhões de hectares, com uma produção na safra 2016/17 de 97 milhões de toneladas e produtividade de 5,6 toneladas por hectare. Entre os estados brasileiros, o Paraná se destacou com uma área plantada de 3 milhões de hectare e uma produção de 18 milhões de toneladas (CONAB, 2017).

Com o aumento da área semeada há necessidade de instalações de grandes áreas de produção de sementes, bem como rapidez nos processos de colheita, tendo em vista que as sementes quando completam a maturidade fisiológica, apresentam o máximo de germinação e vigor, após esta etapa, os índices declinam. Se as sementes não forem colhidas imediatamente, pode haver a deterioração no campo devido a elevados teores de água das sementes, aliados a altas temperaturas e à ação de insetos e microrganismos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A manutenção da viabilidade e da qualidade fisiológica das sementes de milho são fatores que devem ser considerados dentro do sistema de produção. A secagem das sementes torna-se uma etapa fundamental, pois a sua importância reside no fato de que a secagem age diretamente na qualidade e longevidade da semente.

A secagem natural é pouco segura, uma vez que a semente fica no campo, sujeita a condições ambientais desfavoráveis. A secagem artificial é uma

técnica que visa preservar as qualidades fisiológicas uma vez que na colheita mecânica apresenta elevados teores de umidade.

O procedimento utilizando método de secagem a gás permite um fluxo maior de recebimento de matéria prima do campo para a unidade de semente, pois libera espaço nas câmaras de secagem quando atingem a umidade que possibilita a debulha e posteriormente a transferência para o secador a gás onde será finalizado o processo de secagem.

Neste contexto, para melhor utilização dos equipamentos e acelerar o processo de secagem que é feito em espigas, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial fisiológico de sementes de milho híbrido de diferentes peneiras e métodos de secagem.

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes foram provenientes do campo de semente do híbrido Balu 280 PRO, plantado na segunda safra de 2015 no município de Pitangueiras/PR na fazenda Alto Alegre, conduzido sob irrigação em pivô central. A adubação de base consistiu em 400 kg ha⁻¹ de NPK e duas adubações de cobertura de 150 kg ha⁻¹ de N quando as plantas apresentaram quatro e seis folhas expandidas.

As espigas foram colhidas e transportada à unidade da Sementes Balu em Arapongas/PR para o processo de beneficiamento.

As análises foram conduzidas no Laboratório de Fitotecnia da Universidade Estadual de Londrina, no município de Londrina-PR.

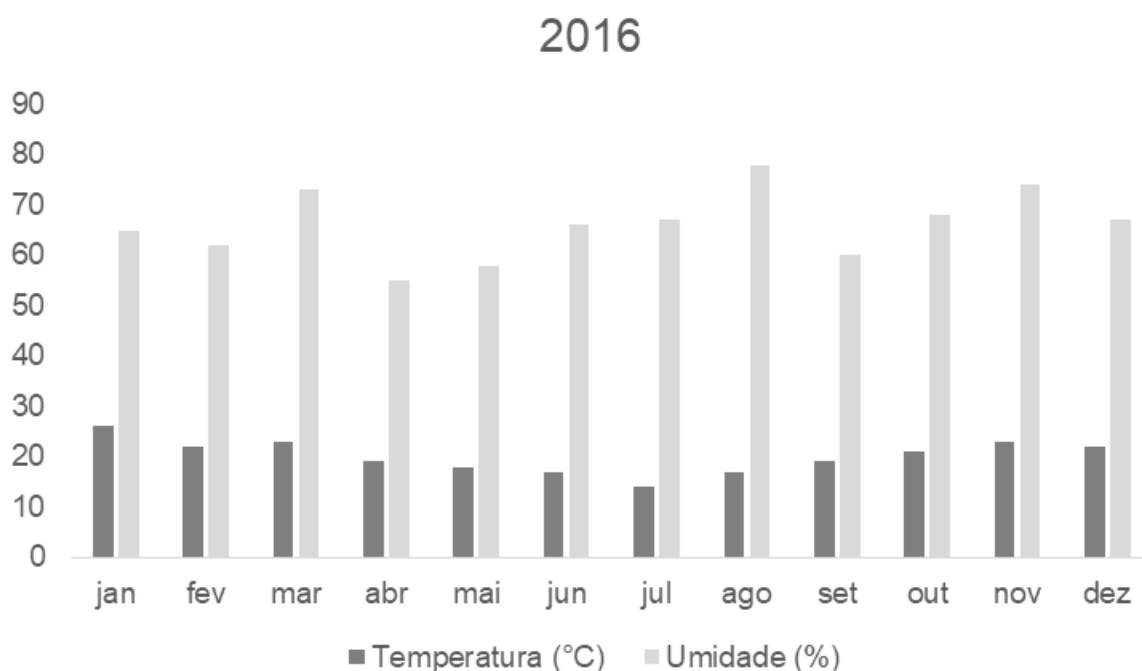
O primeiro método utilizado foi o tradicional da empresa, ou seja, as espigas secas por meio de câmaras de secagem estacionárias com capacidade de 30 toneladas, utilizando fornalha com sistema de fogo indireto à temperatura de 40 °C até 11% de umidade, em seguida debulhada. O segundo método foi o de secagem em espigas até 15% de umidade conforme descrito anteriormente, em seguida foi debulhada e encaminhado através da correia transportadora até o secador a gás estacionário de fogo indireto a gás Dryeration com temperatura de 40 °C com capacidade de 30 ton, onde a semente foi seca até 11% de umidade.

As sementes foram debulhadas, limpas, classificadas, tratadas com dose comercial de Maxim XL, Actelic e K-obiol e embaladas em sacos de papel

multifoliados, separados em cinco peneiras (24Média, 22Média, 20Média, 20Redonda e 18Média) de cada sistema de secagem e colocadas em armazém sem climatização. Coletou-se uma amostra no início do armazenamento e outra após um ano de armazenamento, nas quais foram realizadas análises de germinação e vigor utilizando o teste de frio.

Na Figura 1 é possível observar a temperatura média e a umidade relativa do ar média no ano de 2016 no local de armazenamento.

Figura 1 - Temperatura média (°C) e umidade relativa (%) do ar média durante o armazenamento das sementes no ano de 2016.



Fonte: O autor.

Para o teste de germinação, as sementes foram colocadas em papel para germinação, umedecido com volume de água equivalente a duas vezes e meia a massa do papel, e mantidas em câmara de germinação à temperatura de 25 °C. As avaliações foram realizadas de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Para o vigor utilizando o teste de frio, as sementes foram colocadas em papel para germinação, umedecidas com volume de duas vezes e meia a massa do papel e mantidas em câmara refrigerada, à temperatura de 8 °C, por sete dias, sendo em seguida transferidas para o germinador, à temperatura de 25 °C. Após quatro dias foram avaliadas as plântulas normais.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com oito repetições de cinquenta sementes, resultando em um esquema fatorial de 2x2x5, sendo dois métodos de secagem (secagem tradicional e secagem a gás), duas épocas de armazenamento (inicial e final) e cinco peneiras (24M, 22M, 20M, 20R e 18M).

Os pressupostos básicos foram verificados previamente para a validade dos resultados obtidos nas análises de variância individuais, utilizando o teste de Shapiro-Wilk, a 5% de significância para verificar a normalidade (SHAPIRO; WILK, 1965), e o teste de Bartlett a 5% de significância (BARTLETT, 1937) para verificar a homogeneidade de variâncias residuais. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os valores do quadrado médio da análise de variância, constatou-se significância para as fontes de variação em relação à germinação para as interações secagem (S) x armazenamento (A) e secagem x peneiras (P). Ao analisar o vigor de sementes foi possível observar valores significativos para a fonte de variação peneira de forma isolada assim como para a interação S x A (Tabela 1).

Neste contexto, os coeficientes de variação (CVs) apresentaram-se abaixo do valor considerado limite para estas análises laboratoriais, o que proporciona confiabilidade dos resultados expostos (SCAPIM; CARVALHO; CRUZ, 1995; FRITSCHÉ-NETO et al., 2010; SILVA, 2014).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para as variáveis germinação e vigor de sementes em relação as fontes de variação secagem (S), armazenamento (A) e peneira (P).

Fontes de Variações	Quadrado Médio	
	Germinação	Vigor
Secagem (S)	39,214001**	72,200000**
Armazenamento (A)	554,667781**	827,798445**
Peneira (P)	16,962667**	22,845281**
S x A	39,186001**	53,366445**
S x P	8,590945*	4,921113 ^{ns}
A x P	4,582781 ^{ns}	6,801226 ^{ns}
S x A x P	0,033501 ^{ns}	5,858945 ^{ns}
Erro	3,222224	4,855557
CV (%)	1,94	2,43

**Significativo à 1% de probabilidade; * Significativo à 5% de probabilidade; ^{ns} Não significativo.

Fonte: O autor.

Em relação ao vigor de sementes, verificaram-se diferenças significativas, em nível de 5% de probabilidade, para as diferentes peneiras de forma isolada. De acordo com os valores apresentados é possível observar que as sementes correspondentes à peneira 18M (menor tamanho) apresentaram desempenho inferior que as peneiras 20M, 20R e 22M.

Tabela 2 - Valores médios para a variável vigor em porcentagem

Peneiras	Vigor (%)
18 M	88,91 B
20 M	91,75 A
20 R	91,33 A
22 M	91,74 A
24 M	90,50 AB

Letras distintas entre si diferem-se pelo teste de Tukey (5%).

Fonte: O autor.

Sementes com o menor tamanho tendem a apresentar um menor acúmulo de matéria seca, logo, possuem limitação do potencial fisiológico, compreendido como a associação entre a porcentagem de germinação e vigor de plântulas. Com o menor acúmulo de matéria seca (reservas limitadas) as sementes possuem uma menor capacidade de sintetizar fotoassimilados, o que geram plântulas de menor vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

De acordo com a Tabela 3, é possível observar os valores médios das interações para as variáveis vigor e germinação. Em relação a variável germinação, as interações secagem versus armazenamento e peneiras versus secagem foram significativas.

Tabela 3- Valores médios em porcentagem da interação para as variáveis germinação e vigor

Germinação (%)		
Secagem/Armaz.	Inicial	Armazenada
Tradicional	95,40 Aa	91,53 Ab
Gás	95,39 Aa	88,73 Bb
Peneira/Secagem	Tradicional	Gás
18 M	92,50 Aa	90,00 Cb
20 M	94,00 Aa	93,00 ABa
20 R	94,33 Aa	92,16 ABCb
22 M	94,16 Aa	93,16 Aa
24 M	93,33 Aa	91,00 BCb
Vigor (%)		
Secagem/Armaz.	Inicial	Armazenada
Tradicional	94,20 Aa	89,40 Ab
Gás	93,93 Aa	85,86 Bb

Letras distintas entre si (maiúscula coluna; minúscula linha) diferem-se pelo teste de Tukey (5%).

Fonte: O autor.

Quando se utilizou as peneiras 18M e 24M, o melhor método de secagem é tradicional, pois houve uma maior porcentagem na germinação. Por outro lado, as peneiras 20M, 20R e 22M não apresentaram diferenças entre os métodos de secagem. No método de secagem tradicional, não há diferenças entre as peneiras. Porém no método de secagem a gás, as peneiras 20M e 22M apresentaram uma melhor germinação em relação a 18M, 20R e 24M.

Apesar das diferenças, as alterações no tamanho de sementes de milho interferem apenas no desenvolvimento inicial das plantas. Após 40 dias da emergência, a altura da planta e da inserção da primeira espiga, o diâmetro do colmo, o número de grãos por espiga, a massa e o tamanho do grão colhido e a

produtividade de grãos não sofreram interferência do tamanho e da forma da semente de milho empregada (VASQUEZ et al., 2012).

Em relação ao vigor, houve diferenças significativas para a interação secagem versus armazenamento. Quando utilizou a secagem tradicional, como a secagem a gás, a avaliação inicial apresentou melhor resultado em relação à armazenada. Para semente recém-beneficiada é indiferente o tipo de secagem utilizada. Por outro lado, para a armazenada a secagem tradicional apresentou um melhor vigor em relação à secagem a gás.

Aumentos graduais de umidade e temperatura, sob determinadas condições de armazenamento, originam um conjunto de processos físico-químicos específicos e acumulativos na deterioração dos grãos, que está correlacionado com o desenvolvimento microbiano e o aparecimento de pragas durante o armazenamento. Por isso, a forma de armazenamento e o tipo de secagem são importantes na qualidade da semente para a manutenção do vigor e germinação (ELIAS, 2008).

Para amostragem inicial não alterou os resultados de germinação e vigor, para amostragem armazenada houve maior queda nos índices de germinação e vigor no sistema de secagem a gás que o sistema tradicional, porém ficou nos padrões de germinação para semente de milho híbrido conforme regras de análise de semente para comercialização de 85% germinação (BRASIL, 2009).

Apesar da diferença estatística nos resultados de germinação das sementes armazenadas no sistema de secagem a gás, as mesmas mantiveram nível de qualidade compatível para a comercialização mesmo após um ano de armazenamento com a vantagem de agilizar os processos utilizando o sistema de secagem a gás, possibilita um fluxo maior de recebimento de matéria prima do campo para a unidade de semente, viabilizando espaço nas câmaras de secagem, evitando exposição do campo de semente a intempéries e garantindo melhor qualidade na colheita e menor perda na despalhadeira devido à baixa umidade e alta debulha.

CONCLUSÃO

A semente após beneficiamento não difere nos dois processos de secagem.

Sementes utilizando o método de secagem a gás apresentam redução no potencial fisiológico para sementes armazenadas, entretanto mantém padrão comercial.

As sementes das peneiras 20M, 20R e 22M apresentam maior vigor que a peneira 18M após armazenamento.

REFERÊNCIAS

AGUILERA, L.A.; CARON, B. O.; CELLA, W. L.; JUNIOR, I. L. Qualidade fisiológica de sementes de milho em função da forma e do tratamento químico das sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 30, n. 2, p. 211-215, 2000.

BARTLETT, M. S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Statistical Society**, London, v. 160, p. 901, May 1937.

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

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, 2016-2017**. Brasília: CONAB, 2017. Disponível: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_08_10_11_27_12_boletim_graos_agosto_2017.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2017.

ELIAS, M. C. **Manejo tecnológico da secagem e do armazenamento de grãos**. Pelotas: Ed. Santa Cruz, 2008.

FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Safra Mundial de Milho**. 2018. Disponível: <<http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/>>. Acesso em 12 fev. 2018.

FRITSCHÉ-NETO, R.; MIRANDA, G. V.; DELIMA R. O.; SOUZA, L. V.; SILVA, J. Herança de caracteres associados à eficiência de utilização do fósforo em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 5, p. 465-471, 2010.

ORSO, G. A.; SANTOS, E. L.; MOREIRA, G. C. Avaliação do vigor de sementes de milho conforme sua posição na espiga e tipo de cruzamento. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 4, n. 3, p. 189-195, 2011.

SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P.; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 5, p. 683-686, 1995.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. **Testing the normality of several samples**. 1965. Unpublished manuscript.

SILVA, D. F. G. **Aptidão, divergência genética e seleção de progênies de meios irmãos para produção de milho verde**. 2014. 97 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2014.

VASQUEZ, G. H.; ARF, O.; SARGI, B. A.; PESSOA, A. C. O. Influência do tamanho e da forma da semente de milho sobre o desenvolvimento da planta e a produtividade de grãos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 16-24, 2012.

4 ARTIGO B

PRODUTIVIDADE DE HÍBRIDOS DE MILHO BRANCO COM FINALIDADE PARA CANJICA

Resumo

No mercado brasileiro apenas o híbrido de milho branco IPR 127 é comercializado devido seu rendimento industrial para canjica, e também pelo pouco interesse das empresas em investir no desenvolvimento de novos híbridos de milho branco devido à baixa proporção plantado comparado aos híbridos de milho amarelo. O trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade e rendimento dos híbridos brancos com finalidade para canjica IPR 127 e Dow 120009HW cultivados em diferentes locais. Os ensaios foram conduzidos nos municípios de Rolândia – PR, Campo Novo do Parecis – MT e Naranjal – Paraguai. Os experimentos foram instalados em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, resultando em um esquema fatorial 2x3, sendo dois híbridos comerciais e três locais de cultivo. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, 5% de probabilidade de erro, e pela análise de componentes principais (ACP). O híbrido de milho Branco IPR 127 difere e supera o Dow 120009HW em relação ao rendimento de canjica.

Palavras-Chave: *Zea mays*. Competição. Genótipo.

THE PRODUCTIVITY OF WHITE CORN HYBRIDS TO THE PURPOSE OF CORN GRITS

ABSTRACT

In the Brazilian market, only the hybrid of white maize IPR 127 is commercialized because of the industrial yield of corn grits, as well as due to the companies' lack of interest in investing on the development of new hybrids of white maize once it shows a low planted proportion when compared to the hybrids of yellow maize. This essay has as goal the evaluation of the productivity and yield of white hybrids having as purpose the growth of corn grits IPR 127 and Dow 120009HW in various locations. The trials were held in the cities of Rolândia – State of Paraná, Campo Novo Paricis – State of Mato Grosso and Naranjal - Paraguay. The experiments were installed in a completely randomized design, having four replicates, resulting in a 2x3 factorial scheme, being: two commercial hybrids and three growing fields. The data were submitted to variance analysis through the F test ($p < 0.05$) and the averages were compared through the Tukey test having 5% of error probability, and by principal component analysis (PCA). The hybrid IPR 127 differs and surpasses the Dow 120009HW in relation to the yield of corn grits.

Keywords: *Zea Mays*. Competition. Genotype.

INTRODUÇÃO

A interação genótipo x ambiente traz aos pesquisadores dificuldades na identificação de genótipos superiores, seja por ocasião da seleção, seja no momento da indicação de cultivares. Essa interação quantifica o comportamento diferenciado dos genótipos diante das variações ambientais. Dessa forma, o comportamento dos genótipos depende, fundamentalmente, das condições ambientais a que estão submetidos (RAMALHO; FERREIRA; OLIVEIRA, 2000; CRUZ; CARNEIRO, 2003).

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta originária das Américas, com destaque pela sua importância socioeconômica, já que se constitui em uma matéria-prima indispensável para diversos segmentos, a exemplo da alimentação animal e da indústria de alimentos, uma vez que é possível obter diversos produtos, como por exemplo, fubá, canjica, óleo, amido, amilose, amilopectina, zeína e fibras sendo uma das mais importantes commodities do setor agrícola no Brasil (DUARTE et al., 2008; GERALDI et al., 2012; PEREIRA et al., 2012).

A canjica é uma sobremesa doce, típica da culinária brasileira, que surgiu por volta do ano 1710 em São Paulo. A canjica mais comum é proveniente do milho branco, mas pode ser encontrada no comércio também do milho amarelo (FERREIRA, 2002).

O milho para canjica é ingrediente principal de uma iguaria tipicamente brasileira, apreciada e consumida principalmente nos meses de junho e julho no Brasil, também sendo consumido em outros países como cereal matinal (Flaking Grits). A canjica de milho é definida como sendo os grãos ou pedaços de grãos de milho provenientes da espécie *Zea mays* L. que apresentam ausência parcial ou total do gérmen, em função do processo de escarificação mecânica ou manual. Esse processo ocorre por meio do sistema de degerminação, no qual o grão do milho é quebrado e separado em três partes: endosperma (canjica), gérmen (embrião) e pericarpo (pele que envolve o grão) (GONÇALVES et al., 2003; SOUZA et al., 2009).

No Brasil, o milho branco representa cerca de 0,2% do plantio de milho amarelo, estimando-se uma área de aproximadamente 30.000 hectares/ano. Esse mercado é formado principalmente por produtores no Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo, Goiás e Mato Grosso, onde atende a indústria de canjica e seus derivados.

A disponibilidade de cultivares destinada à produção de milho canjica é

escassa, havendo a necessidade de novos híbridos. Em 2015, somente quatro cultivares de milho branco foram recomendadas para a produção, dentre 478 cultivares de milho disponíveis para a comercialização, porém somente uma é comercializada (CRUZ; PEREIRA FILHO; SIMÃO, 2014).

Os milhos especiais, dentre eles o milho branco, são híbridos difundidos no Brasil e uma de suas principais finalidades é a produção de canjica. Em algumas épocas do ano, sua cotação pode ser superior à do milho tradicional, devido ao aumento do consumo (CALLEGARO et al., 2005). O tipo de milho mais indicado para canjica é o grão duro, sendo comum tanto a coloração amarela quanto branca. Entretanto, a preferência é a cor branca na região Sul do Brasil e amarela nas regiões Nordeste e Centro-Oeste (BIGNOTTO, 2011).

O trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade e rendimento de canjica dos híbridos brancos IPR 127 e Dow 120009HW em diferentes locais.

MATERIAL E MÉTODOS

Os tratamentos utilizados foram os híbridos comerciais IPR 127 e o Dow 120009WH (Tabela 1). Os experimentos foram conduzidos na Fazenda da Sementes Balu (23°19'S; 51°33'O; 735 m), localizada no município de Rolândia – PR, na Fazenda Primavera 13°40' S; 57°53' O; 569m), no município de Campo Novo do Parecis – MT e na Fazenda Osterkamp 25°57'S; 55°10' O; 280 m), no município de Naranjal – Paraguai na segunda safra de 2015.

Tabela 1 - Características dos híbridos de milho branco utilizados para elaboração das canjicas

Híbridos	Base Genética	Ciclo	Empresa	Tipo grão	Cor grão	Aptidão
IPR 127	Híbrido Simples	Precoce	IAPAR	Duro	Branco	Canjica
Dow 12B0009WH	Híbrido Simples	Precoce	Dow	Duro	Branco	Canjica

Fonte: O autor.

Os experimentos foram instalados em delineamento com blocos ao acaso, com quatro repetições, resultando em um esquema fatorial 2x3, sendo dois híbridos

comerciais e três locais de cultivo. A unidade experimental foi composta por duas linhas de 5m, espaçadas em 0,9m entre si, perfazendo uma área útil de 9 m². Aos 25 dias após a emergência das plantas, realizou-se o desbaste das plantas excedentes de cada parcela, correspondendo a uma população final de 55.555 plantas ha⁻¹. Os três experimentos foram conduzidos sob irrigação por pivô central e adubação de acordo com análise de solo e necessidade da cultura.

As características avaliadas foram altura média das plantas (AP): altura (m) do solo até a inserção da folha bandeira, em seis plantas utilizando régua de 3 m de comprimento. Altura média de inserção da espiga principal (AE): altura (m) do solo até a inserção da espiga superior, de seis plantas utilizando régua de 3 m de comprimento. Acamamento e quebramento (AC+Q): número de plantas quebradas e acamadas por parcela. Produtividade de grãos (PG): peso total por parcela. Rendimento de canjica (RC, em %): valor obtido após o canjicamento de amostra da parcela experimental.

Para o canjicamento foi utilizado um equipamento comercial específico para extração do gérmen, com capacidade de canjicar 60 kg de canjica por hora. Definiu-se nesta metodologia o canjicamento de 10 kg de milho retirados de uma amostra, mantendo a canjiqueira regulada para processamento em 2 minutos e 40 segundos. Após a degerminação, o material foi separado pela canjiqueira em canjica e farelo e transformados em percentagem de canjica de acordo com a retenção na peneira.

Os pressupostos básicos foram verificados previamente para a validade dos resultados obtidos nas análises de variância individuais, utilizando o teste de Shapiro-Wilk, a 5% de significância para verificar a normalidade (SHAPIRO; WILK, 1965), e o teste de Bartlett a 5% de significância (BARTLETT, 1937) para verificar a homogeneidade de variâncias residuais. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, 5% de probabilidade de erro, e pela análise de componentes principais (ACP). Utilizou-se o software R para análise dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas e a precipitação média são diferentes nos três municípios, apesar dos municípios de Rolândia e Naranjal apresentarem a mesma classificação climática. Esses fatores interferem nos resultados dos experimentos, uma vez que altitude, clima, temperatura influenciam no desenvolvimento das culturas.

Observou-se com base nos valores do quadrado médio da análise de variância resposta das variáveis analisadas. De maneira isolada, constatou-se efeito significativo de local de cultivo (L) para a altura de plantas (AP) e produtividade de grãos (PG) enquanto as demais variáveis foram responsivas para a interação genótipo (G) e local de cultivo (L) (Tabela 2). Em relação aos coeficientes de variação (CVs) verificou-se que os valores registrados enquadram na faixa relatada em diversos trabalhos realizados com milho verde e doce, o que demonstra confiabilidade nos valores apresentados (SCAPIM; CARVALHO; CRUZ, 1995; FRITSCHÉ-NETO et al., 2010; GUIMARÃES SILVA, 2014).

Tabela 2- Resumo da análise de variância conjunta para as variáveis: altura de plantas (AP), altura de espiga (AE), acamamento e quebramento (AC + Q), produtividade de grãos (PG) e rendimento de canjica (C).

Fontes de Variações	Quadrado Médio				
	AP	AE	AC + Q	PG kg	Canjica
Genótipo (G)	0,000163 ^{ns}	0,001080 ^{ns}	34,133 ^{**}	277633,20 ^{ns}	0,029453 ^{**}
Local (L)	0,457443 ^{**}	0,051823 ^{**}	48,533 ^{**}	8876399,70 ^{**}	0,003523 [*]
G x L	0,000163 ^{ns}	0,006130 [*]	17,733 ^{**}	351099,70 ^{ns}	0,003123 [*]
Bloco	0,001753 ^{ns}	0,000728 ^{ns}	0,550 ^{ns}	545086,78 ^{ns}	0,001487 ^{ns}
Erro	0,000925	0,001612	1,350	641334,68	0,000833
CV (%)	1,52	4,68	56,22	15,25	3,67

^{**}Significativo à 1% de probabilidade; ^{*} Significativo à 5% de probabilidade; ^{ns} Não significativo.

Fonte: O autor.

Para a altura de plantas (AP) observou-se que Naranjal – Py propiciou condições ambientais para que as plantas atingissem um maior porte, em contrapartida para produtividade (PG) foi verificado o oposto (Tabela 3), uma vez que os municípios de Rolândia e Campo Novo do Parecis apresentaram médias superiores em detrimento ao PG de Naranjal – Py, independente ao híbrido avaliado.

Este desempenho pode ser explicado pela duração dos estádios vegetativos da cultura, uma vez que as plantas cultivadas em Naranjal – Py demoraram um maior período para atingir a fase reprodutiva, destinando assim um elevado montante de fotoassimilados para o aumento do porte vegetal. Observou-se o contrário nos demais ambientes, pois os estádios reprodutivos possivelmente foram alcançados no momento correto e, desta forma, o fluxo de fotoassimilados supriu a demanda da cultura adequadamente durante o enchimento dos grãos, resultando em maior produtividade.

Atribui-se tal competição por fotoassimilados a relação fonte e dreno existente no organismo vegetal, sendo esta altamente influenciada pelo local de cultivo. Quando em locais que alongam o estágio vegetativo, a planta possui como prioridade o aumento do porte bem como a emissão de novas folhas, sendo estas os principais consumidores de fotoassimilados (drenos) no período. Em um cenário contrastante, as plantas de milho atingem a fase reprodutiva sem a perduração dos estágios anteriores, logo, a translocação de fotoassimilados será focada nos drenos existentes nos estádios reprodutivos como a definição do número de grãos e o período de enchimento dos mesmos (TAIZ; ZAIGUER, 2013).

Cargnelutti Filho et al. (2007) ao observarem a adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho semeados em diferentes locais e avaliarem os níveis produtivos de grãos constataram que esta variável é dependente do local de cultivo. Ribeiro, Ramalho e Ferreira (2000) ao avaliarem a produtividade de grãos de 20 genótipos de milho cultivados em diferentes condições ambientais concluíram que diversos fatores como clima, temperatura, umidade relativa do ar e o índice pluviométrico podem interferir na resposta final, sendo o fator ambiental altamente influente.

Tabela 3- Valores médios para as variáveis altura de plantas (AP) e produtividade de grãos (PG) de diferentes genótipos de milho branco cultivados em diferentes locais.

Locais de Cultivo	AP(m)	PG(kg/ha)
Rolândia	1,77 C	6075,50 A
Naranjal	2,19 A	4224,50 B
Campo Novo do Parecis	2,03 B	5455,40 A

Letras distintas entre si diferem-se pelo teste de Tukey (5%).

Fonte: O autor.

Em relação às variáveis AE e AC + Q pode-se observar um padrão similar, uma vez que ambas demonstraram resposta significativa para a interação genótipo (G) e locais de cultivo (L) (Tabela 4). Constatou-se que o híbrido IPR 127 apresentou valores médios de AE e AC + Q estatisticamente idênticos ao 12B0009WH para os locais de cultivo Rolândia e Campo Novo do Parecis, diferindo apenas em Naranjal - Py que apresentou superioridade, ou seja, maior porte e susceptibilidade ao acamamento. A similaridade entre os ambientes avaliados, principalmente no que se refere à precipitação e temperatura média, é uma das explicações para o comportamento médio dos genótipos nos locais. Rodrigues et al. (2009) obtiveram resultados similares avaliando híbridos simples de linhagens avaliados em Lavras e Ijaci – MG.

Para o teor de canjica observou-se que o híbrido IPR 127 proporcionou as maiores médias em todos os locais de cultivo em relação ao híbrido 12B0009WH, não diferindo apenas em Naranjal - Py, sendo que o último ainda apresentou piores desempenhos em comparação as demais localidades (Tabela 3). Bignotto et al. (2015) encontrou médias contrastantes para teor de canjica em um trabalho onde foi avaliada a capacidade combinatória de milho branco para canjica.

A análise de componentes principais (ACP) (Figura 2) surge como ferramenta responsável por analisar e confirmar as correlações existentes e, deste modo, a análise baseia-se na plotagem dos pontos e na angulação dos vetores que representam graficamente as variáveis. Neste sentido, a dinâmica de angulação entre variáveis prega que ângulos obtusos (próximos a 180°) representam correlações negativas, já ângulos agudos (próximos a 0°) e retos (próximos a 90°) referem-se a correlações positivas e nulas, respectivamente.

Tabela 4- Valores médios da interação para as variáveis altura de espiga (AE), acamamento e quebramento (AC + Q) e percentagem de canjica (C) de diferentes genótipos de milho branco cultivados em diferentes ambientes.

Genótipos	AE (m)		
	Rolândia	Naranjal – Py	Campo Novo do Parecis
12B0009WH	0,810 Ab	0,910 Ba	0,830 Ab
IPR 127	0,770 Ac	0,960 Aa	0,860 Ab
Genótipos	AC + Q		
	Rolândia	Naranjal – Py	Campo Novo do Parecis
12B0009WH	0,400 Aa	2,000 Ba	0,600 Aa
IPR 127	0,800 Ab	7,200 Aa	1,400 Ab
Genótipos	C (%)		
	Rolândia	Naranjal – Py	Campo Novo do Parecis
12B0009WH	0,734 Bb	0,796 Ba	0,732 Bb
IPR 127	0,814 Aa	0,818 Aa	0,818 Aa

Letras distintas entre si (maiúscula coluna; minúscula linha) diferem-se pelo teste de Tukey (5%).

Fonte: O autor.

Somado a estes fatores, há necessidade de que a somatória dos eixos utilizados graficamente explique ao menos 70% da variabilidade constatada no trabalho e, para este caso, utilizando apenas Dim 1 (68,69%) e Dim 2 (17,76%) superou-se o valor pré-estabelecido. Os valores dos eixos encontrados nas variáveis analisadas são semelhantes de Bottega et al. (2013) e Moreira et al. (2009) que ao avaliarem características relacionadas ao rendimento dos componentes principais obtiveram valores acumulados dos eixos primário e secundário de 71,17 e 72,84%, respectivamente.

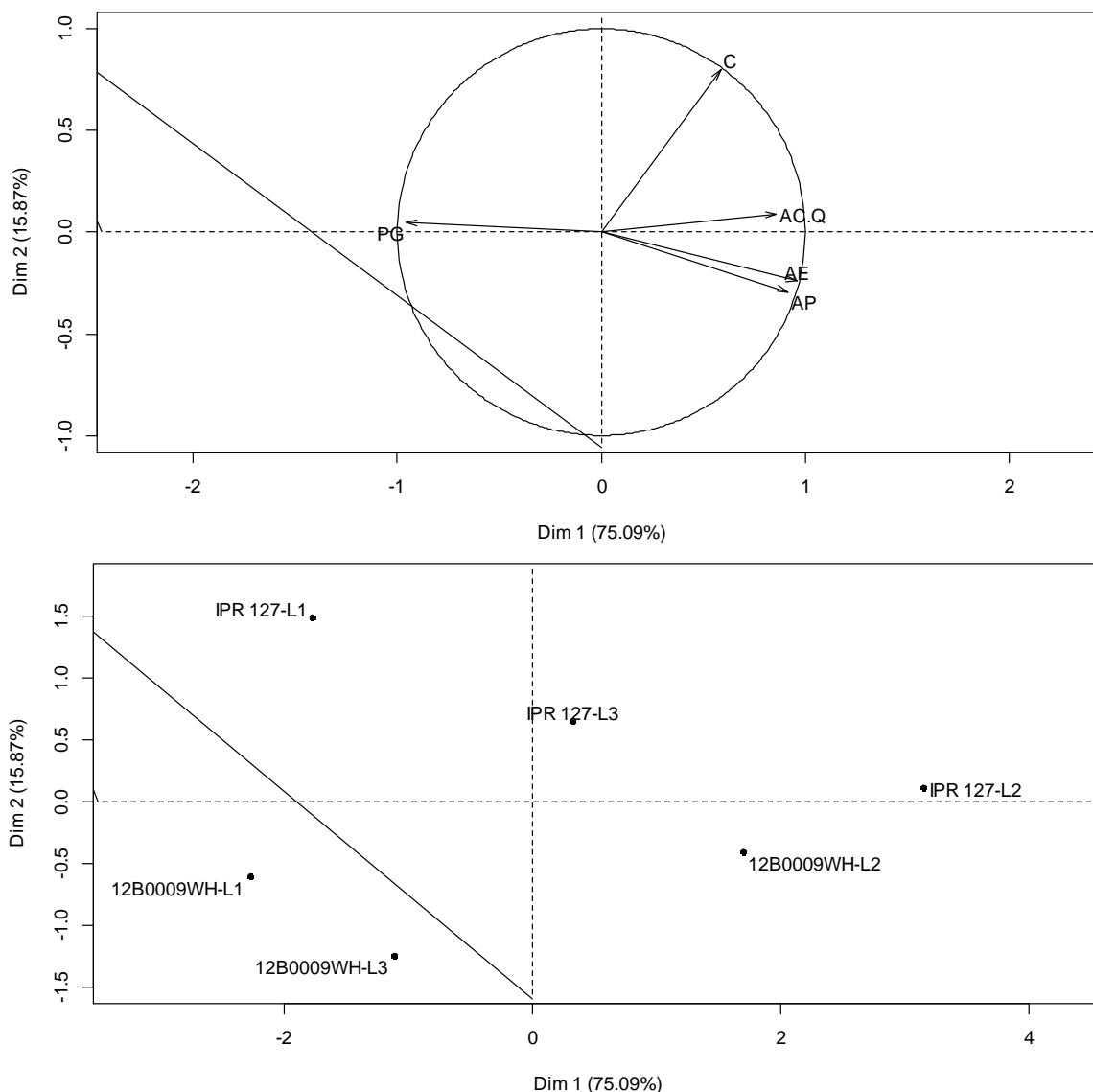
Portanto, constatou-se que a característica produtividade possui correlação negativa com as demais variáveis, sendo que estes apresentam correlação positiva entre si. Este fato ocorre devido ao foco de distribuição de reservas energéticas, pois quando os híbridos priorizaram os estádios reprodutivos em detrimento dos vegetativos ocorre um maior acúmulo de matéria seca nos grãos, sendo que o oposto também é verídico já que em um cenário onde a prioridade é o incremento do porte vegetal o objetivo é acumular matéria nas estruturas vegetativas, por meio do aumento da altura e número de folhas.

Desta forma, as características AP, AE e AC+Q possuem uma correlação positiva de alta magnitude (Figura 2), pois quanto mais alta a planta mais elevada

será a inserção da espiga, gerando um maior peso e instabilidade na parte superior do dossel o que, conseqüentemente, aumenta de maneira que favorece a incidência de acamamento e quebramento, uma vez que nestas condições as plantas são susceptíveis a ação deletéria dos ventos.

Assim é possível inferir que a correlação entre a produtividade de grãos e o teor de canjica tende a ser negativa e com magnitude elevada, independente ao híbrido analisado, sendo que tal fenômeno ocorre devido ao acúmulo de açúcares nos grãos durante o processo de enchimento dos mesmos. Quando uma planta produz um maior montante do produto final (maior produção) as reservas tendem a serem distribuídas de forma igualitária para todos os grãos o que reduz a concentração final de açúcares e, conseqüentemente, o teor de canjica. Em contrapartida, plantas com menor caixa produtiva acumulam maiores concentrações de açúcares nos grãos, pois existe um menor grupo de drenos (grãos), o que supre de forma adequada à demanda.

Figura 2- Análise de componentes principais (ACP) obtidas pelas variáveis altura de plantas (AP), altura de espiga (AE), acamamento e quebramento (A+Q), produtividade de grãos (PG) e rendimento de canjica (C) de dois genótipos de milho branco cultivados em Rolândia (L1), Naranjal (L2) e Campo Novo do Parecis (L3).



Fonte: O autor.

Em relação aos ambientes de cultivo, observou-se que as características AP, AE, AC + Q e Canjica são influenciadas pelas condições ambientais proporcionadas por locais de cultivo semelhantes a Naranjal -Py, enquanto para produtividade as melhores condições foram encontradas em Rolândia. Os processos metabólicos relacionados a estes desempenhos distintos são devido à relação fonte e dreno aliado ao período de duração dos estádios vegetativos e reprodutivos, como exposto previamente e independente ao híbrido utilizado.

CONCLUSÃO

O híbrido Branco IPR 127 difere e supera o Dow 120009HW em relação a rendimento de canjica.

REFERÊNCIAS

- BARTLETT, M. S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Statistical Society**, London, v. 160, p. 901, May 1937.
- BIGNOTTO, L. S. **Avaliação da capacidade combinatória de milho branco para canjica na região noroeste do Paraná**. 2011. 67p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Maringá, 2011.
- BIGNOTTO, L.S.; SCAPIM, C. A.; PINTO, R. J. B.; CAMACHO, R. L. F. DE; KUKI, M. C.; AMARAL JÚNIOR, A. T. DO. Evaluation of combining ability in white corn for special use as corn grits. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 15, p. 258-264, 2015.
- BOTTEGA, D. B.; RODRIGUES, N. E. L.; DA SILVA, A. G.; COSTA, E. N.; JÚNIOR, A. L. B. Resistência de genótipos de feijão-vagem ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera: Chrysomelidae). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 18-25, Mar. 2013.
- CALLEGARO, M.G.L.; DUTRA, C.B.; HUBER, L.S.; BECKER, L.V.; ROSA, C.S. da; KUBOTA, E.H.; HECKTHEUR, L.H. Determinação da fibra alimentar insolúvel, solúvel e total de produtos derivados do milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, p.271-274, 2005.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; PERECIN, D.; MALHEIROS, E. B.; GUADAGNIN, J. P. Comparação de métodos de adaptabilidade e estabilidade relacionados à produtividade de grãos de cultivares de milho. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 571-578, 2007.
- CLIMATE-DATA.ORG. **Dados climáticos para cidades mundiais**. 2018. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/>>. Acesso em: 24 jan. 2018.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. v.2.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, A. I.; SIMÃO, E. DE P. **478 Cultivares de Milho estão Disponíveis no Mercado de Sementes do Brasil para a Safra 2014/15**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos,167).
- DUARTE, J. O.; CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J. Economia da produção. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho**. 4. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2).

FERREIRA, A. C. **A epopéia bandeirante**. São Paulo: Unesp, 2002.

FRITSCHÉ-NETO, R.; MIRANDA, G. V.; DELIMA R. O.; SOUZA, L. V.; SILVA, J. Herança de caracteres associados à eficiência de utilização do fósforo em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 5, p. 465-471, 2010.

GERALDI, Q. A. C.; PEREIRA, C. N.; FRARE, M. L.; KLASSEN, T. Análise econômico financeira de um novo processo de produção de derivados de milho. **Engevista**, Maringá, v. 14, n. 2, p. 185–195, 2012.

GONÇALVES, R.A.; SANTOS, J.P.; TOMÉ, P.H.F.; PEREIRA, R.G.F.A.; ASCHERI, J.L.R.; ABREU, C.M.P. Rendimento e composição química de cultivares de milho em moagem a seco e produção de *Grits*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 3, p. 643-650, 2003.

GUIMARÃES SILVA, D. F. **Aptidão, divergência genética e seleção de progênes de meios irmãos para produção de milho verde**. 2014. 97p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Ponta Grossa, Ponta Grossa.

MOREIRA, R. M. P., FERREIRA, J. M., TAKAHASHI, L. S. A., VASCONCELOS, M. E. C., GEUS, L. C.; BOTTI, L. Potencial agrônômico e divergência genética entre genótipos de feijão-vagem de crescimento determinado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 4, Sup1, p. 1051-1060, 2009.

PEREIRA, M.J.R.; BONAN, E.C.B.; GARCIA, A.; VASCONCELOS, R. de L.; GIACOMO, K. dos S.; LIMA, M.F. Características morfoagronômicas do milho submetido a diferentes níveis de desfolha manual. **Revista Ceres**, Viçosa, v.59, p.200-205, 2012.

RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000.

RIBEIRO, P. H. E.; RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de milho em diferentes condições ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 11, p. 2213-2222, 2000.

RODRIGUES, F.; PINHO, R. G. V.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; FARIA FILHO, E. M.; GOULART, G. DE C. Capacidade de combinação entre linhagens de milho visando à produção de milho verde. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.1, p.75-84, 2009.

SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P.; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.5, p. 683-686. 1995.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. **Testing the normality of several samples**. 1965. Unpublished manuscript.

SOUZA, A.R.; MIRANDA, G.V.; PEREIRA, M.G.; SOUZA, L.V. Predicting the genetic gain in the Brazilian white maize landrace. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 19-24, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TUKEY, J.W. **The problem of multiple comparisons.** Princeton, N.J.: Princeton University, 1953. Mimeo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Artigo A: Apesar da secagem de semente tradicional apresentar melhor qualidade fisiológica no armazenamento, a secagem à gás permite eficiência e rapidez na colheita, otimizando a unidade de beneficiamento de semente.

Artigo B: O híbrido Dow 120009HW se demonstrou uma opção para mercado de canjica, devido à falta de genótipos no mercado de semente e o baixo interesse das empresas em investir nesse segmento.