

ESTUDO DA CADEIA PRODUTIVA DO MILHO NO BRASIL: DE CAMPOS DE PRODUÇÃO ATÉ O ARMAZENAMENTO DE GRÃOS

Ramon Moreira Vaneli Alves, Karulina Ribeiro Oggioni, Giovanna Beatriz Reis e Moura, Lucca Mongarde Sevidanes, Simone de Paiva Caetano Bucker Moraes

Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Alto Universitários/n, 29500-000 – Alegre - ES, Brasil, karulinaoggioni13@gmail.com, giovanna.beatris57@gmail.com, luccamongarde4@gmail.com, ramonmoreira0707@gmail.com, simonepaiva01@hotmail.com.

Resumo

O estudo aborda a cadeia produtiva do milho no Brasil, desde os campos de produção até o armazenamento dos grãos, destacando sua importância econômica. A metodologia baseou-se em uma revisão de literatura, utilizando fontes como Google Acadêmico e Scielo, resultando na seleção de 22 artigos científicos. Os resultados mostram que o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, com grande impacto no mercado de rações animais e biocombustíveis. Conclui-se que o aprimoramento das técnicas de produção e armazenamento de sementes é crucial para a sustentabilidade e competitividade do setor, contribuindo para a segurança alimentar e a expansão do mercado.

Palavras-chave: Produção. Sementes. Vigor. *Zea mays*

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônoma (Agronomia)

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura de grande interesse e importância, tanto econômica quanto cultural, sua diversidade de produtos derivados é um ponto crucial para isso. Em 2024 a estimativa para a segunda safra do milho é cerca de 85,62 milhões de toneladas (Conab, 2024), sendo a principal cultura cultivada na segunda safra, chegando a ter um total de 110,96 milhões de toneladas de produção (Conab, 2024).

O cultivo e exportação do milho é o segundo maior no Brasil, atrás apenas da soja (De Souza, 2018). Esse cereal é o principal componente de rações animais, tanto para suinocultura como para a avicultura, assim, sendo crucial para seguimento de um grande comércio exterior do Brasil, a cadeia de produção animal (De Souza, 2018).

O presente trabalho tem por objetivo realizar uma revisão sobre a cadeia produtiva do milho no Brasil em diferentes aspectos, o que compreende os campos de produção de sementes, as principais pragas e doenças dos grãos armazenados e seu manejo, e como é realizada a etapa de colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento de sementes.

Metodologia

A metodologia utilizada consiste na revisão de literatura, incluindo a busca por trabalhos científicos disponíveis em plataformas de banco de dados e pesquisas acadêmicas como Google Acadêmico, Scielo, ResearchGate e a Base de Dados de Pesquisa Agropecuária (BDPA).

Resultados

Em busca realizada na plataforma Scielo, foram encontrados diferentes artigos, enquanto no Google Acadêmico foram identificados mais de 120 artigos, e na ResearchGate, aproximadamente 98 artigos.

No total, 22 materiais foram escolhidos para compor esta revisão, incluindo trabalhos científicos publicados a partir dos anos 2000.

Discussão

Segundo dados do Departamento de Agricultura Norte-americano (USDA), o milho (*Zea mays*) é um dos cereais mais cultivados no mundo. Estados Unidos, China e Brasil se destacam produzindo cerca de 65% da safra prevista para 2023/24 (USDA, 2024). Entretanto, o Brasil é atualmente o terceiro maior produtor e o segundo maior exportador desse grão, tendo grande destaque no setor econômico e produtivo do milho. Alguns estados produtores de maior destaque para produção de milho são Mato Grosso, Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás, e Minas Gerais. (Conab, 2024).

A produção dessa cultura tem por finalidade a produção do biocombustível etanol, a alimentação animal e humana, e o mercado de produção de sementes. Nesse contexto, no Brasil, a produção de milho é dividida em duas safras, onde o calendário é marcado com início da primeira safra em agosto se estendendo até dezembro, e a segunda safra com início em janeiro, finalizando em março. A produção de duas safras no Brasil garante um grande volume de grãos produzidos anualmente, o que torna o país destaque mundial no milho (Souza, 2018).

Novas tecnologias estão sendo implementadas com objetivo de alcançar maiores produções e produtividades por área, de modo que, a implementação dessas técnicas tem auxiliado o desenvolvimento da cultura para significativos patamares de produtividade, que comprovam que o setor vem avançando e sendo profissionalizado. Essas novas tecnologias estão associadas a cultivares de alto potencial genético como híbridos simples e triplos, e os transgênicos, também a utilização de plantios mais adensados com espaçamento reduzido associados à maior densidade de plantio. Além disso, estudos são frequentemente desenvolvidos buscando melhoria na qualidade de sementes, no controle químico de doenças e manejo de solos (Embrapa, 2015).

França Neto *et.al.* (2010) relata que o sucesso de uma lavoura está diretamente relacionado com o seu estabelecimento, que depende inicialmente da qualidade fisiológica da semente utilizada. Sementes com alto padrão de qualidade resultam em plantas vigorosas, fortes, bem desenvolvidas, e que podem se estabelecer em diferentes condições edafoclimáticas. Desse modo, os programas de melhoramento estão constantemente atuando em campos de produção buscando genótipos com melhores condições agrônomicas. O sucesso dos programas para desenvolvimento de novas cultivares só ocorre quando os genitores utilizados nos cruzamentos apresentam características de interesse e que resultam em híbridos com fenótipos de relevância para produção (Rodrigues, 2009). Na seleção de linhagens, são observados parâmetros como nutrição, tolerância a fatores abióticos como estresse hídrico e altas temperaturas, adaptabilidade, resistência a pragas e doenças, e precocidade (Sawazaki, 2000). Para isso, a obtenção de sementes de milho com alta qualidade depende de diferentes fatores, como época de colheita, espécie, método de colheita, condições edafoclimáticas e boas práticas de armazenamento (Brooker, 1992).

Dentre os diferentes fatores que contribuem para o sucesso das lavouras, o plantio a partir de cultivares mais adaptadas, bem como o uso de adubos e fertilizantes, são um dos principais (Duarte, 2022).

No contexto fitossanitário, a cultura do milho sofre impactos desastrosos causados principalmente por pragas e doenças. Entretanto, as pragas e doenças se destacam, pois estão diretamente associadas às perdas drásticas de plantas em campo e sua redução econômica nos períodos de colheita, além das pragas e doenças capazes de afetar os grãos armazenados. Diante disso, é importante a realização do manejo fitossanitário desses agentes entomológicos e fitopatogênicos com potencial para causar perdas e danos da cultura (Embrapa, 2015; Lasseran, 1981).

As pragas e doenças dessa cultura se dividem em pragas e doenças de campo e de grãos armazenados, causando problemas em diferentes fases de cultivo do milho. No Brasil, a alta incidência de pragas pode estar relacionada com o cultivo contínuo em condições de clima tropical do país, principalmente associado ao plantio do milho safrinha, que é o milho plantado nos meses de janeiro/fevereiro ou março, a depender da localização da área de plantio. (Embrapa 2015; Almeida, 2012).

Se tratando de grãos armazenados, a principal praga da cultura do milho é o Gorgulho, (*Sitophilus zeamais*). Desse modo, esse inseto coleóptero ataca os grãos na fase de armazenamento causando

danos severos diretamente no milho quando não são controlados. Evidenciada como uma praga primária interna, seus danos acometem grãos inteiros e sadios, de modo que, perfuram e ovipositam no interior dos grãos com objetivo de reproduzir e se desenvolver até a fase adulta. Os insetos adultos têm capacidade ainda de ocasionar infestação cruzada, ou seja, infestar grãos no campo e também no armazém, onde penetram profundamente na massa de grãos. Entretanto, existem diferentes métodos de controle eficientes para essa praga, como controle de ambiente utilizando temperaturas altas ou baixas, controle químico com inseticidas, e biocontrole com organismos predadores. Importante ressaltar, que a melhor alternativa é realizar o uso do Manejo Integrado de Pragas (MIP), onde são utilizadas diferentes medidas para o controle mais eficiente do inseto-praga (Almeida, 2022; Costa, 2018; Pimentel *et al.*, 2019).

A colheita pode ser realizada de três formas: Colheita Manual: Feita à mão, com espigas transportadas e armazenadas manualmente, exigindo cuidados para reduzir perdas. Colheita Semimecanizada: Espigas são colhidas manualmente e agrupadas para debulha mecânica usando uma debulhadeira acoplada ao trator. É importante evitar danos às espigas e garantir um fluxo constante para a debulhadeira. Colheita Mecânica: Está ganhando importância no Brasil. O sucesso depende de um planejamento adequado, incluindo a divisão dos campos para facilitar o trabalho da colheitadeira e a escolha de variedades de milho com porte adequado. Plantas de porte baixo são preferíveis, e o plantio deve ser feito com uma plantadeira compatível com a colheitadeira para evitar perdas. Atualmente, as perdas na colheita mecânica podem chegar a 15%, especialmente quando a colheita é feita fora do tempo ideal, podendo atingir 35% em casos de tombamento das plantas. Estudos mostram que é possível reduzir as perdas para 7% ou menos com práticas adequadas. Além disso, grãos do tipo "dentado" são menos propensos a danos em comparação com grãos "flint". (Finch *et al.* 1980). A secagem é um processo crucial para preservar a qualidade das sementes de milho, removendo a maior parte da água após o amadurecimento para garantir um armazenamento seguro e prolongado. Esse processo reduz a umidade para criar condições desfavoráveis ao crescimento de microrganismos e minimizar as atividades metabólicas.

Existem dois métodos principais de secagem: Secagem Natural: Feita enquanto o milho ainda está na planta, usando sol e vento, dependendo das condições climáticas. Secagem Artificial: Utiliza ar forçado, seja à temperatura ambiente ou aquecida, para uma rápida redução da umidade, prevenindo alterações fisiológicas e o crescimento de fungos e bactérias. A secagem artificial é vantajosa por seu custo reduzido e simplicidade em comparação com métodos como refrigeração e irradiação.

Vários fatores influenciam a eficácia da secagem, incluindo temperatura, umidade relativa, vazão do ar e umidade inicial e final. Geralmente, temperaturas mais altas e maior vazão de ar reduzem o tempo de secagem, enquanto maior umidade inicial e menor umidade final aumentam o tempo necessário. A secagem de sementes de milho pode ser dividida em duas fases: a fase de taxa constante e a fase de taxa decrescente. Na fase constante, a resistência interna à remoção de água é menor, enquanto na fase decrescente, essa resistência aumenta.

Para milho secado nas espigas, a temperatura de secagem deve ser cuidadosamente controlada. Temperaturas acima de 60°C podem reduzir a germinação e o vigor das sementes, além de alterar suas propriedades químicas e físicas. (Palacin *et al.* 2005)

Durante o beneficiamento, a qualidade final é influenciada pela remoção de impurezas, sementes de menor qualidade, a adequada classificação e a prevenção de misturas com outras sementes. Assim, o beneficiamento de sementes de milho é particularmente distinto em comparação com o de outras culturas. Após certas etapas na produção de sementes de milho, estas precisam ser avaliadas em laboratório. Isso permite identificar quais fases do beneficiamento causam mais problemas que impactam indicadores como percentual de germinação, vigor e desenvolvimento das raízes. A avaliação da qualidade das sementes é um aspecto crucial no processo de produção (Vieira, 2013). Previero (2001) define o beneficiamento de forma ampla como o conjunto de etapas de preparação das sementes para comercialização que ocorrem após a colheita. Essas etapas incluem debulha, secagem, limpeza, classificação, tratamento e embalagem, todas realizadas com o uso de máquinas que operam com base em uma ou mais características físicas.

Para aumentar a produtividade, é fundamental aprimorar tanto o processo de colheita quanto as condições de armazenamento dos grãos. Uma vantagem dos grãos é a capacidade de serem armazenados por longos períodos sem perdas significativas de qualidade. No entanto, o armazenamento prolongado só é viável quando são adotadas práticas corretas de colheita, limpeza,

secagem, controle de insetos e prevenção de fungos. No armazenamento de milho em espiga, especialmente em estruturas rústicas como paióis de madeira, as perdas de peso provocadas por insetos e roedores podem chegar a cerca de 15% do milho armazenado nessas condições (Cruz *et al.*, 2008). Entre os vários problemas na produção e conservação de sementes de milho, um dos mais significativos é o ataque de pragas durante o armazenamento, que pode resultar em perdas de aproximadamente 20% do produto armazenado (Carvalho, 1978).

Conclusão

A produção de sementes de milho é fundamental para garantir a sustentabilidade e a produtividade da cadeia agrícola, pois sementes de alta qualidade asseguram o vigor, a resistência a pragas e doenças, e o potencial máximo de rendimento das plantas. Variedades melhoradas contribuem para a adaptação a diferentes condições climáticas e solos, aumentando a eficiência do uso de recursos e a segurança alimentar. Além disso, sementes de boa qualidade são essenciais para o desenvolvimento de novas tecnologias agrícolas, apoiando a competitividade do setor e a expansão da produção de milho no mercado nacional e internacional.

Referências

- ALMEIDA, Kelvin Oliveira Miranda. **Manejo do gorgulho (*Sitophilus zeamais*) em grãos de milho armazenados**. Cuiabá, 2022.
- BROOKER, Donald B.; BAKKER-ARKEMA, Fred W.; HALL, Carl W. Drying and storage of grains and oilseeds. **Springer Science & Business Media**, 1992.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2023/2024. 6º Levantamento**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 09 ago. 2024.
- COSTA, T. V. **Incidência de gorgulho (*Sitophilus zeamais*) em grãos de milho sob condições de armazenamento vertical**. 2018. Trabalho de Curso (Tecnologia em Produção de Grãos). Universidade Estadual de Goiás – Campus Posse. Posse, 2018.
- CRUZ, José Carlos; Karam, D., Monteiro, M. A. R., Magalhães, P. C., & Marcio Antonio Resende Monteiro, E. M. (2008). **A cultura do milho**. 2008.
- DE SOUZA, Aguinaldo Eduardo; DOS REIS, João Gilberto Mendes; RAYMUNDO, Julio Cezar; PINTO, Roberta Soral. Estudo da produção do milho no Brasil: regiões produtoras, exportação e perspectivas. **South American Development Society Journal**, [S. l.], v. 4, n. 11, p. 182, 2018. DOI: 10.24325/issn.2446-5763.v4i11p182-194. Disponível em: <https://sadsj.org/index.php/revista/article/view/150>. Acesso em: 24 ago. 2024.
- DUARTE, A. P. Adubação do milho-safrinha em sucessão à soja. In: ABREU, D. C.; DIAS, M. P. L.; BOSCOLI, D. Z.; SILVA, W. M.; ALBERTO, F. P.; MARTINS, A. R. R.; PINHEIRO, D. T. (Ed.). **Vitrine tecnológica agrícola, 3. Atualidades na cultura do milho em sistema soja e milho-safrinha**. Cuiabá: Uniselva, 2022. p. 15-33.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistemas de Produção Embrapa**, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/486917/cultivo-do-milho>. Acesso em: 24 ago. 2024.
- EMBRAPA. Manejo Integrado de Pragas na Cultura do milho. **Circular Técnico**. Sete Lagoas, MG, junho, 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/125260/1/circ-208.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2024.

FARONI, L. R. A. et al. Avaliação qualitativa e quantitativa do milho em diferentes condições de armazenamento. *Engenharia na Agricultura*, v. 13, n. 03, p. 193-201, 2005.

FINCH, Edwin Orville; COELHO, A. M.; BRANDINI, A. **Colheita de milho**. 1980.

FRANÇA Neto, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. A importância do uso de semente de soja de alta qualidade. **Informativo técnico**, EMBRAPA, 2010. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/906923/1/FRANCANETO.sementes.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2024.

LASSERAN, Jean-Claude. Aeração de grãos. Tradução de José Carlos Celaro, Miryan Sponchiado Celaro e Miriam Costa Val Gomide. Viçosa: **Centro Nacional de Treinamento em Armazenagem**, 1981. Ilust. (Série CENTREINAR, n.2).

PALACIN, Juan José Fonseca *et al.* Determinações das curvas de secagem de milho nas espigas (*Zea mays* L.). **Engenharia na agricultura**, Viçosa, v. 13, n. 4, p. 300-313, 2005.

PIMENTEL, M. A. G. *et al.* Indicações técnicas para controle de pragas e armazenamento de grãos de sorgo. **Circular Técnica**. Brasília, 2019.

RODRIGUES, Fabricio et al. Capacidade de combinação entre linhagens de milho visando à produção de milho verde. **Bragantia**, v. 68, p. 75-84, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/N6MPCxh3xjR4GXcXdmLLPwy/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 24 ago. 2024.

SAWAZAKI, Eduardo et al. Potencial de linhagens de populações locais de milho pipoca para síntese de híbridos. **Bragantia**, v. 59, p. 143-151, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/vLfJCtM5gCfQ4vkNpqDbnYB/>. Acesso em: 24 ago. 2024.

USDA - United States Department of Agriculture. Production, **Supply and Distribution (PSD) on line**. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>. Acesso em: 24 ago. 2024.

VIEIRA, Renata Augusto. Avaliação de perdas no processo de beneficiamento de milho para semente. 2013.

VIEIRA, Valmir da Cunha et al. Caracterização da silagem de milho, produzida em propriedades rurais do sudoeste do Paraná. **Revista Ceres**, v. 58, p. 462-469, 2011.

VILLELA, Francisco Amaral; SILVA, Walter Rodrigues da. Efeitos da secagem intermitente sobre a qualidade de sementes de milho. *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, v. 48, p. 185-209, 1991.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), no qual os autores fazem parte, pelo fornecimento do ensino de qualidade, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas e apoio financeiro.