

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA – CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

DANIEL ANTONIO MARUCCIO

**Aproveitamento da palha das espigas como valor agregado ao
rendimento de grãos em milho**

Ilha Solteira

2025

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA – CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

Daniel Antonio Maruccio

**Aproveitamento da palha das espigas como valor agregado ao rendimento
de grãos em milho**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador
Prof. Dr. João Antonio da Costa Andrade

Ilha Solteira
Novembro/2025

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvida pela Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação

M389a Maruccio, Daniel Antonio.
Aproveitamento da palha das espigas como valor agregado ao rendimento de grãos em milho / Daniel Antonio Maruccio. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2025
28 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2025

Orientador: João Antonio da Costa Andrade
Inclui bibliografia

1. *Zea mays*. 2. Híbrido. 3. Produção de palha. .

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

A pesquisa tem um impacto direto no desenvolvimento sustentável ao oferecer uma solução inovadora para a cadeia do milho. Seu foco principal é gerar uma alternativa de renda para o produtor, transformando a palha de espiga em valor econômico agregado ao rendimento dos grãos.

Tecnicamente, avança o conhecimento sobre a bioconversão de resíduos, promovendo a economia circular no campo por meio da otimização dos recursos. Este modelo inovador fortalece a inserção regional de novos processos produtivos e demonstra um potencial de replicação e relevância em contextos nacionais e internacionais, contribuindo para a eficiência e a competitividade do setor agrícola.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

The research has a direct impact on sustainable development by offering an innovative solution for the corn production chain. Its primary focus is to generate an alternative source of income for the producer, transforming corn husk straw into added economic value for the grain yield.

Technically, it advances knowledge about the bioconversion of agricultural residues, promoting the circular economy in the field through resource optimization. This innovative model strengthens the regional insertion of new productive processes and demonstrates potential for replication and relevance in national and international contexts, contributing to the efficiency and competitiveness of the agricultural sector.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" FACULDADE
DE ENGENHARIA – UNESP – CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA

ATA DA DEFESA – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: "APROVEITAMENTO DA PALHA DAS ESPIGAS COMO VALOR
AGREGADO AO RENDIMENTO DE GRÃOS EM MILHO"

ALUNO: DANIEL ANTONIO MARUCCIO RA: 181053624

ORIENTADOR(A): Prof. Dr. JOÃO ANTONIO DA COSTA ANDRADE

Aprovado (X) Reprovado () pela Comissão Examinadora com nota obtida: 9,0
(nove inteiros)

Comissão Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 JOÃO ANTONIO DA COSTA ANDRADE
Data: 11/11/2025 20:51:31-0300
Verifique em <https://valida.rj.gov.br>

Prof. Dr. João Antonio da Costa Andrade
Presidente (Orientador)

Documento assinado digitalmente
 FERNANDO DE SOUZA BUZO
Data: 11/11/2025 14:53:58-0300
Verifique em <https://valida.rj.gov.br>

Dr. Fernando de Souza Buzo

Documento assinado digitalmente
 WILLIAM CESAR NISHIMOTO ITO
Data: 11/11/2025 21:49:54-0300
Verifique em <https://valida.rj.gov.br>

Ms. William Cesar Nishimoto Ito

Documento assinado digitalmente
 DANIEL ANTONIO MARUCCIO
Data: 08/11/2025 08:33:51-0300
Verifique em <https://valida.rj.gov.br>

Daniel Antonio Maruccio
Aluno

Ilha Solteira (SP), 10 de novembro de 2025.

AGRADECIMENTOS

À minha família por todo o suporte e incentivo que me deram ao longo de minha graduação, aos meus amigos das minhas repúblicas, Mata Burro e Moita, pela amizade que formamos, pelos meus amigos da minha cidade, pelo companheirismo e pela minha turma pelos momentos bons que tivemos.

Também à Universidade Estadual Paulista – Campus de Ilha Solteira e seus professores, que me ensinaram e me guiaram por toda a graduação.

Ao Prof. Dr. João Antonio da Costa Andrade, pela paciência, apoio, tempo e confiança que teve comigo, e ao grupo de estágio em melhoramento genético de milho por todo o companheirismo no campo e no laboratório.

Além disso agradeço a Deus pelas oportunidades que tive até aqui.

“A vitalidade é demonstrada não apenas pela persistência, mas pela capacidade de
começar de novo.” (F. Scott Fitzgerald)

RESUMO

O uso da palha de milho como matéria-prima para a fabricação de cigarros de palha tem se mostrado uma alternativa viável para agregar valor à produção, especialmente para pequenos e médios produtores, que enfrentam margens reduzidas na produção de grãos. Como o melhoramento de milho nunca foi direcionado para essa finalidade, a escolha de híbridos com potencial para a indústria de cigarros é feita de maneira empírica pelas próprias empresas beneficiadoras, sem base em dados técnicos consolidados. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi identificar híbridos de milho com potencial econômico para produção conjunta de grãos e palha, visando atender tanto ao mercado de grãos quanto à demanda da indústria de cigarros de palha. O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino e Pesquisa da UNESP – Campus de Ilha Solteira, em parceria com a empresa “Palheiro Terra Tombada”, localizada no município de Sales Oliveira-SP. Foram avaliados 20 híbridos experimentais da Agromen Sementes e cinco híbridos comerciais em delineamento em blocos ao acaso com três repetições. Os caracteres avaliados foram porcentagem de enfezamento, produção de palha, qualidade da palha e rendimento de grãos. Os resultados indicaram que o híbrido MG545PWU apresentou o maior potencial para exploração conjunta de grãos e palha.

Palavras-chaves: *Zea mays*, híbrido, produção de palha.

ABSTRACT

The use of corn straw as a raw material for the production of straw cigarettes has proven to be a viable alternative for adding value to production, especially for small and medium-sized producers who face reduced margins in grain production. Since corn breeding has never been aimed at this purpose, the choice of hybrids with potential for the cigarette industry is made empirically by the processing companies themselves, without any basis in consolidated technical data. In view of this, the objective of this study was to identify corn hybrids with economic potential for the joint production of grains and straw, aiming to meet both the grain market and the demand of the straw cigarette industry. The experiment was conducted at the UNESP Teaching and Research Farm – Ilha Solteira Campus, in partnership with the company “Palheiro Terra Tombada”, located in the municipality of Sales Oliveira-SP. Twenty experimental hybrids from Agromen Sementes. The results indicated that the MG545PWU hybrid showed the greatest potential for joint exploitation of grains and straw.

Keywords: *Zea mays*, hybrid, straw production.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características dos híbridos comerciais utilizados no experimento.....	15
Tabela 2 – Esquema da análise de variância para avaliação de 25 híbridos. Selvíria, 2021/22...	17
Tabela 3 – Teste F da análise de variância para os caracteres porcentagem de enfezamento (ENF), nota para sintomas de enfezamento (NE), produção de palha (PP) e rendimento de grãos (RG) para 25 híbridos de milho. Selvíria, 2021/22.....	20
Tabela 4 – Médias para os caracteres de porcentagem de plantas com enfezamento, nota para sintomas de enfezamento, produção de palha e rendimento de grãos, para 25 híbridos de milho em Selvíria-MS, na safra 2021/22.....	21
Tabela 5 – Contribuição da palha de milho na composição da Receita Bruta Total por hectare do híbrido MG545PWU.....	23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	09
2.1. A cultura do milho (<i>Zea mays</i> L.)	09
2.2. Preço pago ao produtor pelo milho em grão.....	10
2.3. Comércio de cigarros de palha e uso da palha de milho.....	10
2.4. O cigarro de palha no contexto brasileiro.....	10
2.5. Comércio e legalidade do cigarro de palha.....	11
2.6. A palha de milho como matéria-prima.....	11
2.7. Processamento e qualidade da palha.....	11
2.8. Potencial ampliado de aproveitamento da palha.....	12
2.9. Preço pago pela palha de milho para cigarro.....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1. Época e local.....	13
3.2. Material, instalação e condução do experimento.....	14
3.3. Caracteres avaliados e análise estatística.....	15
3.4. Análise da Birendibilidade: Maximiação da receita pela palha.....	17
3.4.1. Cálculo da receita bruta base (Grão).....	17
3.4.2. Cálculo da receita adicional (Palha para beneficiamento)	17
3.4.3. Determinação da receita bruta total.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5. CONCLUSÃO	23
REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

O milho é um dos cereais mais cultivados e consumidos no mundo, com grande importância para a economia agrícola e a indústria de alta tecnologia, sendo amplamente utilizado na nutrição animal e essencial para o desenvolvimento do setor pecuário (Pinheiro *et al.*, 2021).

Desde o início dos programas de melhoramento de milho, a principal preocupação dos melhoristas sempre foi a produtividade de grãos, pois é o mais importante para o agricultor. A palha das espigas é descartada no momento da colheita, servindo como adição de matéria orgânica ao solo para a próxima cultura e também como proteção do solo, exceto no caso do uso do milho para silagem, em que a palha também é usada na maioria dos casos (Pinho *et al.*, 2003).

O milho, além de seu valor como fonte alimentar e forrageira, gera uma grande quantidade de resíduos agrícolas, como a palha das espigas. A adequada valorização desses resíduos pode representar uma alternativa viável para reduzir perdas, ampliar a rentabilidade da cultura e promover práticas sustentáveis por meio do aproveitamento de biomassa residual. No contexto da economia circular, o aproveitamento da palha de milho tem potencial para transformar resíduos agrícolas em insumos para diversas aplicações industriais (Rosa *et al.*, 2025).

Nesse sentido o aproveitamento da palha das espigas para a indústria de cigarros de palha tem sido uma alternativa para agregar valor à atividade. Essa é uma possibilidade interessante para aumentar a renda de médios e pequenos produtores de milho, uma vez que a taxa de retorno por área dessa cultura é muito baixa, quando se pretende explorar apenas a produção de grãos.

Como o melhoramento para produção de palha para cigarro não é feito, o que se faz normalmente é avaliar os híbridos existentes no mercado (indicados para grãos) para produção adicional de palha de boa qualidade. Essa avaliação é feita de maneira empírica e apenas qualitativa, não havendo resultados na literatura sobre o assunto. Tendo informações a esse respeito, as empresas produtoras de sementes terão a possibilidade de acrescentar essa informação em seus portfólios de híbridos apropriados para esse tipo de exploração, orientando os possíveis produtores interessados nessa possibilidade.

Esse trabalho teve como objetivo identificar híbridos com potencial para produção de grãos e palha, evidenciando a possibilidade de agregar valor à atividade do agricultor.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A cultura do milho (*Zea mays* L.)

O milho é uma gramínea da família Poaceae, e evidências arqueológicas indicam que sua domesticação pode ter começado há cerca de 8.700 anos, na região central do Vale do Rio Balsas, no sudoeste do México, tendo como ancestral selvagem o *teosinte-Balsas* (Ranere; Piperno, 2009).

No Brasil, povos indígenas já conheciam e consumiam o milho antes da chegada dos portugueses. Com a colonização europeia, sua produção aumentou significativamente e o consumo popular ganhou novas formas (Alcântara, 2019). Entretanto, atualmente, o consumo humano direto permanece baixo, e cerca de 60% a 80% da produção total de grãos é usada na alimentação animal” (EMBRAPA, 2021). A utilização para os diversos tipos de silagem (planta inteira, *earlage*, *snapple*, *toplage*, *stalklage* e grãos úmidos) também é muito comum, mas não existem estatísticas confiáveis do quanto das lavouras brasileiras de milho é usado para essa finalidade. Segundo fontes não oficiais, estima-se que 18 a 22% da área cultivada com milho seja usada para silagem, o que representa mais ou menos 4,5 milhões de ha (Borges *et al.*, 2007).

O cultivo do milho está presente em praticamente todo o território brasileiro, com uma área de plantio estimada em aproximadamente 22 milhões de hectares na safra 2024/25. A produção total foi projetada em 126,9 milhões de toneladas, sendo cerca de 24,7 milhões de toneladas na primeira safra e 99,8 milhões na segunda safra, representando um aumento de 9,9% em relação à safra anterior. O Brasil permanece entre os três maiores produtores mundiais de milho, resultado do avanço tanto na área cultivada quanto na produtividade média, que apresentou crescimento de 3,8% em comparação à safra 2023/24 (CONAB, 2025).

Com relação ao período de cultivo, o Brasil, por ser um país de clima tropical, apresenta uma vantagem significativa em comparação a regiões de clima temperado (EMBRAPA, 2013), permitindo duas épocas distintas de semeadura: a 1ª safra e a 2ª safra. A 1ª safra, também conhecida como safra das águas, ocorre no período das chuvas, com semeadura geralmente entre setembro e dezembro, quando as condições de umidade e temperatura são mais favoráveis ao desenvolvimento das culturas. A 2ª safra, ou safrinha, é semeada logo após a colheita da primeira, normalmente entre janeiro e março, sendo mais sujeita a restrições hídricas e temperaturas elevadas, o que pode limitar o desempenho das plantas (Fietz *et al.*, 2013).

A semeadura da segunda safra de milho, conhecida como safrinha, iniciou-se no final da década de 1970, especialmente no norte do Paraná, em resposta à necessidade de fornecer

grãos aos suinocultores e avicultores, que até então dependiam de cultivos como trigo e girassol durante o outono/inverno. Desde então, sua adoção cresceu de forma expressiva, em razão da viabilidade técnica e econômica do plantio após a soja (EMBRAPA, 2015).

2.2. Preço pago ao produtor pelo milho em grão

O milho em grão é o principal produto da cultura e sua comercialização é pautada por cotações de mercado e logística de *commodities*, sendo o preço base para a economia do milho.

No mercado físico brasileiro, o preço pago ao produtor pelo milho em grão (saca de 60 kg) demonstra uma forte variabilidade regional e temporal. Em uma análise recente (outubro de 2025), a saca de 60 kg foi cotada entre R\$ 47,00 e R\$ 68,00 em diferentes praças agrícolas, com as regiões Centro-Oeste apresentando valores na faixa inferior e o Sul e Sudeste, na superior, especialmente em função da logística portuária (NOTÍCIAS AGRÍCOLAS, 2025; AGRURAL, 2025). O valor de referência CEPEA, que é amplamente utilizado, posicionou-se próximo a R\$ 64,96 por saca no mesmo período (GRÃO DIRETO, 2025).

2.3. Comércio de cigarros de palha e uso da palha de milho

O cigarro de palha, tradicionalmente associado a práticas rurais no Brasil, tem ganhado espaço no cenário urbano, impulsionado por um movimento cultural que valoriza produtos considerados artesanais e naturais. Com isso, a palha de milho, quando utilizada como insumo na produção artesanal de cigarros, evidencia-se como uma alternativa de agregação de valor, atrativa sob a perspectiva econômica.

2.4. O cigarro de palha no contexto brasileiro

O cigarro de palha é um produto com raízes históricas no Brasil, especialmente entre trabalhadores do campo. Diferente do cigarro industrializado, ele é enrolado manualmente em palhas de milho secas e normalmente não contém aditivos químicos (Silva *et al.*, 2019). Seu uso persiste em comunidades tradicionais e tem crescido em centros urbanos. Segundo estudos de Oliveira e Santos (2021), há um aumento da comercialização informal desse produto, dificultando ações de fiscalização e controle de qualidade.

2.5. Comércio e legalidade do cigarro de palha

Estima-se que mais de 90% das marcas de cigarros de palha comercializadas no Brasil operam sem o devido registro junto à Anvisa (Ferreira; Gonçalves; Santos, 2020). Isso representa um risco à saúde pública e um desafio regulatório. A informalidade também impacta negativamente na arrecadação de impostos e dificulta a rastreabilidade dos produtos, conforme aponta o estudo de Mendes (2022). Ainda segundo o autor, há uma carência de políticas públicas específicas voltadas para regulamentar o setor de cigarros artesanais.

2.6. A palha de milho como matéria-prima

A palha de milho é um subproduto agrícola amplamente disponível e de baixo custo, com grande potencial para uso na indústria de cigarros artesanais. A estrutura da palha apresenta boa resistência mecânica, além de propriedades físicas que favorecem sua combustão lenta e uniforme (Costa; Oliveira; Pinto, 2020). Sua utilização contribui para o aproveitamento de resíduos agrícolas, alinhando-se a princípios de economia circular e sustentabilidade (Rodrigues; Almeida, 2021).

Estudos recentes demonstraram que a palha de milho (corn stover), possui elevada quantidade de celulose (48,28%), hemicelulose (25,16%) e lignina (14,8%) (Rosa et al., 2025). Essa composição lignocelulósica confere à palha propriedades físico-químicas que a tornam adequada para aproveitamento em processos industriais, seja como substrato para bioenergia, produtos antioxidantes ou papelaria artesanal.

2.7. Processamento e qualidade da palha

Para a produção de cigarros de palha é fundamental que o material passe por processos de secagem, esterilização e armazenamento adequados para garantir sua integridade e segurança sanitária (Lima; Torres, 2018). Estudos indicam que o teor de umidade da palha influencia diretamente a qualidade do cigarro, influenciando o processo de combustão e a liberação de compostos voláteis durante o consumo (Sun 2009; Zha; Moldoveanu, 2004). Há também iniciativas tecnológicas que buscam padronizar o processamento da palha de milho para atender a demandas comerciais mais exigentes (Pereira; Ramos; Silva, 2022).

2.8. Potencial ampliado de aproveitamento da palha

A valorização da palha de milho por meio de tecnologias limpas, como a hidrólise com água subcrítica, tem se mostrado uma alternativa promissora. Esse processo permite a obtenção de açúcares fermentáveis, ácidos orgânicos e compostos fenólicos com alto valor agregado, a partir de um resíduo que antes era descartado ou queimado (Rosa *et al.*, 2025). A aplicação de tais tecnologias pode contribuir para diversificar o uso da palha além da indústria de cigarros, promovendo ganhos ambientais e econômicos.

2.9. Preço pago pela palha de milho para cigarro

A palha de milho para a produção de cigarros é um subproduto que demanda um alto grau de seleção, corte e secagem específica, caracterizando-se como um insumo de nicho no mercado de tabacarias artesanais. A dificuldade em obter cotações oficiais ou regulares para este produto é alta, pois sua negociação se dá majoritariamente em transações diretas ou pequenas cadeias de suprimento. Em termos de comparação, a palha de milho destinada a usos agropecuários (fenação ou cama de gado), que exigem menor qualidade e tratamento, é comercializada em fardos, com preços que podem variar de R\$ 180,00 a R\$ 380,00 por fardo (MF RURAL, 2025). A palha de milho que chega ao consumidor final, processada e embalada para a confecção de palheiros, possui um preço de varejo que varia entre R\$ 50,00 e R\$ 120,00 por pacotes com centenas de unidades (MERCADO LIVRE, 2025). No entanto, este valor não reflete o preço pago ao agricultor pela matéria-prima in natura no campo, mas sim a soma da matéria-prima de baixo custo com o alto valor agregado da mão de obra artesanal de separação, tratamento e empacotamento.

Portanto, enquanto a precificação do milho em grão é transparente e estabelecida pelo mercado de commodities, o valor da palha para cigarro é um valor marginal da produção total de milho, sem cotações oficiais e negociado em bases privadas e regionais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Época e local

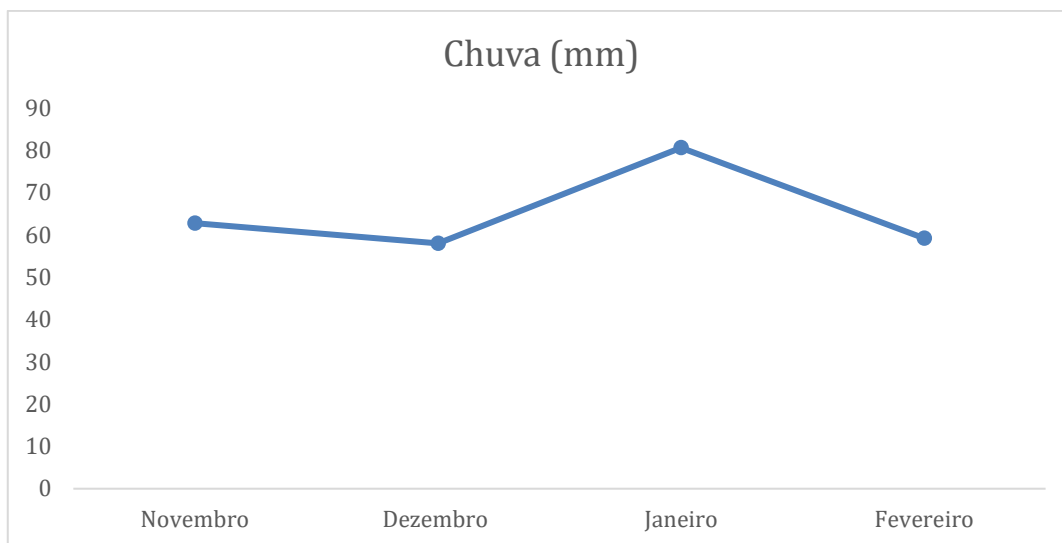
O trabalho foi desenvolvido na 1ª safra do ano agrícola 2021/22, no período de 13/11/2021 até 20/02/2022, em um Latossolo Vermelho distrófico, típico argiloso, (Spera et al., 2011), na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP - Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria (MS). A localização geográfica aproximada da área experimental é de 20°22' S, 51°23' W e 363 m de altitude (Figura 1). O clima do local é do tipo Aw, segundo a classificação climática de Köppen, atualizada por Kotték et al. (2006), caracterizando-se como tropical com estação seca no inverno, com temperatura média anual de 24,5°C, umidade relativa do ar entre 70% e 80% e precipitação média anual de 1435 mm (EMBRAPA, 2015). Os dados de precipitação durante a condução do experimento encontram-se na Figura 2.

Figura 1- Localização da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP – Campus de Ilha Solteira, no município de Selvíria, no Cerrado de Mato Grosso do Sul, na divisa entre os estados de Mato Grosso do Sul e São Paulo (Brasil).



Fonte: Adaptado de Google Earth (2025).

Figura 2 – Dados de chuva para os meses de novembro/2021, dezembro/2021, janeiro/2022 e fevereiro/2022.



Fonte: (Canal CLIMA da UNESP, 2022)

3.2. Instalação e condução do experimento

Foram avaliados os híbridos experimentais AGN 2M77PRO3, AGN 2M60PRO3, AGN 2M66PRO3A, AGN 2M66PRO3B, AGN 2M88PRO3, AGN 3M51RR2, AGN 4M50RR2, JM 4M50, XGEN2959A, XGEN2959B, XGEN2961, XGEN3668, XGEN3669, XGEN3670, XGEN2661, XGEN2889, XGEN2964, XGEN3671, XGEN2662, AGN 2M01PRO3, da Agromen Sementes e cinco híbridos comerciais. Os híbridos experimentais são da Agromen Sementes e os comerciais são da Agromen (JM 2M91PRO3), Bayer (AG8480PRO3 e DKB335PRO3), Pioneer (P3898) e Morgan (MG545PWU) (Tabela 1). Os demais híbridos, por se tratarem de materiais experimentais em fase preliminar de avaliação, ainda não possuem dados registrados para uma melhor caracterização.

Os tratamentos foram avaliados em blocos ao acaso com três repetições e parcelas de sete linhas de 5 m, espaçadas de 0,45 m, com 13 plantas distribuídas uniformemente por linha. Duas linhas centrais da parcela foram utilizadas como área útil para coleta de dados.

A adubação de semeadura foi realizada com 250 kg ha⁻¹ da fórmula 8-28-16 (NPK) e a de cobertura com 230 kg ha⁻¹ de ureia incorporada quando as plantas estavam no estágio de seis folhas desenvolvidas. O controle de plantas invasoras foi realizado com dessecação antes da semeadura, utilizando Glifosato na dose de 2,5 kg ha⁻¹ e 2,4-D na dose de 550 mL ha⁻¹. Também

foi aplicado Tembotrione (100 g ha^{-1}) juntamente com Atrazina (2 L ha^{-1}) em pós emergência da cultura e da planta daninha.

Para controle de lagarta do cartucho foi feita uma aplicação de Triflumuron 480 g L^{-1} na dose de 100 ml ha^{-1} e Metomil 215 g L^{-1} na dose de 900 ml ha^{-1} . Na segunda aplicação foi utilizado Metomil 215 g L^{-1} na dose de 1 L ha^{-1} e Triflumuron 480 g L^{-1} na mesma dose da primeira aplicação.

Tabela 1 – Características dos híbridos utilizados no experimento.

Híbridos	Tipo de híbrido	Ciclo	Tipo de Transgenia	Tipo de grão
AG 8480 PRO3	Simples	Precoce	Transgênica	Semi-dentado
AGN	Simples	Precoce	VTPRO 3	-
AGN	Simples	Precoce	VTPRO 3	-
AGN	Simples	Precoce	VTPRO 3	Semi-duro
AGN	Simples	Precoce	VTPRO 3	-
AGN	Smples	Precoce	Transgênica	Semi-duro
AGN	Simples	Precoce	VTPRO 3	-
AGN	Simples	Precoce	VTPRO 3	-
DKB355PRO3	Simples	Precoce	VTPRO 3	Semi-dentado
JM SM91PRO3	Simples	Precoce	VTPRO 3	-
MG545PWU	Simples	Precoce	POWERCORE	-
P3898	Duplo	Precoce	CONVENCIONAL	-
JM2M91 PRO3	Simples	Super Precoce	Transgênica	Semi-duro
P3898	Simples	Precoce	Convencional	-
AGN	Simples	Precoce	Transgênica	Semi-duro
JM 4M50	Duplo	Precoce	convencional	Duro

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

3.3. Caracteres avaliados e análise estatística

Foram mensurados os seguintes caracteres:

- Número de plantas com sintomas de enfezamento (EN) – Contagem das plantas com sintomas na área útil da parcela;
- Nota para sintomas de enfezamento (NE) – Nota de 0 (plantas mortas pelo enfezamento) à 9 (sem sintomas);
- Estande final (EF) - Número total de plantas da área útil de cada parcela no momento da colheita;
- Número total de espigas (NTE) – Total das espigas colhidas na área útil da parcela;

- e) Espigas atacadas (AT) – Total de espigas sem grãos devido ao ataque de aves em cada parcela, estimado com base nas partes atacadas de cada espiga, uma vez que a maioria das espigas tinha ataque parcial;
- f) Massa de grãos (MG) – Massa total dos grãos das espigas colhidas na área útil da parcela em kg;
- g) Umidade dos grãos (U) – Obtida com medidor eletrônico, em porcentagem, em base úmida;
- h) Massa de palha (MP) - Massa total das palhas das espigas colhidas na área útil da parcela em kg;

A correção da matéria MG (Massa de Grãos) para espigas atacadas, resultando em MG1, foi realizada conforme a Equação 1.

$$MG1 = \left[\left(\frac{MG}{NTE - AT} \right) \times NE \right] \text{ (Equação 1)}$$

Em que:

MG: Massa de Grãos (g) da parcela colhida.

NE: Número total de espigas colhidas.

AT: Número de espigas atacadas.

NE - AT: Número de espigas sadias.

Em seguida, foi realizada a correção para 13% de umidade, resultando em MG2, utilizando a Equação 2.

$$MG2 = MG1 \times [(1 - U)/0,87] \text{ (Equação 2)}$$

Em que:

U: Umidade da matéria de grãos (em base decimal, por exemplo, 0,18 para 18% de umidade).

0,87: Correspondente a 1 - 0,13 (para 13% de umidade padrão).

A correção para estande ideal (densidade de plantas), resultando em MG3, foi realizada por regressão linear de MG2 em função do estande efetivo (EF), corrigindo cada parcela individualmente. O cálculo de MG3 é dado pela Equação 3, onde 26 representa o estande ideal.

$$MG3 = MG_2 - b(EF - 26) \text{ (Equação 3)}$$

Em que:

b: Coeficiente de regressão linear de MG2 em função do estande efetivo (EF).

EF: Estande efetivo de plantas por parcela.

26: Estande ideal de plantas (ajustar este valor conforme a necessidade metodológica).

Por fim, a conversão para rendimento em quilogramas por hectare (kg ha⁻¹), resultando em RG, foi feita pela Equação 4.

$$RG = (10.000 \times MG_3) / 4,5 \text{ (Equação 4)}$$

Em que:

10.000: Fator de conversão (para m² para ha).

4,5: Área da parcela (em m², ajustar este valor conforme a dimensão real da parcela).

RG: Rendimento de Grãos (em kg ha⁻¹).

Também foram colhidas as espigas da quarta linha central de uma repetição e enviadas para a empresa “Palheiro Terra Tombada”, de Sales Oliveira-SP, avaliar, visualmente, a qualidade da palha, com base na espessura, retidão da beirada, empalhamento e comprimento.

Em seguida procedeu-se a análise estatística convencional, considerando modelo fixo, conforme o esquema colocado na Tabela 2 e o modelo $Y_{ik} = \mu + H_i + B_k + \varepsilon_{ik}$, em que:

- Y_{ik} : valor observado do i-ésimo híbrido no k-ésimo bloco;
- μ : média geral do experimento;
- H_i : efeito do i-ésimo híbrido;
- B_k : efeito do k-ésimo bloco;
- ε_{ik} : erro aleatório associado à observação Y_{ik} .

A análise foi realizada para os caracteres porcentagem de enfezamento (ENF=100NE/EF), NE, RG e rendimento de palha (RP=100*MP/4.5).

Tabela 2 – Esquema da análise de variância para avaliação de 25 híbridos. Selvíria, 2021/22.

Fontes de Variação	GL	QM	F
Blocos	2	QM1	QM1/QM3
Híbridos	24	QM2	QM2/QM3
Resíduo	48	QM3	
TOTAL	74		

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Para comparação das médias foi aplicado o teste de Scott Knott em nível de 5% de probabilidade. Tanto para análise de variância como aplicação do teste de Scott Knott foi utilizado o software SISVAR (Ferreira, 2011).

3.4 Análise da Birendibilidade: Maximização da receita pela palha

A análise econômica visou quantificar o impacto da destinação da palha para o mercado de nicho de cigarros artesanais (palheiros), utilizando preços médios de mercado para o grão e uma estimativa de alto valor agregado para a matéria-prima da palha.

3.4.1. Cálculo da receita bruta base (Grão)

A receita primária, base da rentabilidade da cultura do milho, é determinada pela produtividade do grão. O cálculo utiliza a produtividade observada do híbrido ($Prod_{Grão}$) e a cotação média do mercado para a saca de 60 kg ($Cotação_{Grão}$), conforme a Equação 5. Para esta análise, foi utilizada a cotação média de R\$ 64,96 por saca de 60 kg (GRÃO DIRETO, 2025).

$$Receita\ Bruta_{Grão} = \left(\frac{Prod_{Grão}(kg/ha)}{60\ kg/sc} \right) \times Cotação_{Grão}(R\$/sc) \quad (Equação\ 5)$$

3.4.2. Cálculo da receita adicional (Palha para beneficiamento)

A receita adicional é proveniente da palha do milho, que neste estudo é valorizada pelo mercado de palheiros. Adotou-se o valor de R\$ 5,00 por quilograma (kg) como preço de referência para a palha bruta destinada ao beneficiamento, refletindo seu alto valor agregado em comparação à palha forrageira (NOTÍCIAS AGRÍCOLAS, 2025). O cálculo é realizado conforme a Equação 6, multiplicando a produtividade de *palha* ($Prod_{Palha}$) pelo valor de comercialização por quilo ($Cotação_{Palha}$).

$$Receita\ Bruta_{Palha} = Prod_{Palha}(kg/ha) \times Cotação_{Palha}(R\$/kg) \quad (Equação\ 6)$$

3.4.3. Determinação da receita bruta total

A Receita Bruta Total (Receita Bruta_{Total}) da lavoura é obtida pela soma das receitas de grão e palha.

$$\text{Receita Bruta}_{\text{Total}} = \text{Receita Bruta}_{\text{Grão}} + \text{Receita Bruta}_{\text{Palha}} \quad (\text{Equação 7})$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados apresentados na Figura 2, coletados no setor de Agrometeorologia da FEIS-UNESP, o volume máximo de precipitação durante o período avaliado foi de 80 mm em janeiro, enquanto o menor índice foi registrado em dezembro, com apenas 58 mm. Esses valores evidenciam a ocorrência de um expressivo déficit hídrico ao longo do ciclo da cultura, o que impactou diretamente o desenvolvimento vegetativo, bem como a produtividade de grãos e de palha dos híbridos avaliados.

Além da limitação hídrica, observou-se a presença e o ataque de pragas, principalmente a cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), inseto vetor dos mollicutes causadores dos enfezamentos. O controle dessa praga mostrou-se ineficiente nas condições da área experimental, uma vez que havia lavouras de milho em diferentes estádios de desenvolvimento e também soqueiras remanescentes da cultura, que funcionam como fontes de inóculo e abrigo para a cigarrinha. Essa situação favoreceu a disseminação dos patógenos e o consequente aumento na severidade dos sintomas de enfezamento.

Mesmo com essas limitações, houve discriminação entre os híbridos para NE, PP e RG, com diferenças pelo teste F (Tabela 3). Para ENF não ocorreu diferença, mas a intensidade dos sintomas, verificados pela NE, foram diferentes para os híbridos. Os coeficientes de variação foram médios para NE e RG e altos para ENF e PP.

Foram observadas notas médias de severidade variando entre 1,78 e 7,02 (Tabela 4), com diferenças pelo teste de Scott-Knott. Dentre os híbridos avaliados, verificaram-se diferenças expressivas quanto à incidência de enfezamento, indicando variação na tolerância genética à doença e à pressão da cigarrinha.

Houve diferença tanto para o rendimento de grãos quanto para a produção de palha (Tabela 3). A menor média de produção de palha foi observada com 95,76 kg ha⁻¹, enquanto a maior média atingiu 442,52 kg ha⁻¹ (Tabela 4). Em relação ao rendimento de grãos, os valores variaram entre 3.066,14 kg ha⁻¹ e 5.371,24 kg ha⁻¹ (Tabela 4), refletindo o efeito combinado do estresse hídrico, do ataque de pragas e da expressão genética de cada híbrido.

Esses resultados reforçam a importância da seleção de genótipos com maior estabilidade produtiva, capazes de manter bom desempenho mesmo sob condições de estresse hídrico e ataque de pragas, especialmente da cigarrinha-do-milho. A combinação desses fatores de déficit hídrico e pressão biótica, contribuiu para a redução do potencial produtivo da cultura, evidenciando que a adoção de híbridos com maior tolerância e melhor adaptação às condições adversas se faz necessário.

Os híbridos MG545PWU e AGN2M01PRO3 apresentaram as melhores notas para sintomas de enfezamento (NE), indicando menor severidade da doença. Em relação à produção de palha, destacaram-se os híbridos MG545PWU e XGEN2959B, enquanto MG545PWU, JM2M91PRO3 e AG8480PRO3 apresentaram os maiores rendimentos de grãos, com valores superiores a 4.900 kg ha⁻¹ (Tabela 4). Esses resultados reforçam a capacidade produtiva desses genótipos, especialmente em regiões com condições climáticas adversas, como as enfrentadas durante o presente estudo, em que houve estresse hídrico no período de enchimento de grãos. Em comparação, a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2025) estima que a produção total de milho para a safra 2024/2025 será de 137 milhões de toneladas, representando um aumento de 18,6% em relação à safra anterior. Essa expansão decorre, principalmente, da recuperação esperada da produtividade e do aumento da área plantada com milho de segunda safra. A produtividade média nacional estimada para essa safra é de aproximadamente 5.794 kg ha⁻¹. Ao comparar os dados experimentais com as estimativas nacionais, observa-se que os rendimentos obtidos nas condições de campo foram inferiores à média nacional projetada. Esse contraste destaca a importância de fatores como o manejo agrônômico, controle de pragas e condições climáticas favoráveis para alcançar produtividades mais altas.

Tabela 3 – Teste F da análise de variância para os caracteres porcentagem de enfezamento (ENF), nota para sintomas de enfezamento (NE), produção de palha (PP) e rendimento de grãos (RG) para 25 híbridos de milho. Selvíria, 2021/22.

Fontes de Variação	GL	ENF (%)	NE (nota)	PP (kg ha ⁻¹)	RG (kg ha ⁻¹)
Blocos	2	5,5	2,5	1,0	0,7
Híbridos	24	1,4	2,8**	2,0**	2,4**
Médias		44,6	6,5	282,7	4142,2
CV(%)		22,75	11,3	30,5	15,2

** - Significativo em nível de 5 e 1%, respectivamente.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Conforme os dados apresentados (Tabela 4), os híbridos testados mostraram diferenças significativas em termos de produção de palha e rendimento de grãos. Os híbridos com maior potencial para produção de palha foram MG545PWU (442,52 kg ha⁻¹) e XGEN2959B (393,96 kg ha⁻¹).

Tabela 4 – Médias para os caracteres porcentagem de plantas com enfezamento (ENF), nota para sintomas de enfezamento (NE), produção de palha (PP) e rendimento de grãos (RG), para 25 híbridos de milho em Selvíria-MS, na safra 2021/22.

Híbridos	ENF (%)	NE	PP (kg ha ⁻¹)	RG (kg ha ⁻¹)
AGN4M50RR2	53,56	5,66 b	332,57a	3820,11a
XGEN3669	51,21	6,00 b	246,76a	3852,07a
AGN2M01PRO3	40,97	7,66 a	294,90a	4334,24b
XGEN3671	50,49	6,33 a	228,21a	4108,80b
XGEN2964	47,43	5,66 b	219,58a	3158,63a
XGEN2662	39,6	6,33 a	281,04a	4324,50b
XGEN2959B	41,92	6,66 a	393,96a	4610,12b
P3898	51,13	5,33 c	236,98a	4446,33b
AGN2M77PRO3	51,86	7,00 a	151,11a	3891,42a
AGN2M88PRO3	47,48	6,66 a	253,34a	3066,14a
XGEN3668	41,66	7,00 a	284,03a	3759,47a
AGN2M66PRO3A	47,47	7,33 a	315,79a	3487,71a
JM2M91PRO3	53,24	6,33 a	287,56a	4952,66b
AGN3M51RR2	46,24	5,66 b	356,47a	4398,57b
XGEN2961	48,52	6,33 a	283,47a	4632,42b
AGN2M60PRO3	39,98	7,33 a	285,78a	3785,56a
MG545PWU	25,58	8,33 a	442,52a	5371,24b
AGN2M66PRO3B	51,26	6,33 a	276,83a	3844,29a
AG8480PRO3	41,32	6,66 a	251,17a	4916,91b
XGEN3670	36,95	6,66 a	305,30a	4444,40b
XGEN2661	40,63	5,33 c	254,37a	3742,74a
XGEN2959A	43,34	6,66 a	348,47a	4187,05b
XGEN2889	42,7	6,33 a	280,89a	4441,88b
JM4M50	30,44	6,33 a	361,42a	3408,06a
DKB335PRO3	50,9	6,66 a	95,76a	4571,67b

* - Médias seguidas da mesma pertencem estatisticamente ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade,

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Em relação ao rendimento de grãos, MG545PWU e JM2M91PRO3 destacaram-se com médias de 5371,24 kg ha⁻¹ e 4952,66 kg ha⁻¹, respectivamente, demonstrando maior eficiência produtiva mesmo sob condições de estresse hídrico e pressão de pragas, fatores comumente limitantes para o potencial produtivo do milho (CONAB, 2025). Esses resultados corroboram a importância da seleção de genótipos adaptados para maximizar a produtividade e estabilidade da cultura em diferentes ambientes.

Três híbridos (MG545PWU, AGN3M51RR2 e JM2M91PRO3) foram identificados como os de melhor qualidade de palha, avaliados quanto a espessura, retidão da beirada, empalhamento e comprimento, o que evidencia sua aptidão para a indústria de cigarros de palha. Dentre esses o híbrido MG545PWU está entre os mais produtivos, para palha e grãos, e com menos ataque de enfezamento.

O estresse hídrico observado no ano agrícola 2020/21 contribuiu para a redução das médias de produtividade em geral, o que é relevante para contextualizar os resultados e justificar variações nos dados, especialmente para híbridos com maior sensibilidade a condições adversas.

O híbrido MG545PWU foi selecionado para análise econômica de birendibilidade devido ao seu desempenho, caracterizado pela produtividade de palha, rendimento de grãos e menor suscetibilidade à incidência de enfezamento. Assim, buscou-se quantificar o impacto financeiro da destinação da palha desse híbrido para o mercado de beneficiamento de cigarros artesanais (palheiros). Os resultados foram calculados com base na produtividade média de 5.371,24 kg ha⁻¹ de grãos e 442,52 kg ha⁻¹ de palha, utilizando uma cotação de mercado de R\$ 64,96 por saca de grão (GRÃO DIRETO, 2025) e o preço metodológico de R\$ 5,00 para a palha (NOTÍCIAS AGRÍCOLAS, 2025).

O cálculo da Receita Bruta Total (Receita Bruta_{Total}) foi segmentado para isolar a contribuição econômica de cada produto, conforme detalhado nas Equações 1 e 2.

O rendimento de grãos resultou na produção de 89,52 sacas ha⁻¹. Aplicando-se a cotação de mercado, a Receita Bruta Base foi estabelecida em R\$5.815,62 ha⁻¹. A receita proveniente da palha foi obtida multiplicando sua produtividade pelo valor de R\$5,00/kg. A Receita Adicional da Palha foi determinada em R\$2.212,60 ha⁻¹. A Receita Bruta Total da lavoura do híbrido MG545PWU, considerando a venda de ambos os produtos, atingiu R\$8.028,22 ha⁻¹ (Tabela 5).

Tabela 5 – Contribuição da palha de milho na composição da Receita Bruta Total por hectare do híbrido MG545PWU.

Indicador Econômico	Valor(R\$/ha)	Percentual de Contribuição
Receita Bruta do Grão	5.815,62	72,44
Receita Bruta da Palha	2.212,60	27,56
Receita Bruta Total	8.028,22	100,00
Acréscimo percentual pela palha	2.212,60	+38,05% sobre a Receita do Grão

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

O aproveitamento da palha para o mercado de palheiros resulta em um acréscimo de 38,05% sobre a Receita Bruta do Grão. Essa elevação de receita é vital para a sustentabilidade econômica, pois contribui para mitigar os impactos dos Custos Operacionais (variáveis e fixos), que podem exceder R\$ 4.400,00 ha⁻¹ (AGROLINK, 2025). Assim, o modelo de birendibilidade do híbrido MG545PWU se mostra eficiente na maximização do retorno financeiro por área.

5 CONCLUSÃO

O híbrido MG545PWU, com maior rendimento de palha e grãos, além da boa qualidade da palha, é um candidato viável para maximizar a lucratividade da cultura, atendendo tanto ao mercado de grãos quanto ao de palha.

REFERÊNCIAS

- AGROLINK. **Custo do milho recua, mas juros elevam despesas.** [S. l.]: Agrolink, 19 fev. 2025. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/custo-do-milho-recua--mas-juros-elevam-despesas_499477.html. Acesso em: 17 out. 2025.
- AGRURAL. **Preços Soja e Milho** - Mercado disponível. In: GRÃO DIRETO. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://www.graodireto.com.br/>. Acesso em: 17 out. 2025.
- ALCÂNTARA, K. F. **A origem do milho na América Latina, história, mitos e seu uso no México e no Brasil.** 2019. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gastronomia) – Instituto de Cultura e Arte, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/56788/3/2919_tcc_kfalcantara.pdf. Acesso em: 19 out. 2025.
- BORGES, I. D. J. et al. **Avaliação de cultivares de milho para silagem: resultados do ano agrícola 2006/2007.** Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 16 p. (Comunicado Técnico, 93). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/595705/1/CT93Cultivmilhosilagem.pdf>. Acesso em: 19 out. 2025.
- CANAL CLIMA da UNESP. Dados climáticos: chuva — Portal Canal CLIMA da UNESP. Ilha Solteira: Área de Hidráulica e Irrigação, 2022. Disponível em: <https://clima.feis.unesp.br/>. Acesso em: 19 OUT. 2025.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Conab: com mais produtividade, safra de grãos 2024/25 projeta recorde de 332,9 milhões de toneladas. Brasília, 15 maio 2025. Disponível em: https://cast.conab.gov.br/post/2025-05-15_8_lev_graos/. Acesso em: 24 ago. 2025.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Boletim da Safra de Grãos: 11º Levantamento – Safra 2024/2025. Brasília: Conab, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos/11o-levantamento-safra-2024-25/apresentacao-11o-lev-safra-graos-ago-25.pdf>. Acesso em: 17 out. 2025.
- COSTA, M. F.; OLIVEIRA, R. J.; PINTO, T. Análise físico-química da palha de milho para uso industrial. **Revista Brasileira de Agroindústria**, v. 16, n. 2, p. 112–120, 2020.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Milho: alimentação. Agência de Informação Tecnológica, 8 dez. 2021. Disponível em : <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pos-producao/agroindustria-do-milho/alimentacao>.

Acesso em: 24 ago. 2025.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Milho segunda safra: a bola da vez. Brasília: Embrapa, 2 set. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/5051619/milho-segunda-safra-a-bola-da-vez>. Acesso em: 24 ago. 2025.

Embrapa. Relações com o clima. In: EMBRAPA. Cultivo do Milho. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/relacoes-com-o-clima>. Acesso em: 24 ago. 2025.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, nov./dez. 2011.

FERREIRA, L. M.; GONÇALVES, H. A.; SANTOS, P. I. Fiscalização e informalidade no mercado de cigarros artesanais. **Revista de Saúde Pública**, v. 54, p. 78, 2020.

FIETZ, C. R.; CECCON, G.; COMUNELLO, E.; FLUMIGNAN, D. L. Época de semeadura do milho safrinha, com base na deficiência hídrica e no risco de geada, na região sul de Mato Grosso do Sul. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, Circular Técnica CPAO n. 24, 2013.

GRÃO DIRETO. Preços do milho no Mercado Físico - CEPEA. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://www.graodireto.com.br/precos/milho/>. Acesso em: 17 out. 2025.

NOTÍCIAS AGRÍCOLAS. Cotação e Preço do Milho - Mercado Físico. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/cotacoes/milho/>. Acesso em: 17 out. 2025.

KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. World Map of the Köppen-Geiger Climate Classification Updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, n. 3, p. 259–263, 2006. DOI: 10.1127/0941-2948/2006/0130. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/26640584>. Acesso em: 24 ago. 2025.

LIMA, C. A.; TORRES, F. M. Processamento e higienização da palha de milho para uso em cigarros artesanais. **Ciência Rural**, v. 48, n. 9, p. 1–6, 2018.

MENDES, A. R. Política tributária e regulamentação de produtos derivados de tabaco no Brasil. **Direito e Sociedade**, v. 17, n. 1, p. 45–59, 2022.

MERCADO LIVRE. Palha De Milho Para Palheiro. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://lista.mercadolivre.com.br/palha-de-milho-para-palheiro>. Acesso em: 17 out. 2025.

MF RURAL. Preço de Venda e Compra de Palha de Milho e Milho Verde. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://www.mfrural.com.br/busca/milho-palha/> (Ou: <https://www.mfrural.com.br/busca/palha-milho-verde>). Acesso em: 17 out. 2025.

OLIVEIRA, S. L.; SANTOS, E. D. Cigarros de palha: uma análise de mercado e percepção do consumidor. **Estudos Rurais**, v. 32, n. 1, p. 88–103, 2021.

PEREIRA, D. S.; RAMOS, M. M.; SILVA, G. P. Desenvolvimento de tecnologia para secagem e armazenamento de palha de milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 4, p. 303–310, 2022.

PINHEIRO, L. S.; GATTI, V. C. M.; OLIVEIRA, J. T.; SILVA, J. N.; SILVA, V. F. A.; SILVA, P. A. Características agroecômicas do milho: uma revisão. **Natural Resources**, v. 11, n. 2, p. 13–21, 2021. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/356840917>. Acesso em: 24 ago. 2025.

PINHO, R. G. von; BORGES, L. D.; ALVES, M. C.; REIS, M. C. Características físicas da palha da espiga de milho associadas à produção de artesanato. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1429-1435, nov./dez. 2003.

RANERE, A. J.; PIPERNO, D. R. The cultural and chronological context of early Holocene maize and squash domestication in the Central Balsas River Valley, Mexico. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 106, n. 13, p. 5014–5020, 2009. Disponível em: site da PNAS (via Agência FAPESP). Acesso em: 24 ago. 2025.

RODRIGUES, T. S.; ALMEIDA, V. C. Uso de resíduos agrícolas em cadeias produtivas sustentáveis: o caso da palha de milho. **Sustentare**, v. 5, n. 1, p. 45–53, 2021.

ROSA, R. G. et al. Valorizing corn stover waste into valuable bioproducts using subcritical water hydrolysis. **Biofuel Research Journal**, v. 45, p. 2283–2305, 2025. DOI: 10.18331/BRJ2025.12.1.2.

SILVA, R. A. et al. Perfil de usuários de cigarros de palha em comunidades rurais do Sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 22, p. e190005, 2019.

SPERA, S. T.; ESCOSTEGUY, P. A. V.; KLEIN, V. A.; DENARDIN, J. E.; SANTOS, H. P. dos. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho distrófico sob tipos de manejo de solo e rotação de culturas. **Agrarian**, Dourados, v. 4, n. 14, p. 313–323, 2011.

SUN, J.; JIANG, L.; ZHAO, W.; LI, Q.; LI, C. Effect of Cut Tobacco Moisture Content on Cigarette Mainstream Smoke Components. **Tobacco Science & Technology**, v. 42, n. 2, p. 39–42, 2009.

ZHA, Q.; MOLDOVEANU, S. C. Influence of Cigarette Moisture on Mainstream Smoke Composition for the First Puff and the Whole Cigarette. **Beiträge zur Tabakforschung International**, v. 21, n. 6, p. 361–370, 2004.