

# EFEITO DA TRILHA MECÂNICA NA QUALIDADE DO MILHO DE PIPOCA: SIMULAÇÃO E ANÁLISE<sup>1</sup>

**Cristiano Márcio Alves de SOUZA<sup>2</sup>, Francisco de Assis de Carvalho PINTO<sup>3</sup>,  
Evandro Chartuni MANTOVANI<sup>4</sup>, Bárbara Helionora Machado MANTOVANI<sup>4</sup>.**

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da trilha mecânica na qualidade do milho de pipoca e desenvolver um programa computacional para simulação do processo de trilha numa máquina com mecanismo de cilindro de barras e côncavo. Os testes experimentais foram realizados utilizando-se duas variedades de milho de pipoca, a Zélia e a CMS-34, combinadas com três rotações do cilindro trilhador, 500, 600 e 700 rpm. Analisou-se a capacidade de expansão e a eficiência de separação do côncavo. A variedade Zélia apresentou maior capacidade de expansão e maior índice de quebra em relação a variedade CMS-34. O erro na determinação da eficiência de separação do côncavo pelo modelo matemático implementado foi de 4,18, o que foi considerado satisfatório para aplicações em engenharia.

**PALAVRAS-CHAVES:** Colheita, eficiência de separação do côncavo, danos mecânicos

**ABSTRACT:** The objective this work was to evaluate the effect of the mechanical threshing in the popcorn quality and to develop a software for simulating of the harvest process of a machine with bar cylinder and concave mechanism. The experimental tests were done with two varieties of popcorn, the Zélia and the CMS-34, and with three speeds on the threshing cylinder, 500, 600 e 700 rpm. It was analyzed the expansion volume and the concave separation efficiency. The Zélia variety presented greater expansion volume and greater mechanical damage compared to the CMS-34 variety. The error of the developed software in predicting the concave separation efficiency was 4,18 percent, that was considered to be satisfactory for engineering application.

**KEYWORDS:** Harvest, concave separation efficiency, mechanical damage

**INTRODUÇÃO:** A redução do número de pessoas trabalhando na agricultura e a necessidade de maior produção de alimentos, devido ao aumento populacional, tem gerado

---

<sup>1</sup> Projeto financiado pela FAPEMIG - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais

<sup>2</sup> Estudante do Curso de Graduação em Engenharia Agrícola, Bolsista da FAPEMIG, Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, Campus da UFV, Viçosa-MG, CEP 36571-000, Fone (031) 899 2734, Fax (031) 899 2735

<sup>3</sup> Professor Assistente do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV.

<sup>4</sup> Pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa do Milho e Sorgo, EMBRAPA, Sete Lagoas-MG.

uma crescente demanda de se mecanizar as etapas de produção agrícola. No caso específico da colheita, existe um fator a mais a ser considerado pelos agentes envolvidos, a qualidade do produto colhido. A trilha dos grãos, uma das mais importantes etapas na colheita, se mal conduzida pode ser responsável por significativa perda de produto. Para o milho de pipoca esse problema é mais complexo, tendo em vista que além das danificações visíveis ocorrem também danificações microscópicas, podendo comprometer a capacidade de expansão do milho. A simulação de processos através do desenvolvimento de modelos matemáticos e programas computacionais, tem-se mostrada uma ferramenta de grande utilidade no auxílio ao projeto de novas máquinas ou no aprimoramento das já existentes, permitindo um aumento da qualidade do produto e uma diminuição de custos e tempo. Huynh et. al. (1982) desenvolveram um modelo matemático para simular a trilha de trigo em um sistema convencional de cilindro de barras e côncavo. Neste modelo a debulha foi considerada como um processo randômico, podendo o modelo ser adaptado para outros produtos ou outros tipos de trilha.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O produto utilizado foi o milho de pipoca, variedades Zélia e CMS-34, provenientes do campo experimental do CNPMS-EMBRAPA (Sete Lagoas-MG). As espigas foram colhidas manualmente para execução dos testes, sendo estes realizados no dia seguinte. Para estudar o efeito da trilha na capacidade de expansão do milho, montou-se um experimento em esquema fatorial 2x3, sendo duas variedades e três rotações do cilindro trilhador, instalado segundo o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Para as análises e validação do programa computacional desenvolvido, foram realizados um total de 30 testes para as duas variedades. Os testes de trilha foram realizados em uma máquina colhedora combinada para parcelas experimentais, Marca Wintersteiger, Modelo Nursermaster elite. A máquina foi alimentada por uma esteira de 13,87 m de comprimento com velocidade de 0,58 m/s (2,08 km/h). Para os testes de qualidade, as espigas foram colocadas na esteira espaçadas de aproximadamente 18 cm, num total de 155 espigas por teste. A duração de cada teste foi de 48 segundos, representando uma colheita de 38 e 33 m de linha, para as variedades Zélia e CMS-34, respectivamente. Utilizou-se as rotações de 500, 600 e 700 rpm no cilindro trilhador. Para a validação do programa computacional, foi determinado em cada teste a rotação do cilindro trilhador, a massa total do material que entrava na máquina, o tempo de duração, a densidade livre do produto, o tempo de deslocamento do produto na zona de debulha, o teor de umidade, e a eficiência de separação do côncavo. Após cada teste, retirou-se amostras para determinação da capacidade de expansão do milho de pipoca.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Após as análises constatou-se diferença entre as variedades, diferença nas capacidades de expansão, devido a diferença de variedade e não tendo as rotações influência nesse ponto. Os fatores variedade e rotação não atuaram independentemente, logo existe o efeito da rotação entre cada variedade, ou seja, a rotação teve influência dentro de cada variedade, isto levou à necessidade de se estudar os fatores isoladamente, nesse estudo a Variedade Zélia apresentou maior capacidade de expansão para todas as rotações. Existiu diferença entre as rotações para a variedade CMS-34, o mesmo não aconteceu para a variedade Zélia. Portanto houve influências distintas de cada rotação na variedade CMS-34. Nas análises do índice de quebra, notou-se que houve diferença entre as variedades, ou seja, a diferença entre o índice de quebra é devido à

diferença de variedade, o mesmo acontecendo para as rotações em cada variedade, ou seja, a diferença entre a índice de quebra é devido à diferença de rotação. Houve diferença entre as variedades para as rotações de 500 e 700 rpm, a variedade Zélia foi a que apresentou maior índice de quebra para ambas as rotações. Existiu diferença entre as rotações para as variedades CMS-34 e Zélia, portanto existe uma rotação entre 500 e 700 rpm que proporcionará um menor índice de quebra para as duas variedades. A variedade Zélia apresentou menor perda para a rotação de 600 rpm e a variedade CMS-34 para a rotação de 700 rpm. O modelo matemático implementado apresentou um erro relativo médio na determinação da capacidade de separação do côncavo de 3,24 por cento para a variedade Zélia e de 5,13 por cento para variedade CMS-34. Para ambas as variedades a melhor eficiência calculada, das três rotações, é detectada na rotação de 700 rpm e a melhor eficiência simulada é detectada na rotação de 600 rpm.

**CONCLUSÕES:** As análises e as interpretações dos resultados da simulação e dos efeitos da máquina na qualidade do produto, nas condições em que foram conduzido o trabalho, permitiram chegar nas seguintes conclusões: a) a variedade Zélia foi a que apresentou melhor capacidade de expansão quando comparada com a variedade CMS-34, apresentando maior valor da capacidade de expansão para todos as rotações, tendo as rotações influências somente dentro da variedade CMS-34; b) houve diferença dos índices de quebra entre as variedades, sendo a variedade Zélia a que apresentou maior índice de quebra para as rotações de 500 e 700 rpm, não existindo diferença nas outras rotações; c) o programa computacional desenvolvido apresentou um erro relativo médio na determinação da eficiência de separação do côncavo de 4,18 por cento, o que é considerado satisfatório para aplicações em engenharia; d) a eficiência de separação do côncavo simulada foi diretamente proporcional ao comprimento do côncavo, rotação do cilindro trilhador, densidade livre do material e ao diâmetro do cilindro e inversamente proporcional a taxa de alimentação do sistema, o tempo de passagem dos grãos pela camada de palha e distância entre côncavo e cilindro trilhador.

#### **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:**

HUINH, V. M.; POWELL T.; SIDDALL J. N. **Threshing and separating Process - A Mathematical Model.** *Transactions of the ASAE*, 25(1):65-73. 1982.