

## Resistência mecânica de sementes híbridas de milho via teste de impacto

Reinaldo Moraes da Silva<sup>1</sup>; Pedro Luiz Nagel<sup>2</sup>; Murilo Didonet de Moraes<sup>2</sup>; Leonardo Queiroz Silva<sup>3</sup>; Belisa Cristina Saito<sup>2</sup>; Marco Estáquio de Sá<sup>4</sup>; João Antonio da Costa Andrade<sup>5</sup>

**Resumo:** Objetivou-se com este trabalho verificar a resistência mecânica de sementes de híbridos de milho provenientes do programa de melhoramento da UNESP - Câmpus de Ilha Solteira-SP. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com sete tratamentos formados pelos híbridos: IVF1-10 x IVD1-8, IVF1-3 x IVD1-1, IVF1-2 x IVD1-9, IVF1-6 x IVD1-1, IVF1-5 x IVD1-8, IVF1-3 x IVD1-2 e IVF1-3 x IVD1-9. Foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes que receberam o impacto de um peso de 120 g à altura de 10 cm, gerando uma energia de 0,1176 Joules. Em seguida foram realizadas as avaliações dos danos mecânicos pelo teste de tintura de iodo a 2%, durante 5 min e lavadas em água corrente. Os danos mecânicos foram classificados em quatro níveis: sementes sem danos, danos leves, danos intermediários e danos graves. O híbrido IVF1-10 x IVD1-8 é o mais suscetível; os híbridos IVF1-3 x IVD1-1, IVF1-3 x IVD1-1, IVF1-2 x IVD1-9, IVF1-6 x IVD1-1 e IVF1-5 x IVD1-8 são medianamente resistentes; e IVF1-3 x IVD1-2 e IVF1-3 x IVD1-9 resistentes aos danos mecânicos.

**Palavras-chave:** energia cinética; danos mecânicos; qualidade de sementes.

### Mechanical strength of seeds of hybrids corn via impact test

**Abstract:** The objective of this work is to verify the strength of seeds of maize hybrids from the breeding program of the UNESP - Campus of Ilha Solteira. The experimental design was a completely randomized design with seven treatments formed by hybrids: IVF1-10 x IVD1-8, IVF1-3 x IVD1-1, IVF1-2 x IVD1-9, IVF1-6 x IVD1-1, IVF1-5 x IVD1-8, IVF1-3 x IVD1-2 and IVF1-3 x IVD1-9. Four replicates of 50 seeds that received the impact of a weight of 120 g at 10 cm height, generating energy of 0.1176 Joules are used. Then the evaluations of mechanical damage were performed by the tincture of iodine test to 2% for 5 min and washed in water. Mechanical injuries were classified into four levels: seeds without damage, light damage, intermediate damage and serious damage. The hybrid IVF1-10 x IVD1-8 is the most susceptible; the IVF1-3 x IVD1-1, IVF1-3 x IVD1-1, IVF1-2 x IVD1-9, IVF1-6 x IVD1-1 and IVF1-5 x IVD1-8 hybrids are moderately resistant; and IVF1-3 x IVD1-2 and IVF1-3 x IVD1-9 resistant to mechanical damage.

**Keywords:** Kinetic energy; Mechanical damage; Seed quality

### Introdução

No processo de produção de sementes, estas são submetidas a uma série de etapas, para a obtenção de lotes de alta qualidade. Os impactos e os danos ocasionados em sementes

<sup>1</sup>Mestrando em Agronomia, UNESP - Câmpus de Ilha Solteira. rmsagronomia@gmail.com

<sup>2</sup>Doutorando em Agronomia, UNESP - Câmpus de Ilha Solteira. nagelpedro@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Doutorando em Agronomia, UNESP - Câmpus de Ilha Solteira. murilonx7@gmail.com

<sup>2</sup>Doutoranda em Agronomia, UNESP - Câmpus de Ilha Solteira. belisasaito@gmail.com

<sup>3</sup>Graduando em Agronomia - UNESP - Câmpus de Ilha Solteira. leoqueiroz18@hotmail.com

<sup>4</sup>Professor Dr. – Depto. DFTASE – UNESP – Câmpus de Ilha Solteira. marcosa@agr.feis.unesp.br

<sup>5</sup>Professor Assistente Dr. – Depto. de Biologia e Zootecnia – UNESP – Câmpus de Ilha Solteira. jandrade@bio.feis.unesp.br

são praticamente inevitáveis, pois podem ocorrer em várias etapas mecanizadas e ser agravados a cada dia, haja vista a demanda crescente por mecanização do setor agrícola, o que mantém o dano mecânico como um dos problemas mais sérios na área de tecnologia de sementes (PINTO *et al.*, 2012).

A realização de testes de impactos tem grande importância em programas de melhoramento de milho para caracterização quanto à resistência a danos mecânicos, tendo em vista que existem variações entre híbridos (CARVALHO *et al.*, 2011).

A utilização de testes rápidos e precisos na identificação de danos mecânicos ocorridos durante o processo de produção de sementes é de extrema importância para a obtenção de sementes de boa qualidade (MELO *et al.*, 2012).

Para testar a resistência das sementes a danos mecânicos são realizadas algumas simulações, impondo diferentes graus de impactos contra a semente e avaliando o seu grau de resistência.

Uma alternativa para avaliar a resistência mecânica da semente a danos mecânicos é o teste do pêndulo, contribuindo para seleção de genótipos com sementes resistentes ao dano mecânico (CARBONELL; KRZYZANOWSKI; KASTER, 1992).

Carvalho *et al.* (2011) avaliando resistência de grãos de milho a danos mecânicos via teste de impacto, concluíram que os mesmos foram eficientes para produzir índices diferenciais de danos mecânicos entre os padrões de suscetibilidade e de resistência.

O teste de impacto aplicado sobre os grãos individualizados de milhos híbridos, com as energias de 0,068; 0,103 e 0,137 Joules (J), na altura de 7 cm, classifica melhor os híbridos em classes de resistência dos grãos ao dano mecânico (CARVALHO *et al.*, 2011).

De acordo com Andrade, Corrêa e Alvarenga (1999) os danos mecânicos podem ser classificados como: 1. Danos Leves: sementes com tegumento visualmente rompido ou com fissuras; 2. Danos Intermediários: sementes partidas, apresentando partes inteiras, cada uma das quais maior que a metade e 3. Danos Severos: sementes partidas ao meio.

Considerando a importância dos danos mecânicos que ocorrem no processo de produção de sementes, objetivou-se com essa pesquisa, verificar a resistência de grãos de milho via teste de impacto e com isso selecionar materiais de maior resistência à danos mecânicos.

### **Material e Métodos**

Utilizaram-se sementes dos híbridos de milho IVF1-10 x IVD1-8, IVF1-3 x IVD1-1, IVF1-3 x IVD1-1, IVF1-2 x IVD1-9, IVF1-6 x IVD1-1, IVF1-5 x IVD1-8, IVF1-3 x IVD1-9

e IVF1-3 x IVD1-2, provenientes do programa de melhoramento da UNESP -, Campus de Ilha Solteira-SP. As espigas de milho foram colhidas no mês de julho e encaminhadas ao Laboratório de Sementes, onde se realizou a debulha.

Após esse processo, foi realizada a determinação do teor de água, com uma amostra de cinco gramas de cada híbrido, utilizando o método de estufa a  $105 \pm 3$  °C, durante 24 h (BRASIL, 2009). As sementes estavam com teor de umidade de 11,5%, e visando padronizar a umidade próxima ao ponto de armazenamento (13%), acondicionaram-se os materiais em caixa gerbox com solução salina preparada com 20 g para cada 100 ml de água e acondicionada em germinador a 25 °C por um período de 24 horas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, utilizando sete híbridos de milho, com quatro repetições de 50 sementes. Antes do teste de impacto as sementes foram uniformizados por tamanho, em peneira de furos circulares de 18 mm de diâmetro, e submetidos à análise visual para a retirada de todos os grãos danificados.

Para avaliar a resistência mecânica dos grãos usou-se um danificador mecânico desenvolvido a partir das metodologias do “teste de queda” (KUNEMAN, 1989) e do “teste do pêndulo” (CARBONELL; KRZYZANOWSKI; KASTER, 1992). No teste de impacto as sementes foram expostas individualmente sobre bancada de mármore para receberem o impacto de um peso de 120 g à altura de 10 cm, gerando uma energia de 0,1176 J na face ventral, que é a região onde está localizado o embrião. Esta energia está muito próxima da encontrada por Carvalho et al. (2011), sendo de 0,113 J, a qual foi a única capaz de diferenciar os híbridos de milho mais resistentes aos impactos.

O princípio deste teste se baseia na transferência de energia do sistema de “pesos” a semente. A energia potencial é definida pela equação  $E = m \times g \times h$  em que E- energia em J, m- massa do peso padrão em kg, g- aceleração da gravidade,  $9,8 \text{ ms}^{-2}$ . A energia potencial, definida na equação, é transferida após o impacto a semente sob a forma de energia cinética.

Após receberem os impactos, as sementes foram colocadas em copos de plástico e realizadas as avaliações dos danos mecânicos pelo teste de tintura de iodo a 2%, durante 5 min. Após cada período de embebição, estas foram lavadas em água corrente por um minuto para retirar o excesso dos corantes e avaliadas imediatamente.

As avaliações da severidade dos danos seguiram os critérios abaixo descritos: Nota 0 - sementes aparentemente sem danos; Nota 1 - sementes com 10% de área colorida, desde que distantes do embrião e ou leve absorção próximo ao ponto de inserção no sabugo; Nota 2 - sementes com 10 a 40% de área colorida, em qualquer ponto da semente, exceto no embrião,

Nota 3 - sementes acima de 40% da área do endosperma colorida ou com danos diretamente associado ao embrião.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas com o programa computacional SISVAR (FERREIRA, 1998).

### Resultados e Discussão

As sementes de milho apresentaram valores de teor de água que variaram de 11 a 12% após a colheita e quando da avaliação do teste de impacto, o teor de água das sementes foram elevadas para 13%. Pelo fato do teor de água entre os híbridos apresentarem baixa variação, a diferença para danos mecânicos foi devida à susceptibilidade do próprio híbrido à quebra, não tendo interferência da umidade.

Os danos mecânicos causados por impactos, cortes, abrasões ou pressões, por destruírem estruturas essenciais das sementes, além de danos diretos à germinação e vigor, diminuem a tolerância a insetos e micro-organismos e reduzem o potencial de armazenamento (MARCOS FILHO, 2005).

Conforme pode ser observado na Tabela 1, houve diferenças estatísticas entre os híbridos para sementes sem danos e sementes com danos leves. Analisando os danos mecânicos dentro da classe sem danos os híbridos que apresentaram maior percentual de sementes sem danos foram IVF1-3 x IVD1-2 e IVF1-3 x IVD1-9 (resistentes aos danos mecânicos). Os híbridos IVF1-3 x IVD1-1, IVF1-2 x IVD1-9, IVF1-6 x IVD1-1 e IVF1-5 x IVD1-8 (medianamente resistentes) apesar de não terem apresentado diferenças estatísticas com o híbrido IVF1-10 x IVD1-8 (menor resistência), também foram iguais aos de maior resistência.

**Tabela 1** - Porcentagens de sementes sem danos mecânicos (SDM) e danos mecânicos leves (DML) em híbridos de milho no teste de impacto com energia cinética aplicada de 0,1176 Joules.

Híbridos	SDM (%)	Híbridos	DML (%)
IVF1-10 x IVD1-8	0,5 b	IVF1-10 x IVD1-8	7,5 c
IVF1-3 x IVD1-1	1,5 ab	IVF1-5 x IVD1-8	18,0 bc
IVF1-2 x IVD1-9	4,5 ab	IVF1-6 x IVD1-1	20,0 ab
IVF1-6 x IVD1-1	6,0 ab	IVF1-2 x IVD1-9	22,0 ab
IVF1-5x IVD1-8	6,5 ab	IVF1-3 x IVD1-1	22,5 ab
IVF1-3 x IVD1-2	9,5 a	IVF1-3 x IVD1-9	23,5 ab
IVF1-3 x IVD1-9	10,0 a	IVF1-3 x IVD1-2	29,5 a

CV%	67,76	CV%	23,47
-----	-------	-----	-------

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os híbridos que apresentaram menor resistência mecânica dentro da classe de danos leves foram IVF1-2 x IVD1-9, IVF1-6 x IVD1-1, IVF1-5 x IVD1-8, IVF1-3 x IVD1-2 e IVF1-3 x IVD1-9, não apresentando diferenças estatísticas entre si (Tabela 1).

De acordo com Carvalho *et al.* (2011) a quantidade de grãos danificados deve ser levada em consideração, mas também o tipo de dano no grão, pois híbridos com maiores porcentagens de danos com nota 1, que são grãos com até 10% de área colorida, considerados danos leves, podem não ter sua qualidade alterada pois os danos não atingem estruturas essenciais para o desenvolvimento. Por outro lado, híbridos com menores porcentagens de grãos danificados podem apresentar danos severos, com notas 3 ou 4, relacionados ao embrião e passíveis de prejudicar a qualidade das sementes e/ou dos grãos.

Conforme podem ser observados na Tabela 2, para porcentagem de danos mecânicos houve diferença estatística entre híbridos dentro da classe de danos intermediários e danos graves. Dentro da classe de danos intermediários os híbridos IVF1-3 x IVD1-1, IVF1-3 x IVD1-9, IVF1-3 x IVD1-2 e 3323 apresentaram maior dano, não diferindo estatisticamente. Os híbridos IVF1-5 x IVD1-8, IVF1-6 x IVD1-1, IVF1-10 x IVD1-8 apresentaram menores porcentagens de danos intermediários, porém não diferiram dos híbridos IVF1-3 x IVD1-1 e IVF1-3 x IVD1-9.

**Tabela 2** - Porcentagens de sementes de híbridos de milho com danos mecânicos intermediários (DMI) e danos mecânicos graves (DMG) no teste de impacto com energia cinética aplicada de 0,1176 Joules.

Híbridos	DMI (%)	Híbridos	DMG (%)
IVF1-5 x IVD1-8	21,5 c	IVF1-3 x IVD1-2	17,5 c
IVF1-6 x IVD1-1	23,5 c	IVF1-2 x IVD1-9	23,5 c
IVF1-10 x IVD1-8	24,5 c	IVF1-3 x IVD1-9	36,5 bc
IVF1-3 x IVD1-1	28,5 bc	IVF1-3 x IVD1-1	47,5 ab
IVF1-3 x IVD1-9	30,0 bc	IVF1-6 x IVD1-1	50,5 ab
IVF1-3 x IVD1-2	44,0 ab	IVF1-5 x IVD1-8	54,0 ab
IVF1-2 x IVD1-9	50,0 a	IVF1-10 x IVD1-8	67,5 a
CV%	25,31	CV%	24,45

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os maiores índices de danos mecânicos foram observados na classe de danos graves, com o híbrido 3323 apresentando a maior porcentagem (67,5%), não diferindo apenas dos híbridos IVF1-3 x IVD1-1, IVF1-3 x IVD1-9 e IVF1-3 x IVD1-2, com 47,5, 50,5 e 54,0%

(Tabela 2). Destacam-se os híbridos IVF1-5 x IVD1-8 e IVF1-6 x VD1-1 que apresentaram maior resistência mecânica aos danos graves, apresentando apenas 17,5% e 23,5% respectivamente, porem, não diferindo do híbrido IVF1-10 x IVD1-8.

Os valores de porcentagens de sementes com danos mecânicos intermediários correlacionam-se de certa forma com as porcentagens de sementes com danos mecânicos graves, de maneira que os híbridos que estão entre os de maior à menor percentual de sementes com danos mecânicos intermediários apresentam menor à maior resistência mecânica a danos graves.

Assim, não só a quantidade de grãos danificados deve ser levada em consideração, mas também o tipo de dano no grão, pois híbridos com maiores porcentagens de danos mecânicos leves, que são grãos com até 10% de área colorida (Tabela 1), podem não ter sua qualidade alterada, pois os danos não atingem estruturas essenciais para o desenvolvimento. Por outro lado, híbridos com menores porcentagens de grãos sem danos (Tabela 1) podem apresentar danos severos, com notas 3 ou 4, relacionados ao embrião e passíveis de prejudicar a qualidade das sementes e/ou dos grãos.

Souza *et al.* (2009) concluíram, avaliando danos mecânicos em sementes de algodão, que alguns danos, embora pareçam ser insignificantes, podem causar inviabilidade da semente, como no caso de amassamentos. Em outros casos danos profundos, como fissuras ou cortes, podem não causar inviabilidade na semente, por não atingirem parte essencial da semente.

### Conclusões

1. O híbrido IVF1-10 x IVD1-8 é mais suscetível, os híbridos IVF1-3 x IVD1-1, IVF1-2 x IVD1-9, IVF1-6 x IVD1-1 e IVF1-5 x IVD1-8 são medianamente resistentes e IVF1-3 x IVD1-2 e IVF1-3 x IVD1-9 são resistentes aos danos mecânicos.

2. Os híbridos que estão entre os de maior à menor percentual de sementes com danos mecânicos intermediários apresentam menor à maior resistência mecânica a danos graves.

### Referências

ANDRADE, E.T.; CORRÊA, P.C.; ALVARENGA, E.M. Avaliação de danos mecânicos em sementes de feijão por meio de condutividade elétrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.1, p.54-60, 1999.

BRASIL Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009.365p.

CARBONELL, S.A.M.; KRZYZANOWSKI, F.C.; KASTER, M. Avaliação do "teste de queda" para a seleção de genótipos de soja com semente resistente ao dano mecânico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, n.2, p.215-219, 1992.

CARVALHO, DE D.C.; ALBUQUERQUE, M. C. DE F.; CANEPPELE, M.A.B.; BRITO, B.; COSTA, J. Avaliação da resistência mecânica de grãos de milho via teste de impacto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.7, p.724-730, 2011.

FERREIRA, D. F. **Sisvar - sistema de análise de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 1998. 19p.

KUENEMAN, E.A. Breeding for resistance to physical damage to soybean seed. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 4., Buenos Aires, 1989. **Actas**. Rosario: Asociación Argentina de Soja, 1989, v. 2, p. 1086-1090.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MELO, L.F.; SÁ, M.E.; FAGIOLI, M.; LEAL, S.T.; MARTINS, I. Testes rápidos para identificação de danos mecânicos em sementes de milho doce. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Anais eletrônicos**. Águas de Lindóia: 8p.

PINTO, T.L.F.; MONDO, V.H.V; GOMES JÚNIOR, F.G.; CICERO, S.M. Análise de imagens na avaliação de danos mecânicos em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.42, n.3, p.310-316, 2012.

SOUZA, D.C.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; ZORATO, M.F; CARVALHO, D.C. Análise dos danos mecânicos e qualidade de sementes de algodoeiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.31, p.123-131, 2009.