



ANGULO DE REPOUSO DOS GRÃOS DE MILHO EM DIFERENTES TEORES DE ÁGUA

FARIA, M.F.V¹.; SIQUEIRA, W. C².; MENDES, D M. F³.; LOPES, A P. C⁴.; ABRAHÃO, S. A⁵

¹ Graduado em Engenheiro Agrícola e Ambiental do IFNMG – *Campus* Januária; ²Docente do IFNMG – *Campus* Januária; ³Discente do curso superior em Engenharia Agrônômica do IFNMG – *Campus* Januária; ⁴Discente do curso superior em Engenharia Agrônômica do IFNMG – *Campus* Januária; ⁵Docente do IFNMG – *Campus* Januária

Introdução

Ângulo de repouso é o ângulo formado pelo produto ao escoar através de um fluxo constante, com o plano horizontal, sendo este ângulo influenciado pelo tamanho, forma, orientação de partículas e teor de água do produto (MOHSENIN, 1986). O ângulo de repouso é utilizado para o dimensionamento de silos, cálculo de transportadores e separadores de grãos. O ângulo de repouso é fundamental para diversos aspectos relacionados ao armazenamento e transporte de grãos. Segundo Puzzi (2000), o conhecimento do ângulo de repouso permite dimensionar silos e equipamentos transportadores, influenciando diretamente na capacidade de armazenamento e no fluxo de escoamento do produto. Portanto, a compreensão desse parâmetro é de grande importância para a eficiência e segurança do armazenamento e transporte de grãos. O ângulo de repouso é influenciado por diversos fatores, como o tamanho e a forma dos grãos, a orientação das partículas e a rugosidade da superfície do grão (MOHSENIN, 1974). Sendo assim, objetivou-se com esse trabalho analisar o ângulo de repouso do milho em diferentes teores de água.

Material e Métodos

O presente trabalho foi realizado no laboratório de Beneficiamento e Armazenamento de Grãos do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) – *Campus* Januária, localizado no município de Januária – MG, na Fazenda São Geraldo, S/N, km 06, com o objetivo de se obter o comportamento das propriedades físicas de grãos de milho não selecionados utilizados na fabricação de ração do IFNMG.

Inicialmente, foram coletados 16,8 kg de grãos de milho de um silo do tipo aéreo do IFNMG – Januária utilizado para se armazenar os grãos utilizados na fabricação de ração. Para se determinar a umidade de referência e posteriormente induzir os grãos para as umidades de interesse do estudo foi utilizado o método padrão de estufa recomendado pela Regra de Análise de Sementes – RAS (RAS, 2009). Para este trabalho foram utilizadas como referência as umidades de 10, 12, 14, 16, 18, 20 e 22% de umidade em base úmida (b.u.). As umidades reais apresentaram uma variação de $\pm 0,6\%$. O dispositivo utilizado para medir o ângulo de repouso do milho é composto por uma base de fibra de média densidade (MDF) com uma dimensão conhecida de 8,9 cm e um alçapão, que pode ser aberto para permitir que o milho escoe pela base do dispositivo e forme um monte com um ângulo de inclinação específico conforme a Figura 1. O ângulo de repouso foi estimado conforme Equação 1 (Mohsenin (1986).



$$\theta = \text{arc.tang}^{-1} \frac{a}{b}$$

eq 1.

em que,

θ = Ângulo de repouso, (°) graus;

a = Altura, cm; e

b = base, cm.

Os teores de água foram avaliados utilizando um delineamento inteiramente casualizado com seis repetições para a análise dos índices de ângulo de repouso.

Resultados e Discussão

O aumento dos teores de água em produtos agrícolas pode levar a um aumento do ângulo de repouso devido à maior força de coesão entre as partículas individuais que compõem a massa, bem como a um aumento da rugosidade da superfície, impondo uma maior resistência ao deslizamento das partículas da massa de produto contra uma à outra (SILVA, 2006). Os dados obtidos para o ângulo de repouso dos grãos de milho foram ajustados por meio de regressão linear em função do teor de água, o modelo linear representa de maneira significativa a 0,05 % os valores experimentais para o ângulo de repouso. Os valores estimados do ângulo de repouso dos grãos de milho em função dos teores de água (em porcentagem) são apresentados na Figura 2.

A afirmação de que o ângulo de repouso interfere no preenchimento do volume de um silo foi mencionada por Pohndorf et al. (2011) avaliando o percentual de grãos quebrados e inteiros no ângulo de repouso de soja. De acordo com os autores, quanto menor o ângulo de repouso, maior será o volume de grãos que poderão ser armazenados em um silo com acomodação natural do produto.

Considerações finais

O aumento dos teores de água influenciou nas mudanças das propriedades físicas dos grãos de milho provocando um aumento do ângulo de repouso a medida que se aumenta os teores de água

Agradecimentos

Ao Ifnmg campus Januária e ao Grupo de Estudos em Propriedades Físicas dos Produtos Agrícolas (Proagri)



Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009.

MOHSENIN, N.N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Breach Publishers, 841p. 1986.

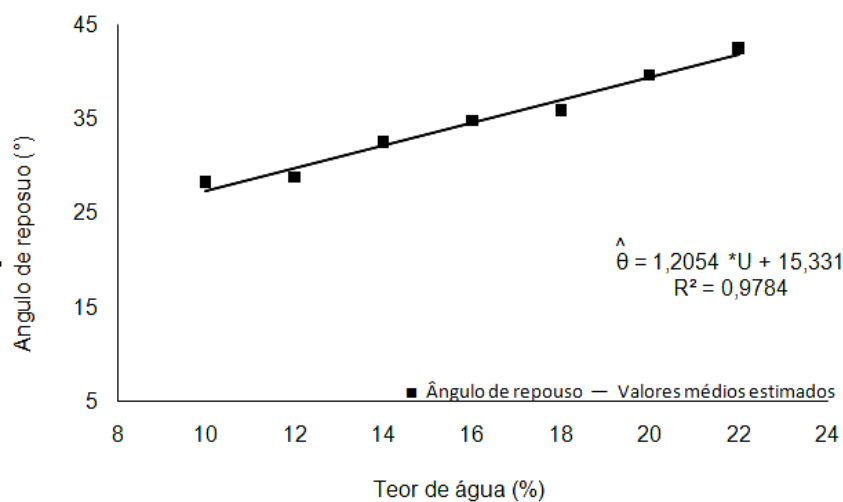
POHNDORF, R. S.; et al. **Influência da umidade e do percentual de grãos quebrados e inteiros no ângulo de repouso de soja**. In: Encontro de Pós-Graduação - UFPEL, Anais. Pelotas: UFPel, 4pvol. 13, 2011

PUZZI, D. Abastecimento e armazenamento de grãos. Campinas: ICEA, 2000.

SILVA, F.S.; et al. Ângulo de repouso, atrito interno e efetivo dos grãos de café com pergamimho. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.8, n.1, p.17-23, 2006



Figura 1. Equipamento utilizado para a determinação do ângulo de repouso, e grãos formando o talude.



*Significativa em 5% de probabilidade de erro pelo teste F.¶

Figura 2. Valores médios estimados do ângulo de repouso dos grãos de milho em função do teor de água (%)