

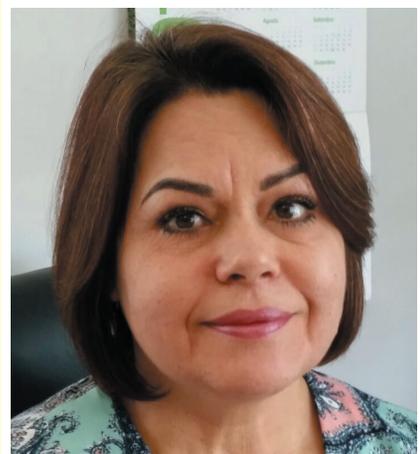
AQUECIMENTO SOLAR DE SILOS

FUNGOS E INSETOS

Conhecer os efeitos do aquecimento pela radiação solar e transferência convectiva de calor em silos metálicos é muito importante para o manejo de fungos, insetos e da qualidade.



Flavio Antônio Lazzari, PhD
Eng. Agrônomo/Fitopatologista



Sonia M.N. Lazzari, PhD
Bióloga/Entomologista

Pois, o aquecimento da massa de grãos nas áreas mais expostas do silo a radiação solar, provoca o aumento da temperatura de porções da massa de grãos, condensação e umidificação de grãos que propicia o desenvolvimento de fungos e o aumento de populações de insetos. As ferramentas para reduzir o efeito do aumento da temperatura da massa de grãos dentro de silos metálicos são: remover ao máximo as impurezas da massa de grãos antes de armazenar, utilizar a aeração e resfriamento, remoção do bolso de calor na camada superior do silo, e monitoramento frequente da qualidade do grão nos pontos mais suscetíveis ao desenvolvimento de fungos e aumento de população de insetos.

Aquecimento do Silo

1. Radiação Solar e Transferência Convectiva de Calor em Silos Metálicos

A radiação solar e a transferência convectiva de calor do vento são as forças primárias para a transferência de calor para dentro de um silo.

Como calculamos a área superficial de silo: Área do Cilindro mais Área do Telhado?

a. Formula para Cálculo da Área de Cilindro (silo):

$$A = \pi r^2 h$$

A = área externa do silo
 π = constante 3.1416
 r^2 = Raio do silo ao quadrado
 h = altura do silo

b. Fórmulas para Cálculo da Área do Telhado (Cone):

São duas formulas.
 Uma para calcular a base do cone e a outra a lateral do cone.

b.1. Área da Base do Cone = πr^2
 π = constante 3.1416
 r^2 = Raio da base do telhado ao quadrado

b.2. Área Lateral do Cone (telhado do silo)
 $Al = \pi r g$
 π = constante 3.1416
 r = Raio do silo ao quadrado
 g = geratriz do cone

Simplificando temos a formula para Cálculo da Área Total do Cone:

$$\text{Área total (m}^2\text{)} = \pi r (g + r)$$

Fórmula para Calcular a Relação entre a Área Superficial Total do Silo (área do cilindro mais área cone=telhado) e a capacidade do silo ou volume de grãos armazenado em toneladas:

$$\text{Relação} = \text{Área superficial Total (m}^2\text{)} / \text{Volume (m}^3\text{)}$$

Exemplo:

Iremos comparar a área superficial de um silo 400 toneladas de grão e de um silo de 3.400 toneladas de grão.

O silo menor (400 t) tem maior área superficial de 0,18 para transferência de calor por volume de grão armazenado comparado ao silo maior (3.400t) que é de 0,09. O silo menor tem o dobro da área superficial que o silo maior. Portanto, a massa de grãos no silo menor, irá aquecer mais rapidamente.

Por exemplo:

Silos grandes são 5°C mais frios do que silos pequenos.

Os silos grandes têm uma área superficial menor em relação ao volume de grão armazenado.

Como área superficial do silo se entende a soma das áreas das paredes externas mais a área do teto.

Se aumentarmos a área superficial do silo em

Balança de Fluxo



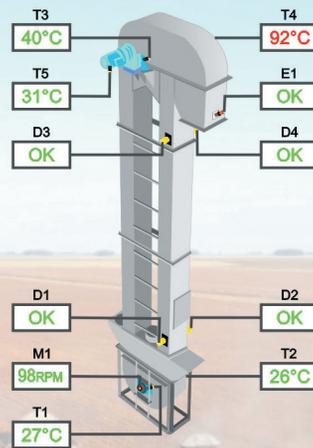
O controle da produção em suas mãos.

Medidor de Umidade de Grãos

Medição de umidade em fluxo para controle secagem.



Sheriff



Constante supervisão de transportadores para a manutenção preventiva.

Termometria Digital



Sistema de termometria com sensores digitais para controle automático da qualidade do produto.



Controle em tempo real, com sistema web, de todas as operações. Maior rendimento, economia, segurança e informação para a sua indústria.



Compromiso con la solución

LIDER MUNDIAL EN TECNOLOGÍA DE AUTOMATIZACIÓN PARA PROCESOS DE ARROZ.

relação ao volume de grãos estocados o fluxo de calor que entrara no silo irá aumentar.

A relação entre a altura e o diâmetro de um silo pequeno de 400 toneladas e de um silo grande de 3,400 toneladas é a mesma 1:1. Mas, o aquecimento da massa de grãos armazenada no silo maior será menor do que no silo pequeno.

Armazenar grãos resfriados em silos com uma menor área superficial em relação ao volume de grãos (silos grandes) é preferível porque a baixa temperatura do grão poderá ser mantida por um período muito mais longo de tempo mais efetivamente.

A camada externa periférica próxima às paredes do silo (numa espessura de 0.5 a 1.0 m) poderá não se manter fria o tempo suficiente para o controle de insetos.

É viável pintar as paredes e teto dos silos externamente para manter o grão resfriado por mais tempo?

O isolamento térmico dos silos pode ser vantajoso e economicamente viável, pois irá reduzir a entrada de calor pelas paredes e teto e reduzirá as aplicações de ar frio ou resfriamento.

Silos com propriedades de refletir a radiação solar reduzem a frequência dos resfriamentos, a densidade de insetos por kg de grãos e mantêm a qualidade da massa de grãos resfriada por mais tempo.

Por exemplo:

A temperatura da massa de grãos de um silo isolado com uma camada de 5 cm de poliuretano foi mantida em 9-11°C. A temperatura próximo as paredes do silo permaneceu 7 oC acima da temperatura da massa de grãos (16-18°C) – devido a passagem do calor pela camada de isolamento de poliuretano. A temperatura acima de 16-17°C permitiu o desenvolvimento de insetos em somente 2% da massa total de grãos.

2. Condensação

Em clima quente os raios do sol atingem o telhado e as paredes laterais dos silos. Dentro do telhado é formado um bolsão de calor com ar muito mais quente que o ar ambiente externo. Esta bol-

sa de calor não diminui sua temperatura durante a noite, expondo a camada superior da massa de grãos ao ar muito mais quente do que o ar ambiente. Este ar quente e úmido em contato com as chapas frias durante a noite provoca a condensação.

Nas paredes que são aquecidas pelos raios solares, uma camada de grãos de aproximadamente um metro de espessura é aquecida, e o ar quente e úmido irá condensar no lado oposto do silo. A parte sombreada do silo ou a face sul tende a condensar, permitindo o desenvolvimento de fungos e formando crostas de grãos empedrados, deteriorados junto às paredes internas do silo. A quantidade de impurezas na massa de grão contribui para o aumento da deterioração fúngica e aumento das populações de insetos.

Desta forma evitando a condensação, umedecimento da camada superior de grãos e conseqüente germinação de biodeterioração da mesma.

O uso de resfriadores remove o bolsão de ar quente preso dentro do telhado evitando que a condensação ocorra. Também ventiladores de exaustão mecânicos ou estáticos podem ser usados para auxiliar na remoção desse bolsão de calor. Exaustores podem operar a qualquer hora do dia ou da noite, mesmo em dias muito quentes, pois eles não puxam ar através da massa de grãos.

Os exaustores não interferem no efeito chaminé que é um movimento muito lento do ar intergranular para cima, e não causa qualquer dano a massa de grãos. O fato de removerem o bolsão de calor retido debaixo do chapéu do silo contribui muito na redução da condensação. Mas, não tem efeito sobre a temperatura da massa de grãos.

3. Desenvolvimento de Fungos e Insetos

Diferenças de temperatura podem ocorrer em porções da massa de grãos secos armazenados. Uma porção pode se tornar mais quente que outra devido a altas temperaturas ambientes, incidência de radiação intensa de um lado do silo, sombra, ou diferença entre temperaturas diurnas e noturnas. O monitoramento frequente da condição da massa de grãos armazenados (via termometria e retirada de amostras) são a melhor medida para evitar problemas futuros.

