



Conservação de cereais pelo frio com o **GRANIFRIGOR™**

von Ralph E. Kolb

www.frigortec.com



1 GRANIFRIGOR™ para refrigeração de silos de cereais de aço

Conservação de cereais pelo frio com o GRANIFRIGOR™

Os cereais são um dos nossos alimentos básicos mais importantes. São cultivados e colhidos com extremo cuidado. De acordo com a Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO) das Nações Unidas, anualmente mais de 20% das colheitas de cereais sofrem deterioração em todo o mundo. A maior parte deste desperdício ocorre devido à atividade dos insetos e ao crescimento fúngico. Com o processo de conservação pelo frio GRANIFRIGOR™, estes desperdícios são evitados de forma eficaz. A nível mundial, muitos milhões de toneladas de cereais, oleaginosas, arroz, milho e outros grãos são conservados utilizando esta tecnologia (Fig. 1).



Razões para a conservação pelo frio

A autorrespiração e o auto aquecimento associado é a causa do desperdício de cereais recém-colhidos. Este processo depende da umidade e da temperatura dos cereais. À medida que a temperatura e a umidade dos cereais aumentam, aumenta também a intensidade da respiração. O auto aquecimento tem como consequência a perda de matéria e o desenvolvimento de insetos e bolores.

Em climas temperados, sabe-se que ocorrem significativamente menos perdas no armazenamento durante a estação mais fria do que durante os meses de verão. Com a conservação pelo frio, as condições climáticas do inverno são antecipadas para o período pós-colheita e podem assim ser aplicadas imediatamente após a colheita. Nas zonas tropicais, o risco de deterioração é particularmente elevado devido às condições climáticas quentes e úmidas. Por conseguinte, a conservação pelo

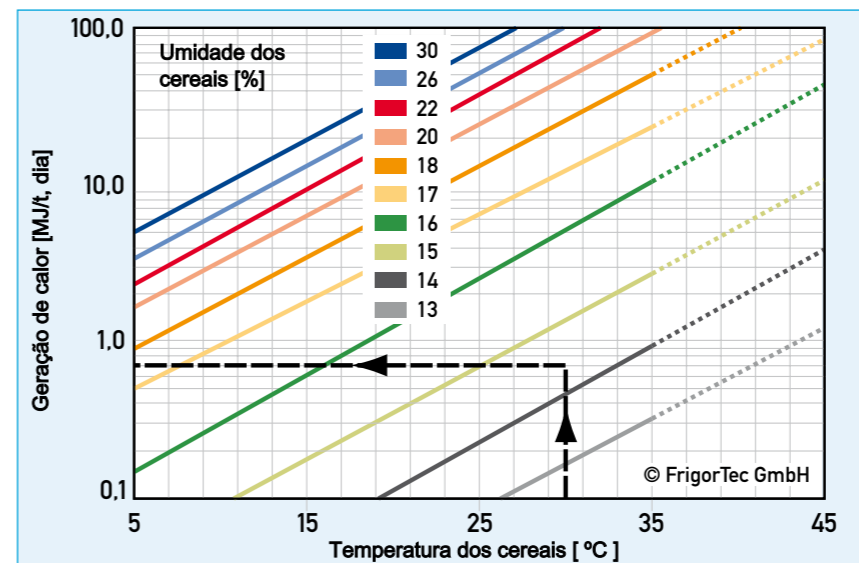
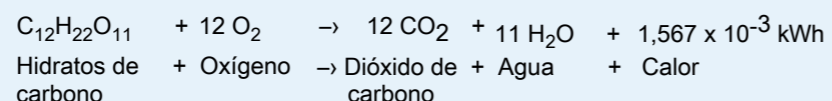
frio assume especial importância nessas condições. Os grãos de cereais oferecem condições ideais para a refrigeração devido à sua estrutura e às suas propriedades superficiais, bem como à sua baixa condutividade térmica. Uma vez refrigerados, os cereais permanecem frios durante muito tempo. A conservação de cereais pelo frio com o GRANIFRIGOR™ tem inúmeras vantagens (1) Os benefícios para o utilizador são descritos em mais detalhe abaixo.

Redução das perdas de matéria seca

O processo de desenvolvimento dos cereais atinge o seu auge na maturação da colheita. Mas os cereais continuam vivos após a colheita e respiram. Durante a autorrespiração, os hidratos de carbono são convertidos em dióxido de carbono, água e calor através da absorção de oxigénio. A consequência são perdas de matéria seca. A fórmula molecular do processo químico é mostrada abaixo.

A figura 2 mostra o desenvolvimento do calor em função da temperatura e da humidade dos cereais. Na prática, isto pode ser utilizado para determinar as perdas de matéria seca das culturas armazenadas.

A respiração dos cereais - a fórmula molecular do processo químico:



2 Geração de calor durante o armazenamento de cereais modificada de acordo com Jouin [2]

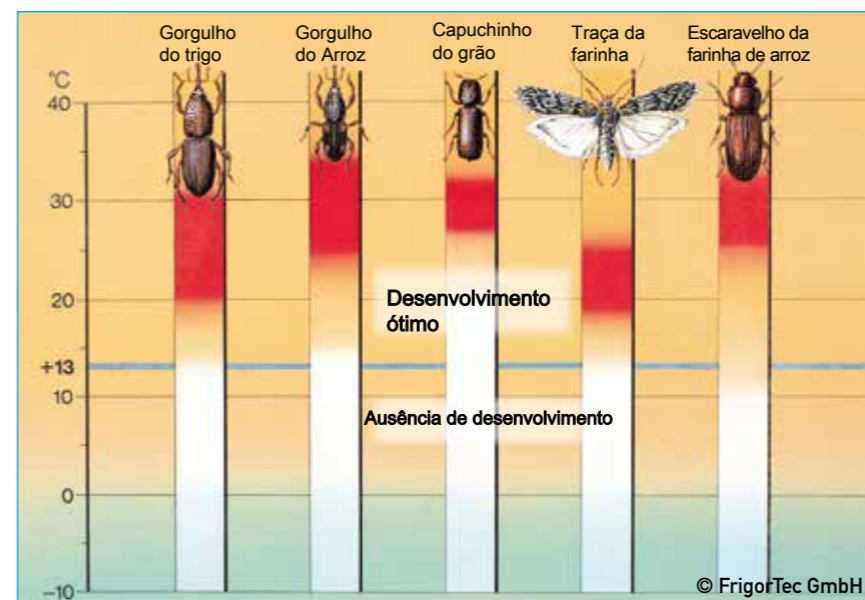
Exemplo de cálculo de perdas resultantes do processo de respiração - Perda de Matéria seca

Dados		
Tipo de cereal	Trigo	
Umidade dos cereais	14,5%	
Temperatura dos cereais	30°C*	
Preço dos cereais	200 EUR/t	
Período de armazenamentos	4 meses	
Quantidade de armazenamento	10.000 t	
Fórmula		
$\text{perda de matéria seca (t)} = \frac{\text{geração de calor [MJ/t.dia]} \times \text{período de armazenamento [dia]} \times \text{qualidade de armazenamento [t]}}{15.000 \text{ [MJ/t]}}$		
Result		
	Perda de matéria seca	Pérdida/Costes [EUR]
Não refrigerado a 30 °C**	64	12.800
Não refrigerado a 25 °C	32	6.400
Refrigerado a 10 °C	baixas (≤ 1)	1.800 (consumo de eletricidade)***

* Após a secagem ou, no verão, diretamente do campo

** Ver fig. 2

*** Pressuposto: 4,5/kWh/t de consumo de eletricidade e 0,04 EUR/kWh de custo de eletricidade



3 Desenvolvimento de espécies de insetos relevantes em função da temperatura

Evitar perdas de peso e de qualidade devidas a insetos

Originalmente, a conservação pelo frio foi desenvolvida para preservar os cereais úmidos antes da secagem. Porém, atualmente refrigera-se mais os cereais secos do que os úmidos, principalmente para a proteção contra os danos causados pelos insetos e a proliferação dos mesmos. A figura 3 lista algumas espécies das pragas de insetos mais comuns e as suas condições ótimas de vida e desenvolvimento. Algumas pragas ocorrem preferencialmente em climas temperados, outras encontram condições ideais em zonas tropicais.

As perdas devidas aos danos provocados por insetos podem ser eficazmente evitadas através da refrigeração da cultura para temperaturas inferiores a 13 °C. As temperaturas correspondentemente baixas, os insetos entram em hibernação e não causam danos aos produtos armazenados.

Contudo, se os insetos encontrarem condições de temperatura e umidade ótimas, ocorrem elevadas perdas através da alimentação e dos excrementos. O problema agrava-se com a multiplicação dramática dos insetos em condições ótimas (Fig. 4). A maioria das espécies de escaravelhos tem um tempo de desenvolvimento extremamente curto. Em condições ideais, o ciclo de geração do gorgulho do trigo já está concluído após 25 dias.

Refrigeração sem medidas de proteção químicas

Atualmente, os tratamentos químicos de cereais já estão sujeitos a requisitos regulamentares consideráveis. A fumigação acarreta custos elevados devido às substâncias químicas e ao procedimento complexo. Importa também notar que o brometo de metilo, frequentemente utilizado para fumigação, foi proibido em muitos países a partir de 2005.

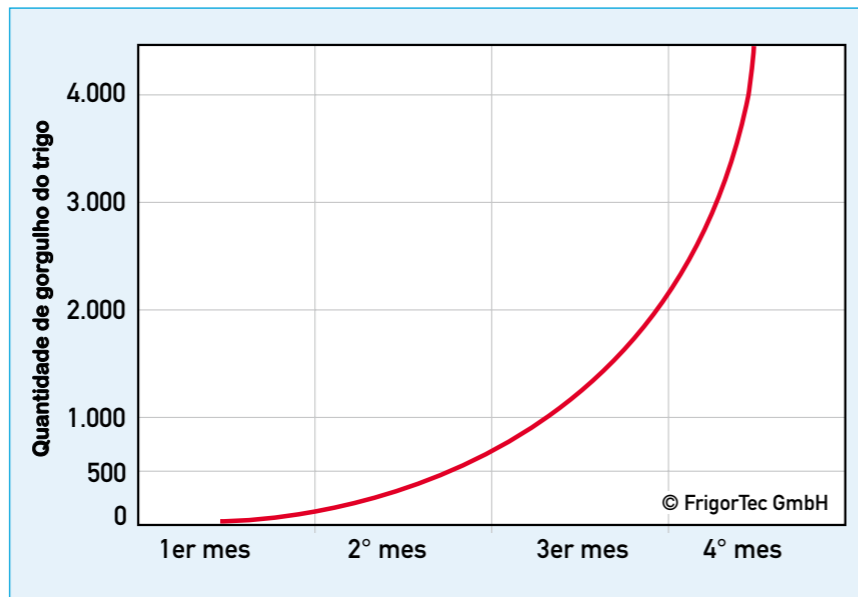
Prevenção de fungos

Dependendo das condições meteorológicas e da rotação de culturas, uma infestação de fungos *Fusarium* nas culturas, de cereais pode variar regionalmente em gravidade (4). Para além de perdas financeiras significativas, existe um risco de formação de micotoxinas. As micotoxinas têm um efeito tóxico nos seres humanos e nos animais. Por exemplo, os porcos são sensíveis à desoxinivalenol (DON) e à zearalenona (ZEA). O resultado é a redução do apetite, redução do crescimento ou problemas de fertilidade.

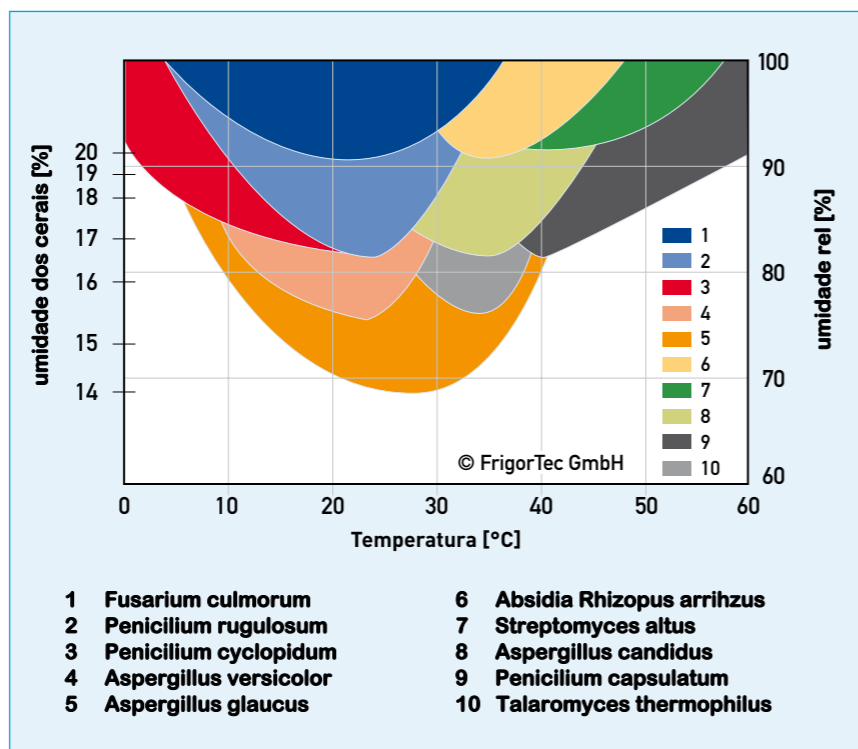
Entre outros, o desenvolvimento de fungos e das suas micotoxinas, por exemplo, a aflatoxina, é promovido pelo calor. A refrigeração dos cereais a ajuda do GRANIFRIGOR™ impede este desenvolvimento (Fig. 5).

Poupança nos custos de secagem

O trigo úmido colhido é seco até um teor de umidade de 14-16 %, dependendo do uso; na Alemanha maioritariamente até 15% (6). Para este efeito, o ar ambiente é aquecido num sistema de secagem especial. Este ar quente absorve a umidade do grão e transporta-a para o exterior. O teor de umidade desejável do milho, arroz ou oleaginosas é mais baixo do que o do trigo.



4 Reprodução do gorgulho do trigo em função do tempo em condições ideais [3]



5 desenvolvimento de diferentes organismo em função da umidade e da temperatura [5]

As poupanças obtidas com a conservação pelo frio resultam das três circunstâncias seguintes:

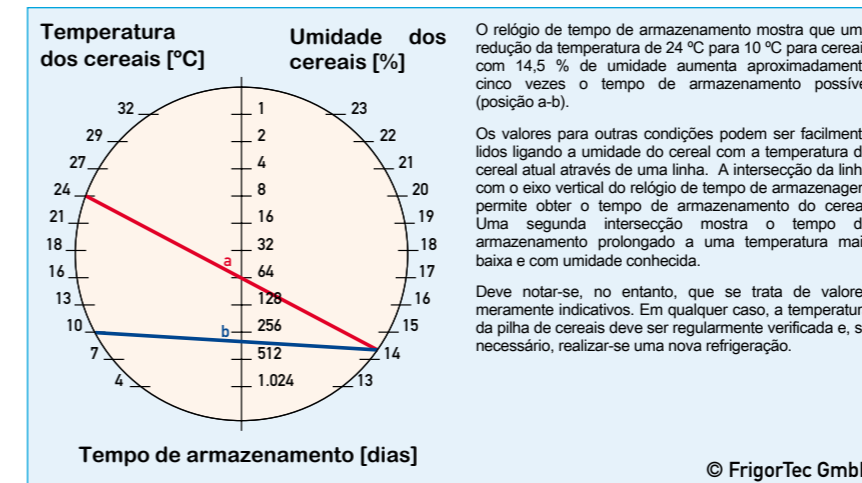
- Cada ciclo de refrigeração resulta num efeito de secagem adicional. Isto reduz a umidade dos cereais em adicionalmente 0,5 - 1,5 % por cada 20 K de arrefecimento dos produtos armazenados. Com níveis de umidade dos cereais mais elevados (> 18 % de umidade), o efeito de secagem adicional pode ser maior, enquanto que para cereais secos (<14 % de umidade) o efeito de secagem é insignificante.
- O tempo de permanência no secador pode ser reduzido através de uma otimização adequada da secagem e da refrigeração. Isto poupa energia e aumenta a capacidade de secagem.
- Uma vez que o cereal é submetido a uma menor carga energética, a sua secagem é mais suave. Isto resulta numa menor fissuração causada por stress.

Quadro 1: Tempos de armazenamento de cereais refrigerados em função da zona e do teor de umidade

Umidade [%]	Zona Climática	Temperada* [meses]	Trópicos** [meses]
12 - 15		8 - 12	6 - 8
15 - 17		6 - 10	3 - 5
17 - 19		4 - 6	1 - 2
19 - 21		1 - 4	0,5 - 1

* Refrigeração inicial para 10 °C, na Europa

** Refrigeração inicial para 15 °C, por exemplo, para América Latina ou Ásia



6 Relógio de tempo de armazenamento para cereais

Quadro 2: Consumo energético para a refrigeração pontual de cereais e oleaginosas

Temp. Médio [°C]	10	15
Região	Europa	América Latina/Ásia
Zona climática	Zona temperada	trópicos
Consumo de eletricidade em kWh/t	2-4	6-8



7 Princípio do processo do refrigerador de cereais GRANIFRIGOR™

Sem perdas causadas por armazenamento

A armazenagem convencional sem refrigeração requer o rearmazenamento frequente dos cereais. A mistura e o contato intensivo com o ar associado destinam-se a eliminar as bolsas de calor. Isto requer sempre um espaço de armazenamento livre (célula de silo): além disso, cada transferência (rearmazenamento) resulta em perdas por abrasão de cerca de 0,03 % da quantidade total. A isto junta-se a necessidade de energia para o equipamento de transporte, que pode ser estimada em aproximadamente 1 a 3 kWh por tonelada de cereal. Os cereais refrigerados com GRANIFRIGOR™ não têm de ser rearmazenados.

Os cereais refrigerados permanecem frios durante muito tempo

Uma pilha de cereais em repouso apenas absorve energia muito lentamente. Isto resulta do efeito isolante do ar nas cavidades entre os grãos e a pequena superfície de contato dos grãos. É por isso que o cereal quente permanece quente durante muito tempo, mesmo quando a temperatura exterior é fria. Os cereais refrigerados, por outro lado, permanecem frios durante muito tempo devido a este efeito. No quadro1 são indicados os tempos de armazenamentos dos cereais refrigerados em função do teor de umidade. A determinação dos tempos de armazenamento é mostrada na figura 6.

Despesas energéticas com conservação pelo frio

No entanto, as inúmeras vantagens da conservação pelo frio também implicam despesas. Para além do investimento no equipamento de refrigeração, é também necessária energia elétrica como energia de acionamento. O consumo de energia depende da temperatura exterior, da umidade do ar ambiente, assim como da umidade e da temperatura dos cereais. O quadro 2 mostra os valores empíricos das necessidades energéticas para a refrigeração pontual de cereais e oleaginosas.

O processo

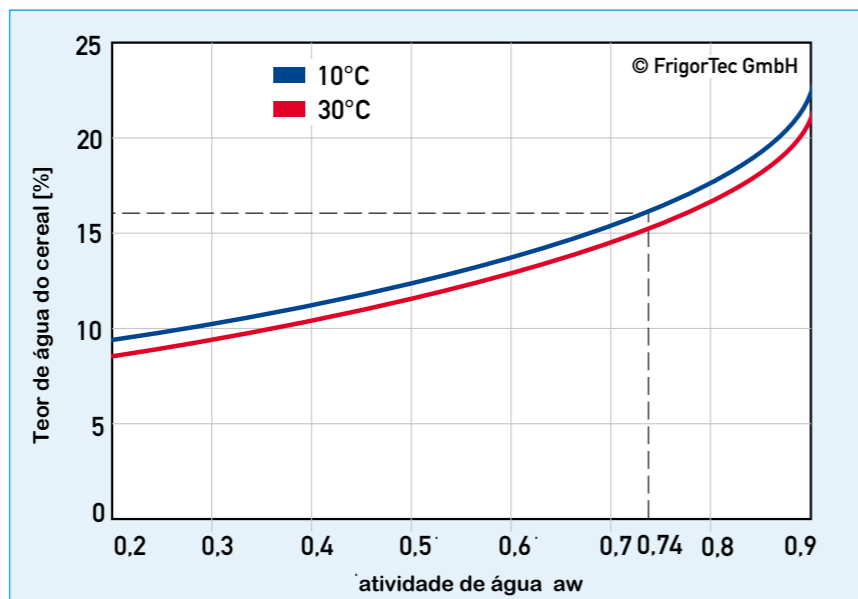
O ventilador do refrigerador de cereais GRANIFRIGOR™ aspira o ar ambiente (Fig.7). Este ar é arrefecido até à temperatura desejada num refrigerador de ar, o evaporador, e desumidificado. A água é expelida durante o processo. A unidade HYGROTHERM™ a jusante aquece o ar frio e úmido. Isto reduz a umidade relativa. Como a unidade HYGROTHERM™ utiliza a energia do ciclo de refrigeração para aquecimento, não acarreta custos de energia adicionais. O ar seco e frio é alimentado através de uma mangueira para a distribuição do ar armazém e prensado através do cereal. O processo pode ser utilizado num armazém plano ou num silo de torre. O ar extraído escapa para o exterior através de aberturas e remove o calor absorvido e a umidade dos cereais.

Perigos da ventilação com ar exterior não tratado

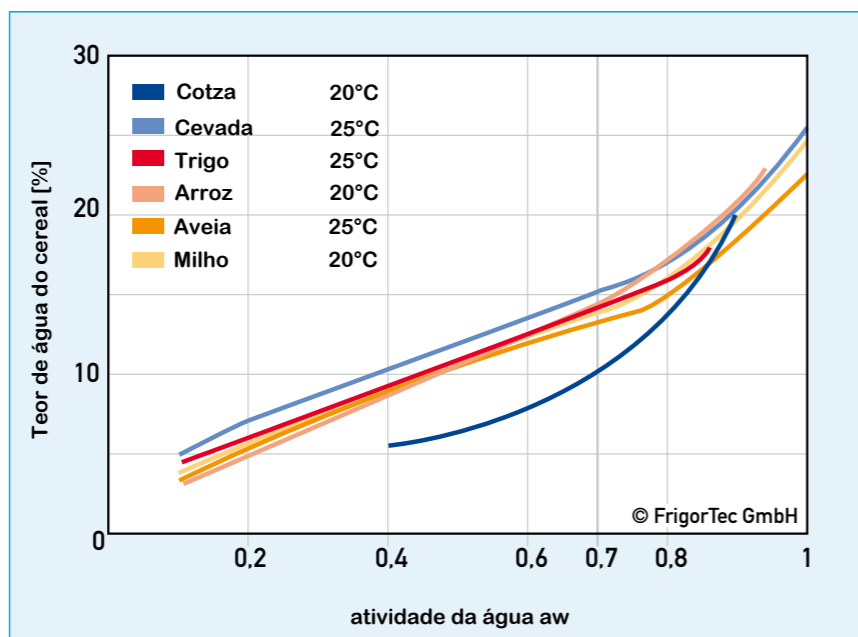
Entre o teor de água do grão e a umidade relativo ar circundante é criado um estado de equilíbrio em função da temperatura. Está dependência é descrita pela isoterma de sorção. Os grãos de cereais são higroscópicos. Caso o ar úmido seja introduzido no grão seco, ocorre um umedecimento. Os cereais sofrem deterioração. Por conseguinte, a ventilação com ar ambiente não tratado só é permitida em determinadas condições meteorológicas. O processo GRANIFRIGOR™ funciona independentemente das condições meteorológicas. Mesmo com chuva ou nevoeiro, a unidade pode ser utilizada sem o risco de ficar úmida.

Equilíbrio de umidade entre os cereais e o ar

A figura 8 mostra as isotermas de sorção do trigo a diferentes temperaturas de grão. O exemplo registrado mostra que com 16 % de umidade do produto, a atividade da água entre os grãos é de aprox. aw 0,74. Se nesta situação fluísse ar com a umidade mais elevada ocorreria umidificação. Isto levaria inevitavelmente à deterioração dos produtos armazenados. A acumulação de umidade seria particularmente dramática se a temperatura do ar fosse também superior à temperatura dos cereais.



8 Isotermas de sorção do trigo a diferentes temperaturas de grão



9 Isotermas de sorção de vários tipos de cereais e colza

Logo:

Nunca introduzir ar úmido no grão seco!

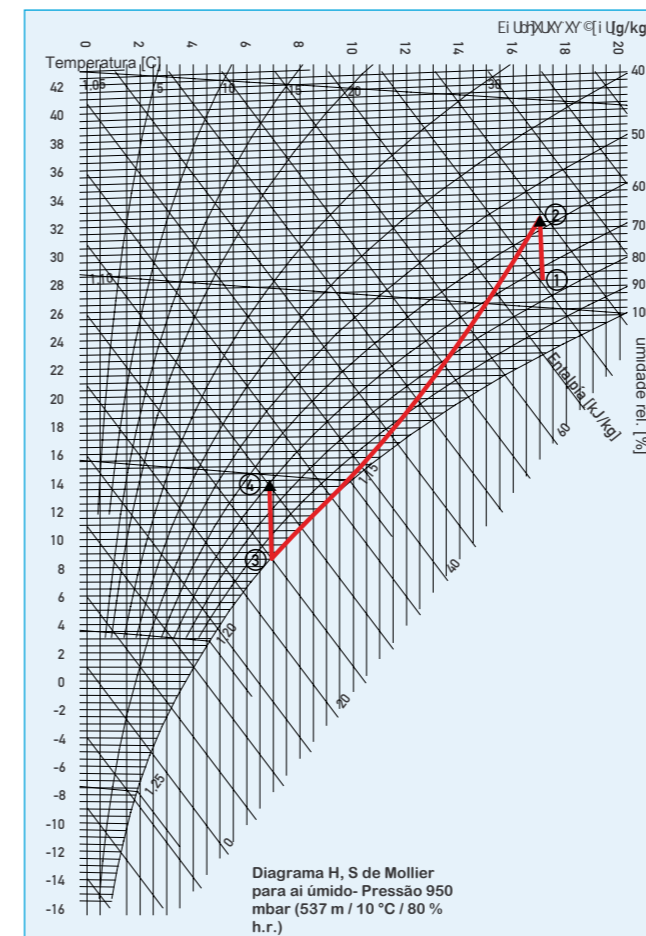
Nunca introduzir ar quente em grão mais frio!

Este comportamento aplica-se a todos os tipos de cereais da mesma forma.

A figura 9 mostra as isotermas de sorção de vários de cereais.

Refrigeração e desumidificação do ar com GRANIFRIGOR™

O processo de refrigeração do ar é mostrado esquematicamente no diagrama h, x de Mollier (Fig. 10). O ventilador do refrigerador de cereais GRANIFRIGOR™ aspira o ar ambiente (Fig. 10, ponto 1). O ventilador aquece o ar de admissão (Fig. 10, item 2). Este ar é arrefecido até à temperatura desejada (Fig. 10, item 3) num refrigerador de ar, o evaporador, e desumidificado no processo. A água é expelida. Embora



10 Princípio de refrigeração de grãos utilizando o diagrama h,x de Mollier (7)

Quadro 3: critérios para análise de rentabilidade da conservação pelo frio

Critério de refrigeração	Convencional	Vantagens através do GRANIFRIGOR™
Perda de matéria seca (segundo Jouin)	alta	baixa
Investimento em refrigerador	-	Amortização
Consumo de energia para Refrigeração (valores médios)	-	3 – 5 kWh/t (8 – 10 kWh/t nos trópicos)
Consumo de energia durante a secagem	alto	baixo, através do uso de efeito de secagem
Perda devido ao rearmazenamento/circulação	0,03%	sem perdas
Consumo de energia durante a circulação	Sim	não
Tratamento químico	Se necessário	não
Fissuração do grão causada por stress	Redução de qualidade	não
Qualidade/frescura da colheita	Abatimento no preço	sem abatimento
Oxidação em oleaginosas (soja, sésamo, milho, colza)	Abatimento no preço	sem abatimento
Capacidade de germinação de sementes/cevadas para malte	Reduzida	alta
Rendimento do arroz (grãos inteiros de arroz)	baixo	alto
Amarelecimento do arroz	Redução de qualidade	não

o teor de água absoluta desça, a umidade relativa sobe para quase 100%. Para refrigeração de cereais, a unidade HYGROTHERM™ a jusante aquece o ar frio úmido (Fig.10, item 4) para diminuir a umidade relativa e impedir a acumulação de umidade nos produtos armazenados.

Este reaquecimento é feito utilizando a energia do processo de refrigeração, pelo que não são incorridos mais custos energéticos.

Temperatura de armazenamento ótima

Os cereais devem ser arrefecidos a temperaturas inferiores a 13 °C imediatamente após o armazenamento. Devido às condições frias, os insetos caem no torpor de inverno. O seu desenvolvimento e reprodução são impedidos. Evitam-se os danos causados pela alimentação dos insetos. Do mesmo modo, o desenvolvimento de fungos é efetivamente evitado através da redução da temperatura de armazenamento.

Máxima rentabilidade econômica

A utilização do refrigerador de cereais GRANIFRIGOR™ minimiza as perdas de matéria seca e evita uma redução na qualidade devido a danos causados por insetos e o desenvolvimento de fungos. A qualidade dos cereais é preservada. O consumo energético da secagem é reduzido com o GRANIFRIGOR™, os tempos de ocupação do secador são encurtados. Além disso, não há custos associados às medidas de proteção química dos stocks. Se for realizada uma análise de rentabilidade exata, o período de amortização é de 1 a 2 anos na grande maioria dos casos. O investimento num GRANIFRIGOR™ é, portanto, econômico. Os critérios relevantes para uma análise de rentabilidade estão compilados no quadro 3.

Razões para a conservação pelo frio

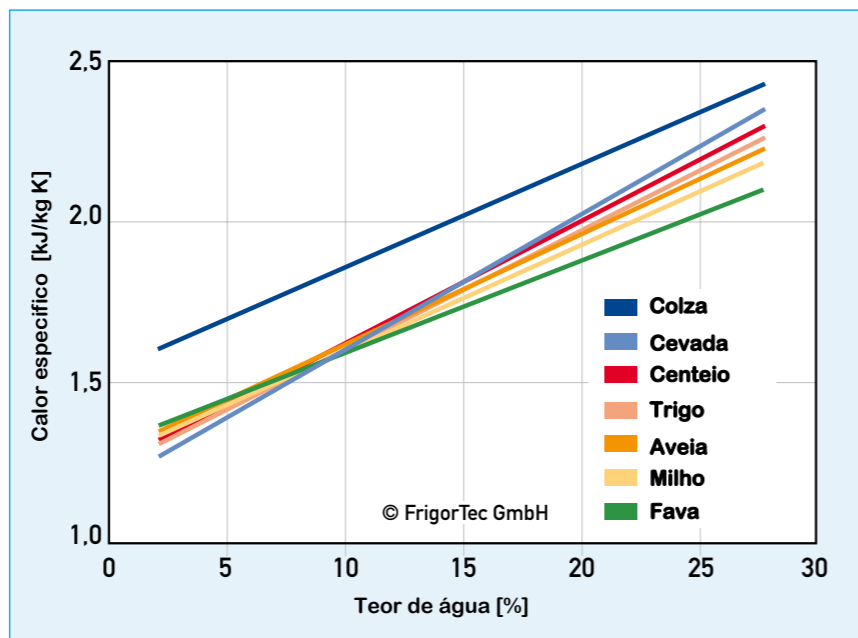
Dada a abundância de diferentes produtos agrícolas, descreve-se sucintamente as aplicações mais importantes.

Arroz / arroz com casca

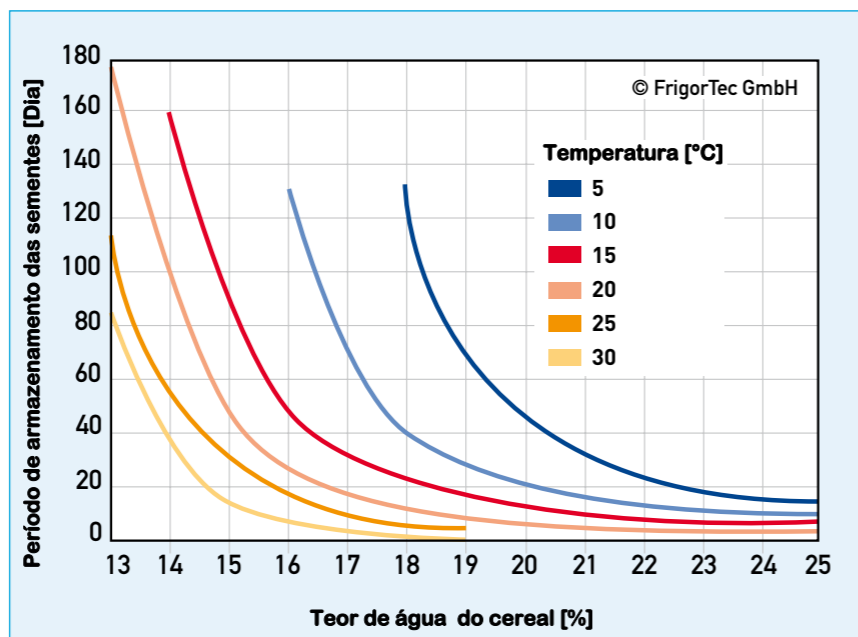
O arroz é o alimento mais importante para muitos milhões de pessoas. A nível mundial, são conhecidos 8000 variedades de arroz biologicamente diferentes (8). Estas estão divididas em grão longo, médio e curto (ou redondo). Em comum têm o facto de serem todas um produto sensível. O arroz deve ser seco com especial gentileza, de preferência em várias fases. Se os ciclos de secagem forem combinados com a refrigeração, é possível saltar uma e, muitas vezes, até três ciclos de secagem (9). Para além das vantagens conhecidas e descritas, a conservação pelo frio arroz / arroz com casca oferece benefícios adicionais. Em vários estudos na América Central e na Ásia, verificou-se claramente que o amarelecimento quase já não ocorre com o arroz refrigerado (10). Além disso, verifica-se uma menor quebra com arroz / arroz com casca refrigerado. Com a conservação pelo frio, o rendimento de grãos de arroz inteiros (head rice) é aprox. 3% mais elevado do que sem a conservação pelo frio. No armazenamento convencional, o arroz cheia a mofo após algum tempo. Isto não se verifica com arroz conservado pelo frio. Todas as vantagens são um argumento importante para a manutenção da qualidade e, em última análise, para o nível dos preços praticáveis.

Semente de Colza (colza)

O armazenamento de colza é fundamentalmente difícil (11). Mesmo com um baixo teor de umidade (aprox.9%). A colza colhida contém quantidades elevadas de fragmentos de vagens e caules. Assim como sementes de ervas daninhas do campo. Durante o processo de debulha, pode haver um ligeiro umedecimento dos grãos de colza devido ao contato com as partes úmidas da planta. A contaminação com microrganismos também ocorre com frequência durante o processo de colheita. Por conseguinte, as horas de uma noite já são suficientes para



11 Geração de calor durante o armazenamento de colza



12 Período de armazenamento administrável para sementes de acordo com Avena [13]

provocar um elevado aquecimento e tomar perceptível o cheiro a mofo para conversão microbiana. Os fungos encontram as condições ideais de crescimento neste ambiente. É por isso que colza é sujeita a uma limpeza prévia da melhor forma possível. No entanto, como isto não impede a formação de fungos, a colza deve ser refrigerada a uma temperatura de 10°C. Isto reduz significativamente o número de micro organismos fúngicos. A colza tem de manter a sua qualidade de óleos dividem-se formando ácidos gordos livres com o aumento da temperatura e da umidade de armazenamento. A água formada pela reação e o calor libertado no processo devem ser imediatamente removidos. por isso, há necessidade de monitorização e refrigeração dos amontoados

de colza. A densidade aparente da colza é superior à do trigo, por exemplo, devido aos grãos mais pequenos. É por isso que um amontoado de colza tem uma maior perda de pressão do ar que circula através dele em comparação com as variedades de cereais. Este aspeto deve ser tido em conta na concessão do refrigerador. Devido ao seu maior teor de lipídios (teor de gordura), a colza retém menos água do que outras variedades de cereais (12). A perda de matéria seca da colza durante a respiração é apenas cerca de 70% das perdas de cereais, mas é gerado

aproximadamente 33% mais calor. A figura 11 mostra que o auto aquecimento é pré-programado no caso da Colza. A geração de calor específica é mais elevada do que nos outros cereais. Por conseguinte, a temperatura de armazenamento do colza deve bastante inferior a 15°C.

Se a colza tiver uma percentagem demasiado elevado de ácidos gordos livres, que é normalmente de aprox. 1%, ocorrem problemas durante o processo de esmagamento da colza. Se a colza for armazenada em condições demasiado quentes, forma-se ácidos gordos livres.

Semente oleaginosas

O teor de óleo e gordura das sementes de girassol, amendoim, sementes de algodão, soja, colza, milho, etc, intensifica ainda mais geração de calor como resultado do processo de oxidação. Isto tem como consequência perdas consideráveis de qualidade e de cozimento dos produtos armazenados. Além disso, o aumento dos ácidos gordos livres eva, por sua vez, a uma perda de qualidade e peso. A conservação pelo frio permite manter uma umidade aprox. 1-3 % mais elevada em comparação com o armazenamento convencional.

Semente / Cevada para malte

No caso de sementes e cevada para malte, a manutenção da qualidade da germinação é a principal prioridade. As sementes de cereais refrigerados com um teor de umidade de 15 a 16 % têm, em média, taxas de germinação significativamente mais elevadas do que as sementes armazenadas em condições muito secas mas quentes.

A figura 12 mostra o período de armazenamento permitido para as sementes de cereais em função da temperatura e da umidade. O quadro baseia-se na capacidade de germinação original e é, portanto, relevante tanto para os cereais de semente como para a cevada para malte. A refrigeração atempada da cevada ou semente a uma temperatura de proteção de aproximadamente, 10 a 12 °C prolonga significativamente o tempo de armazenamento possível e encurta a dormência.

Milho

O milho em grão tende a aquecer rapidamente devido ao seu teor de óleo e gordura. O mesmo se aplica ao milho, que foi seco para um teor de 12 a 13% de água por razões de segurança. Este método convencional consome muitíssima



energia, é dispensado e resulta perdas de qualidade e peso, não sendo necessário no milho refrigerado. Por exemplo, a Universidade Estadual de Hohenheim / Alemanha e a Universidade Estadual de Michigan/ EUA demonstraram que as maiores perdas de qualidade ocorrem durante a secagem ao ar quente do milho em grão com um teor de umidade inferior a 17 % (14). Estes problemas podem ser eficazmente evitados com a conservação pelo frio.

Granulado

O granulado é arrefecido em refrigeradores de granulado com ar exterior não tratado. Especialmente o granulado de grande diâmetro não é arrefecido até ao núcleo. Ocorrem fissuras por stress, que levam ao aumento da taxa de produto moído e partido e consequentemente, a perdas de qualidade. O GRANIFRIGOR™ permite arrefecer o granulado armazenado uniformemente até ao núcleo. Os granulados tornam-se muito duros, havendo poucas quebras. Isto resulta nas melhores propriedades de fluxo durante a descarga



Distribuição de ar

Refrigeração em célula de silos

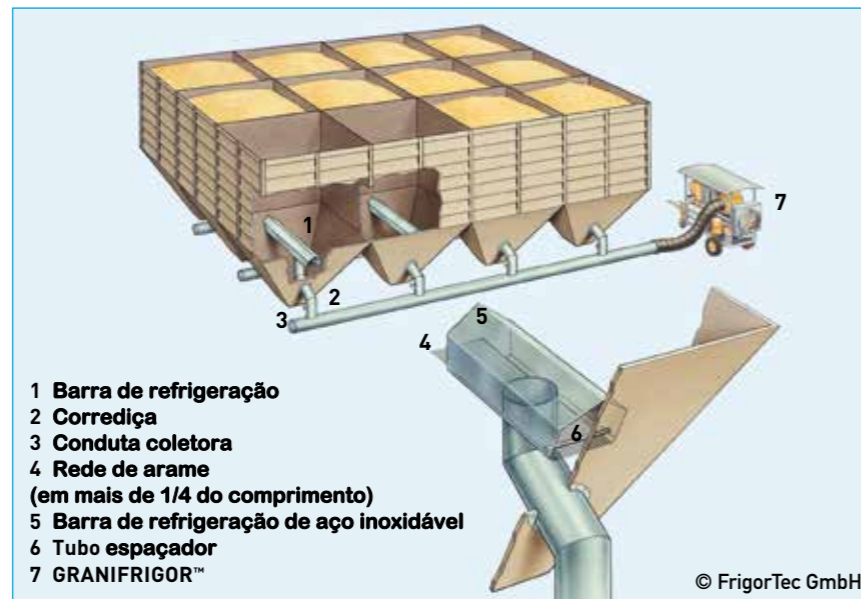
Uma boa distribuição de ar é essencial para a refrigeração de produtos a granel. Para silos com uma base plana, um piso perfurado provou ser eficaz. Barras de refrigeração feitas de chapa de aço esquinada são utilizadas em silos com um cone de descarga. As barras de refrigeração são abertas no fundo e têm uma rede de arame em mais de 1/4 do seu comprimento. Isto protege os grãos contra o movimento do redemoinho. Ar frio é transportado do GRANIFRIGOR™ para as barras de refrigeração através de um tubo. O ar frio entra no amontoado do grão através da abertura virada para baixo na parte inferior (Fig. 13).

Devido à resistência do amontoado de grão ao ar, o ar frio é distribuído por toda a seção transversal do amontoado e flui para cima através deste. Para que o ar quente extraído possa escapar do amontoado para o exterior, devem existir aberturas suficientes debaixo do telhado do silo ou instalar um ventilador de extração. Um ventilador de extração é geralmente a solução mais adequada. O ventilador tem de fornecer um volume de ar correspondentemente alto a uma pressão sempre baixa.

No caso de silo de torre, tem de ser tida em conta a perda de pressão no material armazenado por onde passa o fluxo, resultante da possível altura do amontoado. O ventilador do refrigerador ou a respetiva área de aplicação tem de se adequar as estas condições. Convém notar que a colza, por exemplo causa uma perda de pressão do ar que circula aproximadamente três a quatro vezes superior à do trigo.

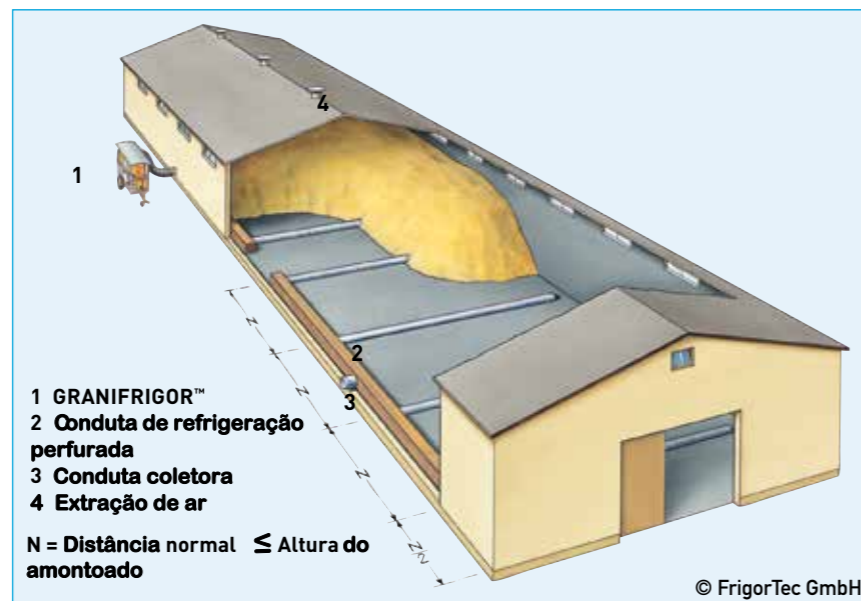
Refrigeração em armazém plano / depósito

Nos armazém planos, as condutas de refrigeração sob a forma de meias conchas feitas de chapa de aço perfurada são normalmente colocadas no chão. Se as condutas forem instaladas sob o chão, são cobertas com painéis perfurados de chapa metálica. É importante que a limpeza seja fácil e que haja o menor numero possível de nichos e bordas sujas. A vantagem da instalação por baixo do chão é a possibilidade de transitar no armazém.



- 1 Barra de refrigeração
- 2 Corrediça
- 3 Conduta coletora
- 4 Rede de arame (em mais de 1/4 do comprimento)
- 5 Barra de refrigeração de aço inoxidável
- 6 Tubo espaçador
- 7 GRANIFRIGOR™

13 Colocação das barras de refrigeração utilizando o exemplo de um sistema de silo alveolar



- 1 GRANIFRIGOR™
 - 2 Conduta de refrigeração perfurada
 - 3 Conduta coletora
 - 4 Extração de ar
- $N = \text{Distância normal} \leq \text{Altura do amontoado}$

14 Esquema de distribuição de ar num armazém plano

Está é uma vantagem considerável durante a remoção do produto. As condutas tubulares individuais desembocam, no exterior ou no interior ou casa uma delas desemboca separadamente no exterior. Devem-se evitar, se possível, condutas de ar longas e as condutas devem ser isoladas contra a passagem de calor. A distância entre as condutas de refrigeração não deve ser maior do que a altura máxima do amontoado. A distância entre as condutas e a parede não deve ser superior a metade da altura do amontoado. Se a pilha de cereais for cônicas., isto pode ser

compensado pela variação de perfuração das condutas de ar ou pela cobertura da superfície do amontoado. Caso contrario o ar frio fluiria pelo caminho de menor resistência ao ar e o cimo da pilha cônica não seria refrigerado. Idealmente, deve procurar evitar-se uma pilha cônica, distribuindo o material armazenado de forma apropriada.

Em resumo, o GRANIFRIGOR™ oferece inúmeras vantagens que devem ser tidas em conta ao analisar a rentabilidade:

- 5fa UHxLbA Ybrc dMfa UbYbY' gYa 'fjgMgY' gYa 'dYfXU'XY' ei UJXUXY
- DfdY' « c' VbhfUcg' Xlbog' Wl' gUxog' dY' c' JbgMrog' Y' Udfc' JZfU' « c' Xc' a Yga cg
- DfdY' « c' VbhfUZ' b[cg' Y' Lbj' fYgdMj' Lbj' a' Jbnd' Jolbj
- g' JHUfU'La Ybrog' ei' ja' Jbg' Wfrcg' dYf' XfMg' Lc' La' VYbY'
- A' Jbja' JHU' « c' Xlbj' dYfXU' fYg' 'h'ubYg' Xc' d'fc' Wggc' XY' fYgdJfU' « c'
- g' JHU'UbWgg' XUXY' XY' fYfa' UHxLbA' Ybrc
- 6U' cg' Wgrog' XY' gMM' Ya'
- DfYgYf' U' « c' XY' ZYgMfU' XU' W' VYJHU
- DfYgYf' U' « c' XY' ei' UJXUXY' XY' [Yfa' JbU' « c'
- g' JHU'c' La' LfY' Wja' Ybrc' Xc' Lf'fc'
- AU'cf' fYbXja' Ybrc' XY' [f' cg' JbYf'c' bc' Wgc' Xc' Lf'fc'
- 5i' g²' bWUXY' Zgg' fU' « c' Wl' gUXU' dcf' gYfYgg
- 5i' g²' bWUXY' d' JHU' « c' XY' c' Yc' [Jbglbj'
- 5' fYZ' [YFU' « c' cbXY' gYf' i' h' JHU' JbXY' d' bX' Yb' Ya' YbY' Xlbj' WbXj' 1/2g' Uha' cgZ' fJM



Bibliografia

- 1 Brunner H (1989) Getreidepflege durch Kühlkonservierung, Technische Rundschau Sulzer, número 4, Gebrüder Sulzer AG Winterthur, Suíça
- 2 Jouin C (1964) Grundlegende Kalkulationen für die Belüftung des Getreides, Getreide und Mehl, volumen 14, número 6, anexo a la revista „Die Mühle“, editorial Moritz Schäfer, Detmold
- 3 Kolb RE (2001) Kühle Getreidelagerung, Mühle + Mischfutter, número 17, editorial Moritz Schäfer, Detmold
- 4 Anonymus (2002) Gefahr erhöhter Mykotoxinbildung im Getreide, Mühle + Mischfutter, número 19, editorial Moritz Schäfer, Detmold
- 5 Lacey J, Hill ST, Edwards MA (1980) Microorganisms in stored grains; their enumeration and significance, Tropish stored product information 39
- 6 Getreide Jahrbuch 2002/2003, editorial Moritz Schäfer, Detmold
- 7 Mollier R (1923/1929) Das i. x-Diagramm für Dampf- und Luftgemische, Zeitschrift VDI, 67
- 8 Kunde K-H (1987) Reis - seine Bedeutung und Bearbeitung, Die Mühle + Mischfuttertechnik, año 124, número 32/33, editorial Moritz Schäfer, Detmold
- 9 Barth F (1995) Cold storage of Paddy - the solution to your storage problems, World Grain, July 1, Sosland Publishing Co, Kansas City/USA
- 10 Vasilenko E, Sosedov N et al (1976) Die Gelbfärbung von Reis, Übersetzung der russischen Mukomol'no erschienen in Die Mühle + Mischfuttertechnik, año 113, número 17, editorial Moritz Schäfer, Detmold
- 11 Eimer M (1998) Konservierung und Lagerung von Raps, Raps, año 16, número 7, editorial Th. Mann, Gelsenkirchen
- 12 Humpisch G (2002) Gesunderhaltung von Rapssaat, Raps, año 20, número 3, editorial Th. Mann, Gelsenkirchen
- 13 Agena MU (1961) Untersuchungen über die Kälteeinwirkung auf lagernde Getreidefrüchte mit verschiedenen Wassergehalten, Dissertation Universität Bonn
- 14 Bakker-Arkema FW, Maier DE, Mühlbauer W, Brunner H (1990) Grain-chilling in the U.S.A. to maintain grain-quality, World Grain, January 1, Sosland Publishing Co, Kansas City/USA

Refrigeradores de cereais série GRANIFRIGOR™



GC 40 Europe



GC 60 Tropic / 80 Europe



GC 140 Europe



GC 180 Europe



GC 220 Tropic / 240 Europe / 240 Subtropic



GC 310 Tropic / 320 Europe / 320 Subtropic



GC 460 Tropic / 500 Europe / 500 Subtropic



GC 560 Tropic

© FrigorTec GmbH

SERVICE (24/7)



O nosso serviço de assistência mantém o equipamento em boas condições e assegura o fornecimento de peças sobressalentes, em todo o mundo service@frigortec.de

Refrigeradores de cereais
GRANIFRIGOR™

Refrigeração de gruas
CRANEFRIGOR™

Refrigeradores padrão
STANDARDFRIGOR

Solução especiais
SHELTERFRIGOR

Desinfestação de moinhos
DEBUGGER

Secagem de feno
AGRIFRIGOR™

Distribuidor:

FRIGOR  **TEC**
Cooling to the point

FrigorTec GmbH • Hummelau 1
88279 Amtzell / Germany
Tel.: +497520 / 9 14 82-0
Fax: +497520 / 9 14 82-22
info@frigortec.de
www.frigortec.com