



Delegación BUENOS AIRES SUR

**Armazenagem de Grãos em Bolsas Plásticas:
Sistema Silobag**

Informe Final de Soja

Rodríguez, J. C., Bartosik, R. E., Malinarich H.D., Exilart, J.P. y Nolasco, M.E.

EEA INTA Balcarce



Introdução

Na safra 2000/2001 a produção de trigo, milho, soja e girassol na Argentina foram de 48 milhões de toneladas, no entanto a capacidade estimada de silos é de 43 milhões de toneladas. A diferença entre estas dois números produz um déficit de armazenagem de 5 milhões de toneladas, e se levamos em consideração a produção de outros cultivos menores este déficit pode ser muito mais importante. Estima-se que a capacidade de armazenagem no campo é de 13 milhões de toneladas, somente 30% da capacidade total.

Esta situação gera um quadro de ineficiências do sistema de pós-colheita, que em definitiva traduz-se em um custo extra para os produtores que vêem diminuída a rentabilidade das suas empresas. A instalação de estruturas de armazenagem permanentes (silos, armazéns, etc.) não está ao alcance da maioria dos produtores, devido ao alto investimento inicial requerido e a falta de créditos acessíveis.

Há alguns anos, na ânsia de solucionar seus problemas de déficit de armazenagem, os produtores adaptaram o sistema tradicionalmente utilizado no armazenamento de grão úmido para armazenar grãos secos.

Esta técnica consiste no armazenamento de grãos em bolsas plásticas herméticas, onde o processo respiratório dos integrantes bióticos do granel (grãos, fungos, insetos, etc.) consome o oxigênio (O₂) gerando dióxido de carbono (CO₂). A constituição desta nova atmosfera, rica em CO₂ e pobre em O₂ suprime, inativa ou reduz a capacidade de reprodução e/ou desenvolvimento de insetos e fungos, assim também a própria atividade do grão, facilitando sua conservação.

A maior vantagem que os produtores encontram no uso das bolsas plásticas para armazenar grãos secos é que se trata de um sistema econômico e de baixo investimento. O custo de comercialização do grão durante a época de colheita é maior que no resto do ano. Alguns estudos estabelecem que a diferença entre enviar o grão ao silo ou embolsar-lo por um período de três a quatro meses gera uma economia aos produtores de 20 a 25% em trigo, 30 a 35% em milho e 20 a 25% em soja dependendo da distância até o porto, sistema de comercialização, etc. Além destas vantagens econômicas, as bolsas plásticas permitem armazenar grãos de maneira diferenciada, separando grãos por qualidade (trigos segundo qualidade panificadora), variedade (diferentes tipos de sementes), etc., sem muito trabalho e com uma alta segurança de manter o material diferenciado. Por outro lado, as bolsas plásticas permitem a armazenagem dos grãos no mesmo lote de produção, tornando mais ágil a colheita. Durante a colheita o sistema de transporte e a recepção de grãos no silos constituem verdadeiros congestionamentos. A demanda de caminhões durante a colheita nunca chega a ser satisfeita, ocasionando um aumento nos preços do frete e problemas de logística nas empresas agropecuárias. Muitas vezes o atraso ocasionado na recepção dos silos é trasladado para trás, podendo chegar até colheita. As condições climáticas no outono, época de colheita de milho e soja, costumam ser críticas, e perder um só dia de trabalho pode causar muitas perdas e numerosos problemas logísticos. Com uso das bolsas plásticas os únicos beneficiados são os produtores. Os silos encontram nas bolsas um sistema flexível de armazenagem que lhe permite aumentar sua capacidade segundo a necessidade que tenham em um ano em particular. Se a colheita é importante, podem armazenar parte do grão recebido, sem necessidade de realizar grandes investimentos. Já se ao invés disso a colheita é inferior à planejada, os silos não terão a sua capacidade ociosa, aproveitando ao máximo a rentabilidade das suas instalações.

A projeção da expansão da armazenagem em bolsas para os próximos anos pode ser ainda mais importante do que o que já foi experimentado até o momento. Para a colheita 2001/2002 estima-se que serão armazenados em bolsas plásticas entre 2,3 e 2,6 milhões de toneladas e acredita-se que esta tendência deve acentuar-se nos próximos anos. Por todos os motivos expostos surge a necessidade de gerar informação confiável que ajude aos produtores a implementar esta técnica de forma correta, com a finalidade de minimizar as perdas de qualidade e maximizar as prestações deste sistema. O presente trabalho tem como objetivo principal determinar qual é o efeito das variáveis: umidade de grãos e tempo de armazenamento sobre os parâmetros de qualidade do grão.

Antecedentes

Armazenagem hermética

Para que um sistema de armazenagem tenha êxito é necessário que se criem dentro da bolsa com os grãos condições desfavoráveis ao desenvolvimento de insetos e fungos e que, além disso, diminua a própria atividade dos grãos. O princípio básico da armazenagem hermética é a eliminação do oxigênio existente no depósito até um nível que suprima o inabilite a capacidade de reprodução e/ou desenvolvimento de insetos pragas e fungos. Os processos respiratórios dos integrantes bióticos do granel (grãos, insetos, fungos, etc.) consomem o oxigênio existente no ambiente, produzindo dióxido de carbono. Como a armazenagem hermética impede a passagem do ar e gases entre o interior e o exterior do recipiente, uma vez que a atmosfera é modificada, não se volta a criar condições favoráveis para o desenvolvimento de pragas, assegurando-se sua conservação no tempo. A energia que os seres vivos necessitam para crescer e desenvolver-se é obtida através do processo respiratório e conformam uma série complexa de reações químicas iniciadas por enzimas presentes nos próprios organismos. Na presença de O₂ é produzida a respiração aeróbica, com a combustão completa dos hidratos de carbono, passando de produtos complexos como amido, a CO₂, água e energia. Parte dessa energia será transformada em calor, devido a reações exotérmicas, e outra será utilizada para a síntese de outros compostos (Bogliaccini, 2001).



Na ausência de O₂ alguns organismos, como leveduras e bactérias, podem viver e desenvolver-se decompondo hidratos de carbono em forma incompleta produzindo ácido láctico, acético e álcoois.

Esta reação se chama fermentação e libera muito menos calor do que na presença de ar e produz-se em ambientes herméticos com um alto grau de umidade.



A armazenagem hermética de alimentos é uma técnica muito antiga e há adquirido diferentes formas através do tempo. Em nosso país hoje volta a ressurgir na forma das bolsas plásticas. Si bem esta técnica, até o momento, não há adquirido um desenvolvimento muito importante, há sido utilizado para a preservação de alimentos em situações particulares ou de alimentos com valor agregado. Na Argentina instalaram-se com um silos subterrâneos herméticos com 2 milhões de toneladas de capacidade durante a segunda guerra mundial ante a impossibilidade de exportar e a necessidade de conservar os grãos por largos períodos de tempo. Alguns destes armazéns ainda estão em uso e logo de 50 anos pode dizer-se que seu resultado é muito bom (Bogliaccini, 2001). Em Arkansas, USA, armazena-se arroz a 12-13% de umidade em celas planas de 18000 m³ de capacidade, onde a massa dos grãos é coberta filme plástico que é praticamente impermeável a difusão do ar. Siebenmorgen et al (1986), encontram que em tais

condições a respiração dos grãos, insetos e microorganismos produziram uma atmosfera rica em CO₂ e pobre em O₂, inibindo a atividade de insetos e microorganismos.

Armazenagem em bolsas plásticas

As bolsas plásticas são um tipo especial de armazenagem hermética. A maioria dos trabalhos realizados até o momento têm sido experimentos de laboratório ou em bolsas à escala, onde se tratou de determinar o efeito da umidade de armazenagem sobre a qualidade dos grãos de trigo, milho, e girassol.

Estes trabalhos, ainda que úteis, são somente aproximações pré-liminares, já que o comportamento da temperatura e a conformação do ambiente no interior das bolsas são diferentes em experimentos à escala que nas bolsas de tamanho comercial.

Não há sido realizado no país até o momento trabalhos com rigor científico em bolsas de tamanho comercial. Como este sistema se trata de uma adaptação local de uma técnica para armazenar grãos úmidos, também não se pôde encontrar trabalhos no exterior. Casini (1996) realizou ensaios em laboratório armazenando grãos de trigo em bolsas plásticas herméticas com umidade de 12, 14 e 16% a 22-23°C durante 60, 116 e 208 dias. A umidade inicial do trigo foi de 12%, o qual foi umedecido uma vez mais até alcançar um 14 e 16 %.

O poder germinativo (PG) inicial foi de 94%, o qual se manteve nas bolsas com trigo armazenado a 12% de umidade durante 208 dias, no entanto que a 14% de umidade o PG final reduziu-se a 62% e a 3% a 16% de umidade.

A qualidade panificadora também foi afetada pela relação umidade /tempo de armazenamento. A 12% de umidade a qualidade panificadora se manteve durante todo o período de armazenamento, no entanto que a 14% observou-se um deterioro, e a 16% esse deterioro foi maior ainda.

Em outro trabalho, Casini (1996) realizou um ensaio embolsando 20 toneladas de trigo a 13% de umidade, onde encontrou que o PG (96% inicial) e a qualidade panificadora não foram afetados durante o período de armazenamento, mas não se informa o tempo de armazenamento. Por sua vez recomenda que a 13% de umidade não se superem os 60 dias armazenamento, e caso deseje-se armazenar por mais de 60 dias deve-se secar o grão pelo menos a 11%. Bartosik e Rodrigues (1999) realizaram ensaios embolsando milho em bolsas de 50 kg a 13,6, 15 e 17% de umidade durante um período de quatro meses. A qualidade comercial do milho (grão danificado e peso hectolítrico) não foi afetada logo dos quatro meses de ensaio nas bolsas com 13,6% de umidade, enquanto que a 15% a qualidade começa a deteriorar-se a partir dos 2 meses, e a 17% o deterioro começa antes dos 2 meses. Os mesmos autores fizeram estudos em uma bolsa de 3500 kg de milho a 14% de umidade. Encontraram que a oscilação diária da temperatura alcança os primeiros 15-20 cm superficial, enquanto que o resto do grão não sofre alterações diárias de temperatura. Casini (1996), trabalhando com girassol, armazenou semente em bolsas plásticas grandes em condições de campo (no laboratório) e três tipos de umidades, 8-10%, 10-12% e 12-14% a partir do mês de março.

Informou que não foi observado aumento da temperatura da semente durante o ensaio. As determinações de qualidade estabeleceram que com umidades de até 12% não se observou aumento considerável da acidez nos primeiros quatro meses. Além disso, a semente conservou-se bem durante quatro meses a 12-14%, e até sete meses com menos de 12%. Ao finalizar o ensaio a acidez da semente nas bolsas era de 1 a 2.2% e nas celas (testemunho) era de 1.6%.

Efeito da hermeticidade sobre a atividade dos insetos

A atividade respiratória dos insetos e grãos confinados provoca a queda nos níveis de O₂ e o aumento de CO₂ no granel confinado em um ambiente hermético. Quanto maior é a atividade do granel mais rápido será o consumo de O₂ e a geração de CO₂. Oxley e Wickenden (1963), citado por Bogliaccini (2001), estudaram o consumo de O₂ e a geração de CO₂ em trigo confinado, infectado com 13 e 133 gorgulhos (*Sitophilus granarius*) por kg. Eles encontraram que o trigo infectado com 13 gorgulhos por kg a produção de CO₂ foi aumentando até os 20 dias, onde estabilizou-se em 14%, enquanto que o nível de O₂ diminuiu aproximadamente desde 21% a 2%. No caso do trigo infectado com 133 gorgulhos por kg o consumo de O₂ foi mais rápido, diminuindo a 3% em somente 5 dias e a quase 0% em 10 dias.

A bibliografia referida ao controle de insetos com atmosferas modificadas é extensa e há merecido importantes revisões (Annis, 1986). Estes trabalhos têm como base a modificação da atmosfera através da adição de gases (N₂ ou CO₂) para eliminar o oxigênio e criar um ambiente desfavorável ao desenvolvimento de insetos e fungos. A literatura existente estabelece que concentrações de CO₂ e O₂, tempo de exposição, espécie de inseto, estado de desenvolvimento (ovo-larva-pupa-adulto), temperatura e umidade relativa são os principais fatores que influenciam na mortalidade dos insetos nos tratamentos de controle. Os estudos de controle de insetos com atmosferas controladas ou modificadas podem separar-se em: atmosferas com baixa concentração de O₂ e atmosfera enriquecidas com CO₂.

Atmosferas com baixa concentração de oxigênio: as maiorias dos trabalhos referem-se a atmosferas com concentrações de O₂ menores a 1%. Estas atmosferas são obtidas agregando N₂, CO₂ ou qualquer outro gás.

A maioria das espécies estudadas mostrou uma mortalidade de 95% ou más durante 10 dias de exposição, tanto em atmosferas com 0,1% ou 1% de O₂ (Annis, 1986).

Atmosfera enriquecida com CO₂: quando a concentração de O₂ é menor a 5% observa-se um aumento na mortalidade. Os dados de eficácia de controle de insetos com atmosfera com menos de 20% de CO₂ são confusos. Não se sabe qual seria o tempo de exposição requerido para conseguir um controle total, mas seria superior aos 25 dias (Annis, 1986).

Nos tratamentos de fumigação com CO₂, o produto da concentração de CO₂ e tempo de exposição (daqui em diante chamada ct-produto) são utilizados para representar a dose (Alagusundaram et al, 1995). A uma determinada temperatura e conteúdo de umidade, a mortalidade dos insetos é influenciada pela concentração do gás e o tempo de exposição.

Para realizar um controle total da maioria das pragas de grãos armazenados em atmosferas enriquecidas com CO₂, Bank e Annis (1980) recomendam uma relação ct-produto de 12600%h, enquanto que Annis (1996) recomenda elevar a dose a 16000%h. Em teoria esta dose poderia cumprir com qualquer relação concentração/tempo, mas a maioria dos trabalhos realizados partem de uma dose mínima de 40% de CO₂. Bartosik et al (2001), encontram que uma mesma relação ct-produto, aquela conseguida com a menor dose e maior tempo de exposição foi a mais efetiva. Esta seria uma situação favorável para as bolsas, já que a concentração de CO₂ conseguida não seria muito elevada, mas o tempo de exposição pode ser o suficientemente prolongado como para realizar um bom controle. A literatura existente a respeito, demonstra que o controle de insetos com CO₂ a baixas doses é igualmente efetivo. White e Jayas (1993) conseguiram um controle completo de *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) com 29% de CO₂ durante duas semanas de exposição (ct-produto 9744%h) com temperaturas declinando de 25 a 20°C. A uma concentração ainda mais baixa (20%) e a uma temperatura ligeiramente mais alta (25 ± 3°C) *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) pode ser controlado em 4-6 semanas (ct-produto desde 13440 até 20160%h) (White et al, 1990)

A umidade relativa do granel também tem efeito sobre a atividade dos insetos. Estando sob umidades relativas muito baixas produz-se uma perda de água através da cutícula, o que causa o dessecamento e o aumento da mortalidade dos insetos. Ainda que existam espécies que conseguem suportar umidades relativas de aproximadamente 10%, a grande

maioria morre. Por exemplo, o gorgulho do arroz (*Sitophilus orizae*) tem uma umidade relativa crítica de 60%, por debaixo deste número aumenta sua mortalidade. No caso do trigo, uma umidade relativa de 60% corresponde a um conteúdo de umidade do grão de 12.9% a 25°C (Bogliaccini, 2001).

A temperatura afeta não só a atividade dos insetos, sinão também a de todo o granel. Os insetos pragas dos grãos são um grande problema em climas tropicais ou sub-tropicais, não obstante a isso pode causar sérios problemas em climas moderados.

O ponto ótimo do desenvolvimento dos insetos dos grãos encontra-se entre 25-30°C (Brooker et al, 1992). A respiração do grão também está influenciada pela temperatura do granel (tabela 1)

Temperatura (°C)	Anhídrido carbônico respirado (mg/100 gr de grão/24 horas)
4	0,24
25	0,45
35	1,30
45	6,61
55	31,73
65	15,71
75	10,28

Tabela 1 . Respiração de trigo duro de primavera com 15% de umidade a diferentes temperaturas (Bogliaccini, 2001).

Quanto mais baixa é a temperatura do granel, menor é a atividade biológica no mesmo. As baixas temperaturas diminuem a atividade dos insetos (diminui o risco de infecção e o consumo de matéria seca) e a dos próprios grãos, melhorando as condições de armazenamento dos mesmos.

O armazenamento nas bolsas além de criar no seu interior um ambiente pouco favorável ao desenvolvimento de insetos, também reduz notavelmente a possibilidade de contaminação do granel. As vias de infestação nos granéis podem ser: 1) no campo, 2) em instalações contaminadas antes do ingresso do grão e 3) infestação posterior de grãos já armazenados. Com a armazenagem nas bolsas plásticas a única via possível de infestação é a que acontece no campo. Si o grão vem com insetos desde o campo, estes vão ingressar à bolsa junto com os grãos. Já, a segunda via não é possível devido que as bolsas são descartáveis, portanto não há possibilidade de que estejam contaminadas antes do seu uso. Este aspecto é muito importante porque esta segunda alternativa geralmente é a fonte mais importante de contaminação do granel. A terceira via também é eliminada, já que a bolsa fechada hermeticamente constitui uma barreira que impede a entrada de qualquer tipo de insetos.

Efeito da hermeticidade sobre a atividade dos fungos

Os fungos necessitam umidades relativas acima de 67% (promédio) para desenvolver-se. Essa umidade relativa corresponde a um conteúdo de umidade de 13.6% no milho, 13,7% no trigo e 12% na soja a 25°C (ASAE, 1998). Dentro dos grãos que causam os fungos possivelmente o mais importante é a produção de micotoxinas. Não todas as colônias de fungos produzem toxinas, devido a que sua produção está influenciada pelo substrato, o pH, concentração de O₂ e CO₂ e estresse hídrico. Sem embargo, à medida que as condições de temperatura e umidade sejam as adequadas, as espécies de fungos que acompanham aos grãos armazenados vão se desenvolvendo aumentando as possibilidades de produção de toxinas (Bogliaccini, 2001). Moreno et al (1987), armazenaram sementes de milho, inoculadas e não inoculadas com fungos, a 15,7 e 17% de umidade em três situações diferentes; condições ambientais, armazenagem hermética e em atmosfera controlada (AC 92-88% CO₂). Na armazenagem hermética e em AC não se

observou desenvolvimento de fungos em sementes no inoculadas, enquanto que na armazenagem feita sob condições ambientais observou-se um forte desenvolvimento de fungos. A armazenagem de sementes não inoculadas em recipiente herméticos não afetou o PG, enquanto que se observou uma diminuição de dito parâmetro a 14% e 31% nos 6 tratamentos de AC e em condições ambientais respectivamente. A diminuição do PG no tratamento de AC pode dever-se a certos efeitos fitotóxicos que se produzem quando a concentração de CO₂ supera a 60%. O armazenamento de sementes inoculadas mostrou um forte desenvolvimento de fungos e uma queda do PG a 0% no caso dos tratamentos AC e condições ambientais, enquanto que a armazenagem hermética este efeito foi menos severo. Baran et al (1993), encontraram que atmosferas enriquecidas com CO₂ estabilizaram o crescimento de fungos e retardam a sínteses de microtoxinas em milho contaminado com *Aspergillus*.

Materiais e Métodos

Na estância San Lorenzo, de Zubiaurre S.A., no município de Tandil, estado de Buenos Aires, foi realizado um ensaio armazenando grãos de soja (Nidera 4100) em bolsas plásticas (sistema silobag), com dois conteúdos de umidade diferentes 12.5% de umidade (mínimo 12.27% e máximo 12.63%) e 15.6% de umidade (mínimo 15.5% e máximo 15.77%) durante um período de 160 dias (a totalidade do ensaio envolve também grãos de milho, girassol e trigo) com a intenção de estudar a evolução de diferentes parâmetros de qualidade no tempo. O embolsado realizou-se com uma máquina Silograin-Martinez y Staneck S.A. Foram utilizadas bolsas comerciais de marca Ipesasilo de 220 pés de comprimento, 9 pés de diâmetro e 250 micras de espessura. As bolsas estão confeccionadas com material tri capa, com o interior de cor preta e a capa exterior de cor branca. Os ensaios começaram no momento da colheita do grão e estenderam-se durante um total de 160 dias. Os grãos foram colocados em ambas as bolsa no dia 05 de junho 2001 e a coleta de dados prolongou-se até o dia 12 de novembro de 2001.

Amostras:

A coleta de amostras foi realizada no começo do ensaio, aos 50 dias, aos 93 dias e ao finalizar o ensaio (160 dias). As amostras são tomadas perfurando a bolsa com um calador sonda, discriminadas segundo sua profundidade (3 profundidades, superior, media y inferior), em três lugares diferentes (3 repetições) totalizando 9 sub-amostras por cada amostra e 36 durante todo o ensaio por cada uma das bolsas. Logo de retirada a amostra, sela-se o orifício com cintas adesivas para manter a hermeticidade do sistema.

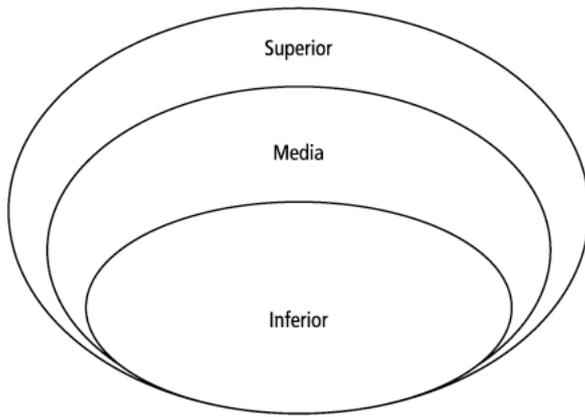


Figura 1. Zonas de amostras segundo a posição do grão na bolsa.



Figura 2. Retirada de amostra perfurando a bolsa com calador sonda.



Figura 3. Amostra extraída e estendida sobre um catre.



Figura 4. Amostra separada segundo sua localização na bolsa (superior, média ou inferior)



Figura 5. Fechamento dos orifícios produzidos pela retirada de amostras.

Parâmetros de qualidade avaliados:

De cada uma das sub-amostras medem-se parâmetros de qualidade tais como energia e poder germinativo.

Estas análises foram realizadas para todos os grãos ensaiados com o objetivo de observar o efeito do embolsado sobre a qualidade comercial do produto e também para determinar a eficácia do uso desta técnica na armazenagem de sementes. Além destas análises gerais, realizam-se análises de qualidade industrial específicas para cada grão em particular. No caso da soja realizaram-se análises de conteúdo de matéria gordurosa e de acidez da mesma para observar o efeito desta técnica de armazenagem sobre a qualidade comercial de grão mencionado.

Poder germinativo:

Utiliza-se para avaliar a viabilidade da semente para produzir uma nova planta. Colocam-se 100 gramas em condições básicas de temperatura e umidade durante 7 dias, os quais finalizados realiza-se uma contagem da quantidade de sementes que dão origem a uma planta viável e determina-se a porcentagem. Este índice é muito sensível e permite detectar rapidamente si o grão há sido "fisiologicamente" afetado pela armazenagem. Estas análises foram realizadas pelo Laboratório de Diagnósticos Agrícolas, Qualidade Total de Necochea, sucursal Balcarce.

Umidade de embolsado

As determinações do conteúdo de umidade das amostras realizaram-se no laboratório por meio de estufa. Desde o momento da coleta até a chegada ao laboratório as amostras foram mantidas identificadas em bolsas de polietileno com fechamento hermético para não produzir variações nos níveis de umidade.

Temperatura

O seguimento da temperatura realizou-se mediante dataloggers que coletaram valores de temperatura horária durante todo o período do ensaio em ambas as bolsas, soja a 12,5%

de umidade e a 15,6% de umidade. Foram tomados valores de temperatura ambiente e do grão. A temperatura do grão foi tomada em três posições dentro da bolsa, superior, média e inferior. A temperatura da posição superior corresponde ao grão que está próximo a superfície (1 a 10 cm), a temperatura da posição média corresponde ao grão localizado aproximadamente no centro da bolsa, e a temperatura da posição inferior corresponde ao grão próximo ao piso da bolsa. Os sensores foram localizados com a ajuda de varas de ferro para alcançar os lugares desejados e logo os orifícios produzidos pela colocação destes elementos foram fechados com seladores para manter a hermeticidade do sistema.



Figura 6. Instalação de sensores de temperatura no interior das bolsas. Cada uma das varinhas corresponde a uma localização dentro da bolsa (superior, média e inferior).



Figura 7. Instalação da caixa hermética contendo os dataloggers para a coleta de dados de temperatura.

Dióxido de carbono

Realizou-se um seguimento da concentração de CO₂ durante o período do ensaio com a finalidade de determinar si chega a alcançar valores que permitam realizar um controle natural dos insetos. As concentrações foram medidas a diferentes profundidades no interior das bolsas, com a intenção de estabelecer si a concentração de CO₂ é uniforme ou si se criam zonas de menor concentração e potencialmente perigosas para o desenvolvimento de insetos. A medição de CO₂ foi realizada com um analisador rápido de anidrido carbônico e oxigênio marca Illionois Instruments 3600 (Ingleside, Illinois, USA)



Figura 8. Determinação da concentração de O₂ e CO₂ no interior das bolsas.

Atividades dos insetos:

Para determinar o efeito da atmosfera modificada que se produz no interior da bolsa sobre a atividade dos insetos foi colocada celas contendo gorgulhos vivos em diferentes profundidades no interior das bolsas. Para isso confeccionaram-se tubos de plásticos de 1,5 m de longitud com 3 divisões que se foi inserido na massa de grãos. No interior de cada uma das divisões foram colocados 30 gorgulhos vivos fechados em um panho fino plástico recheado de grãos de soja. Os insetos estiveram expostos a diferentes atmosferas conformadas no interior da bolsa, desde a zona próxima a superfície até a zona do piso da bolsa. Por cada bolsa colocaram-se 9 tubos (3 repetições por cada 3 épocas de amostras)



Figura 9. Colocação dos tubos contendo celas com insetos vivos no interior das bolsas.

Resultado e discussão

Evolução da temperatura do grão

O ensaio da soja começou no dia 5 de junho com um promédio de temperatura de 7,9°C. No momento da confecção das bolsas o promédio da temperatura do grão a armazenado a 12,5% de umidade foi de 7,42°C, com uma variação entre 4,31°C e 9,03°C (Gráfico 1) e o grão armazenado a 15,6% de umidade apresentava uma temperatura média de 5,51°C, com uma variação entre 4,99°C e 6,42°C (Gráfico 2). É possível observar que a temperatura média do grão que foi embolsado a 15,6% de umidade, foi mais baixa que a temperatura do grão embolsado a 12,5% de umidade. Desde o início do ensaio, a temperatura do grão no interior da bolsa mantém-se na soja com menor umidade e eleva-se algo na capa média e inferior da bolsa de 15,6% de umidade, no caso da temperatura na capa superior da bolsa segue as variações da temperatura ambiente (Gráfico 1 e 2). A temperatura do meio e da base da bolsa de grão armazenado a um promédio de 15,6% de umidade, apresenta um pequeno incremento de 1,8°C nos primeiros 25 dias. Para o grão armazenado a um promédio de 12,5% de umidade, o pequeno incremento de temperatura (0,78°C), ocorre dentro dos primeiros 20 dias. Tanto no Gráfico 1 como no Gráfico 2, observa-se que a temperatura ambiente foi baixando desde o início do ensaio até um mínimo de aproximadamente - 3,85°C no dia 23 de julho, para logo começar a subir suavemente até um pico máximo de perto de 21°C no dia 21 de outubro. Pode-se observar que as temperaturas de soja a 12,5% de umidade e a 15,6% de umidade para as diferenças posições seguem esta evolução sem chegar aos valores mínimos e máximos enunciados. Em ambas as bolsas observa-se que o grão próximo à superfície segue a evolução da temperatura ambiente devido ao intercambio de calor com o ambiente exterior. A variação da temperatura do grão da parte inferior da bolsa foi influenciada diretamente pelos câmbios suaves de temperatura do solo. O grão na parte central da bolsa não pode ganhar calor do ambiente nem do solo, por isso que a

variação da temperatura na parte central da bolsa foi mais lenta que o resto do granel. A influencia da oscilação diária da temperatura ambiente só alcança a parte superficial do granel, perdendo seu efeito a medida que se aprofunda na bolsa.

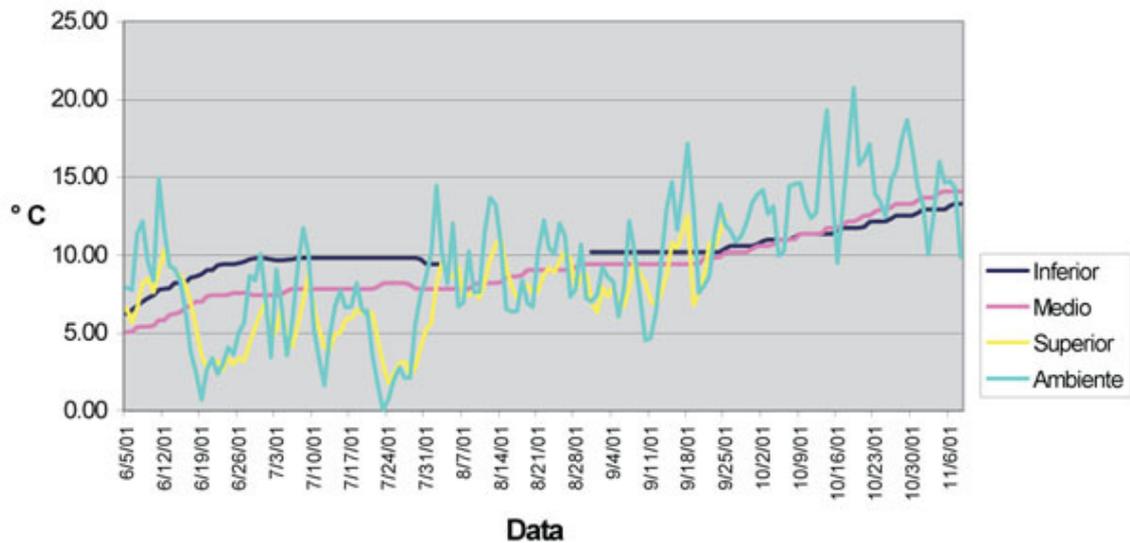


Gráfico 1. Evolução da temperatura ambiente e do grão (promédio de 24 hs) durante o período de duração do ensaio para as diferentes alturas do grão na bolsa de soja a um promédio de 12,5% de umidade.

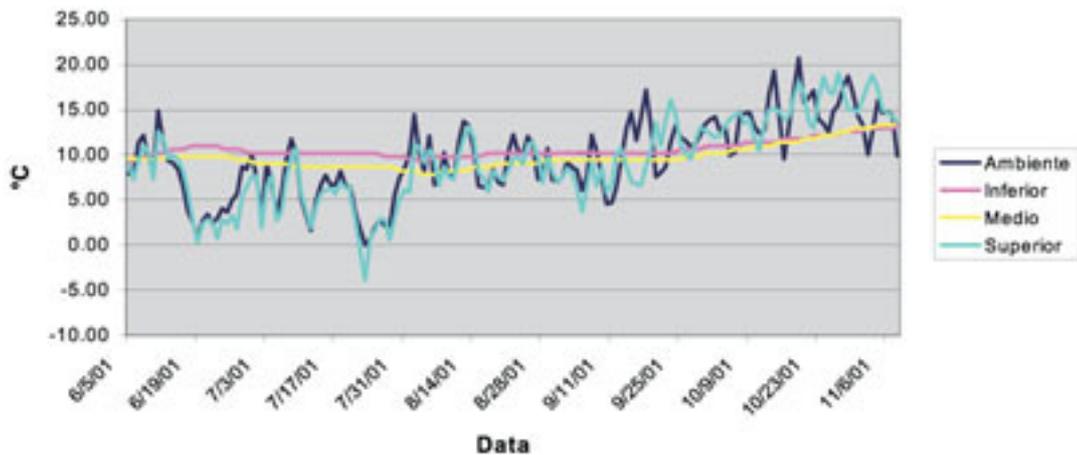


Gráfico 2. Evolução da temperatura ambiente e do grão (promédio de 24 hs) durante o período de duração do ensaio para as diferentes alturas do grão na bolsa de soja a um promédio de 15,6% de umidade.

Evolução da umidade do grão

O promédio da umidade inicial da soja seca foi de 12,5%. Se bem foi observado um pequeno aumento (0,3%) da umidade promédio na bolsa este aumento não é estatisticamente significativo. Na bolsa de soja úmida, o promédio da umidade inicial foi de 15,6% e se manteve no mesmo valor até finalizar o ensaio, o qual indica que as bolsas comportaram-se como um sistema verdadeiramente hermético ao passo d'água. Já que

em nenhum caso houve nem perda nem ganância de umidade durante o período do ensaio. Não se observou nenhuma diferença de umidade estatisticamente significativa no tempo, com respeito à parte superior, média e inferior da bolsa, o que indica que não existem migrações de umidade durante o período de armazenamento.

Evolução da Umidade – Soja Seca

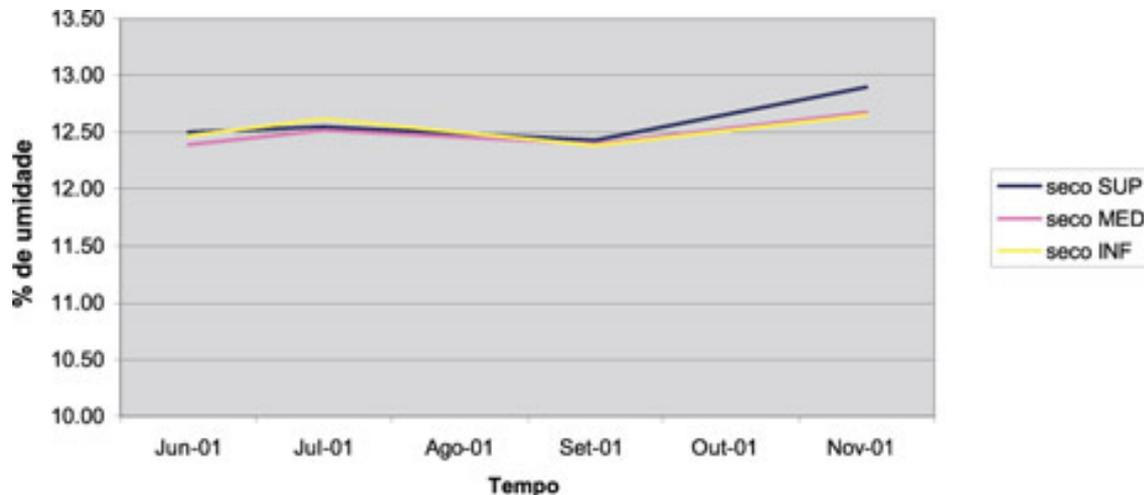


Gráfico 3. Evolução da umidade do grão durante o período do ensaio para as diferentes alturas do grão na bolsa de soja armazenada a um promédio de 12,5% de umidade.

Evolução da Umidade – Soja Úmida

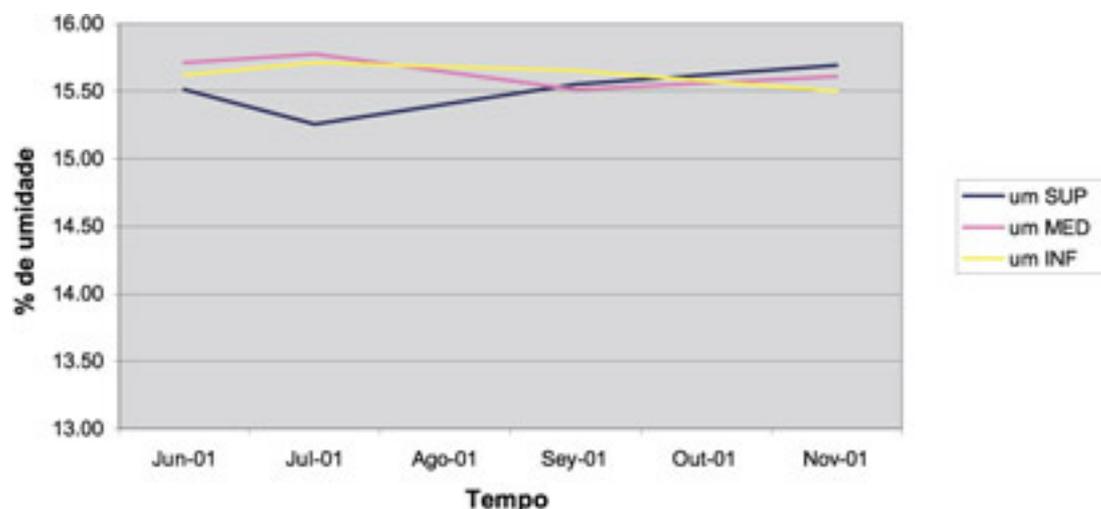


Gráfico 4. Evolução da umidade do grão durante o período do ensaio para as diferentes alturas do grão na bolsa de soja armazenada a um promédio de 15,6% de umidade.

Evolução do poder germinativo

O poder germinativo dos grãos é afetado pelas mesmas variáveis que a energia germinativa, portanto é lógico encontrar os mesmos resultados. O conteúdo inicial de umidade teve um efeito estatisticamente significativo no poder germinativo (5%). A bolsa com soja a 12,5% de umidade diminuiu seu poder germinativo, caindo um 16,7% em 160

dias, enquanto que a bolsa de grão a 15,6% de umidade diminuiu seu poder germinativo de maneira importante quase desde o início do ensaio, diminuindo um promédio de quase 28,2% ao finalizar o ensaio. A posição do grão dentro da bolsa não afetou o poder germinativo.

O sistema de armazenagem em bolsas é utilizado para armazenar tanto grão como semente para a próxima colheita. Tanto energia germinativa como poder germinativo são parâmetros muito importantes para avaliar a viabilidade da semente e deste estudo desprende-se que si o grão é embolsado tanto a 12,5% a 15,6% de umidade, a qualidade da semente pode ser mantida durante um período de 80 dias, caindo significativamente para o dia 153 do ensaio. Na bolsa de grão com 15,6% de umidade o grão armazenado vai perdendo mais poder germinativo que no grão seco, isso poderia se visto acentuado pelo baixo poder germinativo inicial da soja armazenada. Sabemos que à medida que a qualidade inicial da soja como semente é menor, maior será a caída dos valores de poder germinativo no momento da plantação independente do sistema de armazenagem.

Evolução poder germinativo – Soja Seca

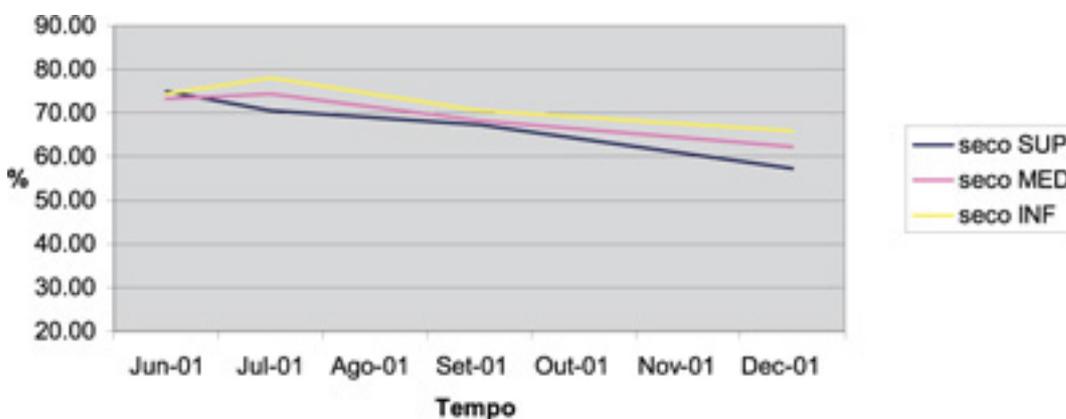


Gráfico 7. Evolução do poder germinativo durante o período do ensaio para as diferentes alturas do grão na bolsa de soja a 12,5% de umidade.

Evolução poder germinativo – Soja Seca

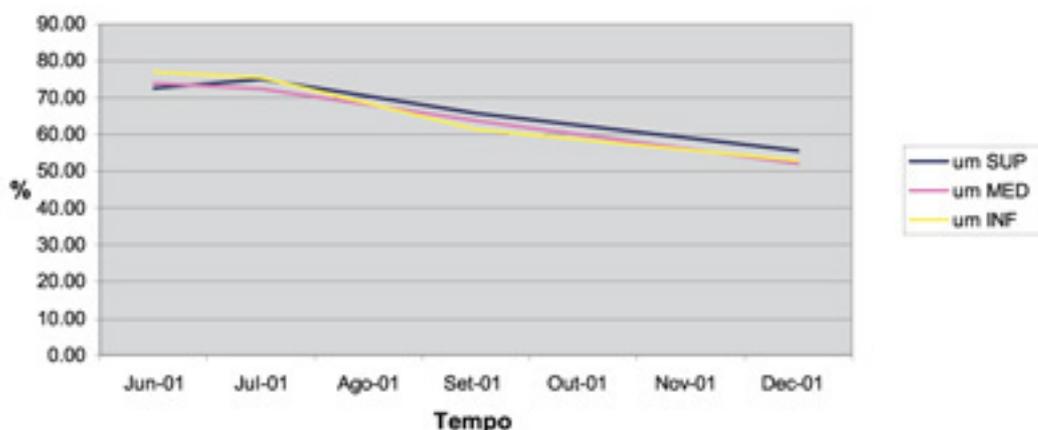


Gráfico 8. Evolução do poder germinativo durante o período do ensaio para as diferentes alturas do grão na bolsa de soja a 15,6% de umidade.

Evolução do peso hectolítrico

O peso hectolétrico dos grãos está influenciado pelo conteúdo de umidade dos mesmos, a maior conteúdo de umidade, menor o peso hectolétrico (Brooker et al, 1992). No ensaio não apresentam diferenças iniciais no peso hectolétrico entre a soja a 15,6% de umidade e a 12,5% de umidade. A variação do peso hectolétrico no tempo há sido praticamente nula.

Evolução do Peso Hectolétrico - Soja seca

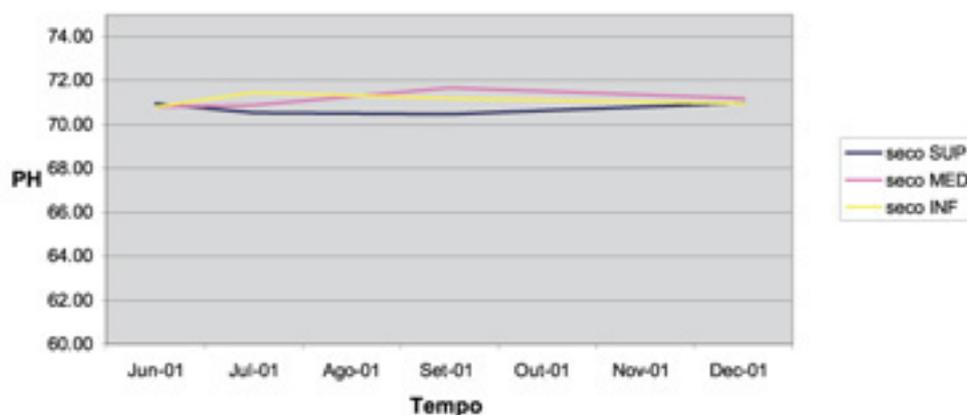


Gráfico 9. Evolução do peso hectolétrico durante o período do ensaio para as diferentes localizações do grão na bolsa de soja a 12,5% de umidade.

Evolução do Peso Hectolétrico - Soja Úmida

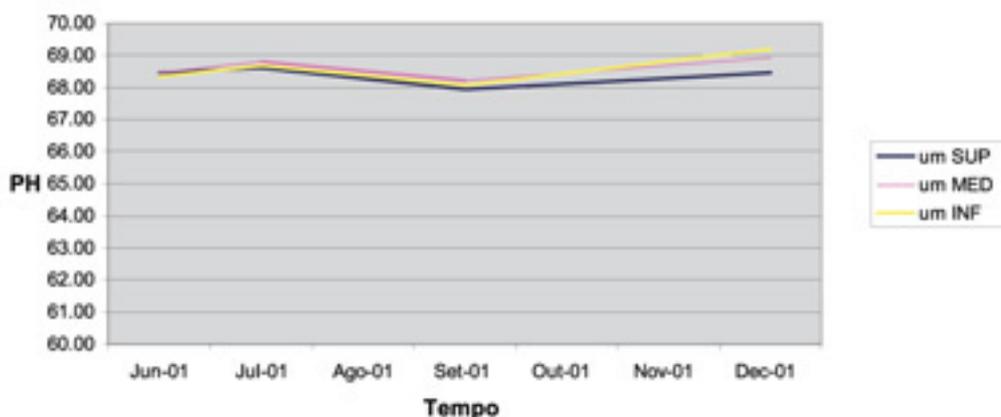


Gráfico 10. Evolução do peso hectolétrico durante o período do ensaio para as diferentes localizações do grão na bolsa de soja a 15,6% de umidade.

Evolução do conteúdo de Óleo

Quanto ao conteúdo de óleo das amostras obtidas na soja armazenadas com um promédio de 12,5% de umidade não se encontraram diferenças significativas ao longo do período em que durou o ensaio, assim como tampouco não foi encontradas entre os níveis inferior, médio e superior em nenhum dos momentos em que realizaram retiradas de amostras (0, 50, 93 e 160 dias, Gráfico 5).

Tampouco foi observou na soja armazenada a um promédio de 15.6% de umidade uma variação significativa no conteúdo de matéria gordurosa ao longo do período.

Conteúdo de Óleo - Soja seca

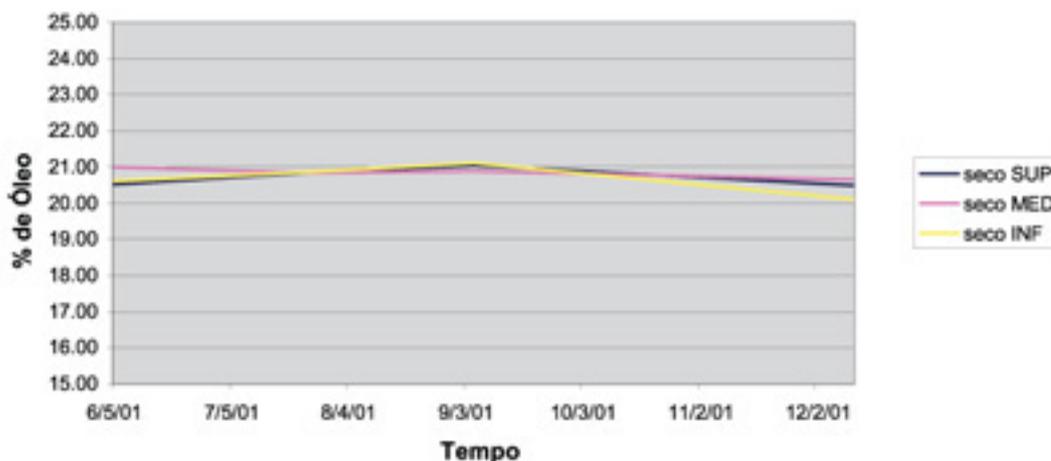


Gráfico 11: Evolução do conteúdo de óleo (em %) em soja armazenada a um promédio de 12,5% de umidade

Conteúdo de Óleo - Soja Úmida

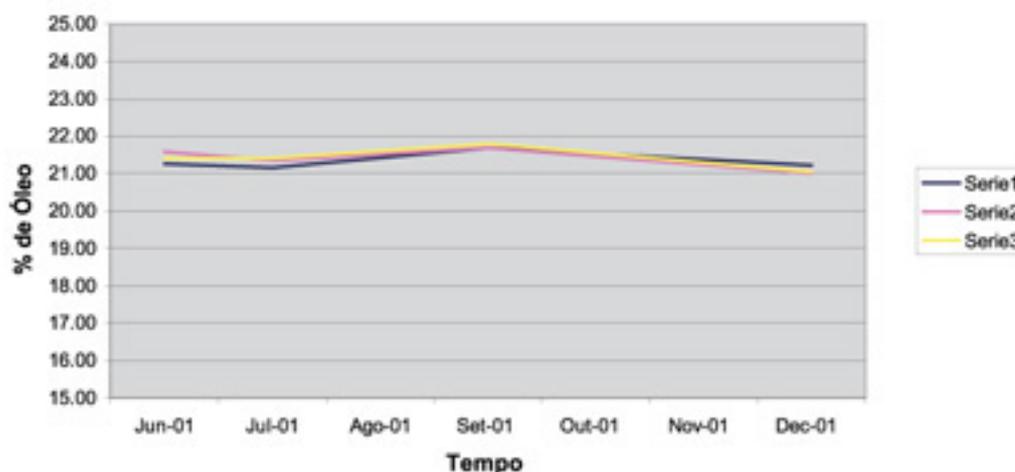


Gráfico 12: Evolução do conteúdo de óleo (em %) em soja armazenada a um promédio de 15,6% de umidade

Acidez da Matéria Gordurosa

Se observa no transcurso do ensaio um aumento gradual muito leve do nível do índice de acidez na soja armazenada na bolsa com um promédio de 12,5% de umidade (1.56, 1.62, 1.72 e 1.96 para os 0, 50, 93 e 160 dias respectivamente). As diferenças encontradas entre os distintos níveis mostrados (inferior, médio e superior) do material embolsado não são estatisticamente significativas. Para o caso da soja armazenada com um promédio de 15,6% de umidade a tendência é similar, si bem é um pouco mais pronunciada (1,72, 1,78, 2,17 y 2,34 para os mesmos dias de embolsado respectivamente). Estes valores de acidez são normais para a espécie, si bem os valores iniciais são elevados para os dados obtidos em sojas recentemente colhidas, os incrementos dessa acidez são mais baixos que em armazenamento em silos convencionais que em períodos similares podem passar os 3 pontos de acidez (Ferreira Pires, Alberi 1998). É importante fazer notar que a acidez da

matéria gordurosa na soja não tem nenhuma incidência na comercialização na Argentina, somente é medido ou levado em conta nos Estados Unidos de Norteamérica.

Acidez da Matéria Gordurosa – Soja Seca

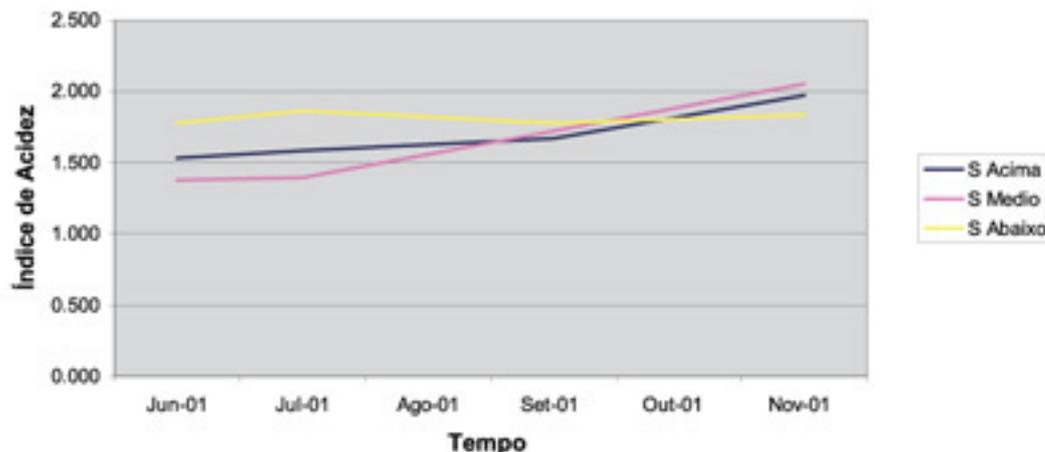


Gráfico 13: Evolução do Índice de Acidez da matéria gordurosa da soja colocadas nas bolsas com um promédio de 12,5% de umidade, através dos 160 dias que durou o ensaio.

Acidez da Matéria Gordurosa – Soja Úmida

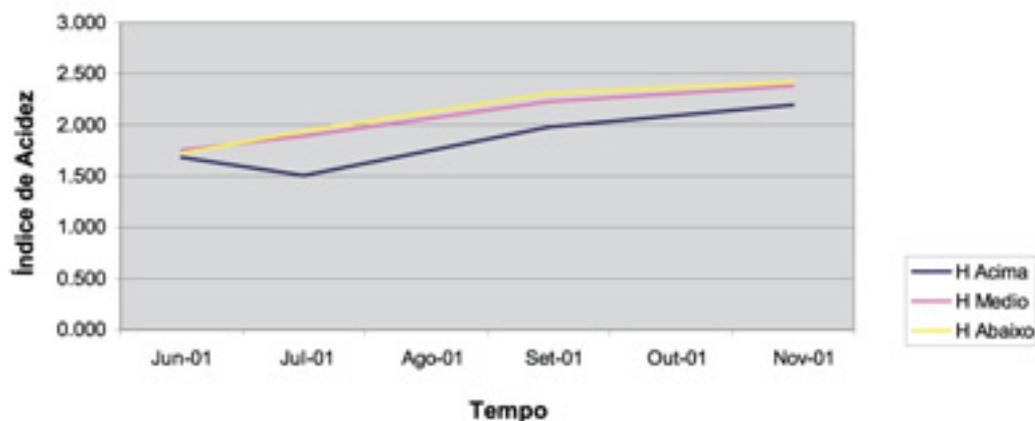


Gráfico 14: Evolução do Índice de Acidez da matéria gordurosa da soja colocadas nas bolsas com um promédio de 15,6% de umidade, através dos 160 dias que durou o ensaio.

Evolução de CO₂ e O₂

As medições de gases dentro das bolsas realizaram-se nos dias 5 e 20 de julho, 5 de setembro e 12 de novembro respectivamente e os valores estão apresentados nas tabelas 2 e 3

	30 dias		46 dias		93 dias		160 dias	
	CO ₂ (%)	O ₂ (%)						
Inferior	3.5	15.53	3.8	14.28	4.5	11.32	7.6	9.89
Médio	3.5	15.53	3.8	14.28	4.5	11.54	6.8	10.05
Superior	3.5	15.54	3.9	14.17	4.5	11.02	8.1	9.95
Promédio	3.5	15.53	3.83	14.24	4.5	11.29	7.5	9.96

Tabela 2: Porcentagem de CO₂ e O₂ medidos aos 30, 45, 92, e 161 dias na bolsa com soja a um promédio de 12,5% de umidade.

	30 dias		46 dias		93 dias		160 dias	
	CO ₂ (%)	O ₂ (%)						
Inferior	5.7	7.68	6.60	5.14	9.50	4.9	16.2	2.46
Médio	5.7	7.68	6.80	5.27	8.00	4.8	16.2	2.48
Superior	5.7	7.71	7.00	5.19	10.10	4.7	16.2	2.45
Promédio	5.7	7.69	6.80	5.20	9.2	4.8	16.2	2.46

Tabela 3: Porcentagem de CO₂ e O₂ medidos aos 30, 45, 92, e 161 dias na bolsa com soja a um promédio de 15,6% de umidade.

Como pode observar-se nas tabelas 2 e 3, os níveis de dióxido de carbono se incrementa muito devagar, principalmente no caso da bolsa com um promédio de 12,5% de umidade. Em ambos o caso se observa uma caída similar no nível porcentual de oxigênio. Esta caída lenta nos níveis de oxigênio e incrementos de dióxido de carbono estaria explicada pelas baixas temperaturas em que se encontram a massa de grãos, o que estaria afetando a taxa de respiração dos mesmos.

As medições efetuadas não determinaram diferenças de concentração de gases entre os níveis de localização (inferior, médio e superior) dentro da bolsa.

Atividades de insetos

Observou-se a presença de insetos vivos na primeira medição realizada aos 50 dias de colocada a soja na bolsa.

Esta medição apresenta a particularidade de manter maior quantidade de insetos vivos na bolsa com grão a 15,6% de umidade apesar de que as concentrações de dióxido de carbono são maiores que na de soja seca (12,5%). A bibliografia existente cita que com uma relação concentração de CO₂/tempo de exposição (ct-produto) de 9744%h consegue-se um controle total de insetos (White e Jayas, 1993).

Considerando que o grão a 12,5% de umidade, aos 30 dias de armazenagem se acumulou em relação ct-produto de 2520%h (720 hs *3,5%) e na soja a 15,6% de umidade esta relação alcança somente 4104%h aos 50 dias estas relações dão 4136%h e 7344%h respectivamente para a soja com 12,5% e 15,6% de umidade. De modo que seria possível atribuir a sobrevivência dos insetos à baixa dose de CO₂ recebida, a qual se apresenta como letal nas amostra dos 93 dias conseguindo-se valores de 9936%h e 20313%h para a relação calculada para a soja a 12,5% e 15,6% de umidade respectivamente.

Existem evidências que umidades relativas baixas podem causar mortalidade de insetos por efeito de desidratação (Bogliaccini, 2001). Este poderia ser o caso da soja seca, que apesar da relação concentração de dióxido de carbono e tempo de exposição mais baixa apresentou maior mortandade de insetos que na soja úmida.

Determinação de insetos vivos na soja a 15,6% de umidade												
Momento da Observação												
	Inicial			50 dias			93 dias			160 dias		
Inferior	10	10	10	7	5	8	0	0	0	0	0	0
Médio	10	10	10	2	1	2	0	0	0	0	0	0
Superior	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Promédio	30			8			0			0		

Determinação de insetos vivos na soja a 12,5% de umidade												
Momento da Observação												
	Inicial			50 dias			93 dias			160 dias		
Inferior	10	10	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Médio	10	10	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Superior	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Promédio	30			1			0			0		

Tabelas 4. Efeito sobre o controle de insetos.

Análises da qualidade comercial:

A análise de qualidade comercial da soja tanto a um promédio de 12,5% de umidade como a de promédio 15,6% de umidade não apresenta deterioro na semente armazenada em bolsas plásticas.

Si analisamos por separado os setores que compõe a análises que nos ocupa, pode-se observar que na semente com maior umidade se incrementa em promédio a quantidade de corpos estranhos presentes nas amostras, devido a menor possibilidade de limpeza que tem a colheitadeira quando se incrementa o teor da umidade.

Algo parecido sucede com o quebrado dos grãos, na medida em que os grãos se secam tornam-se mais frágeis e aumenta o quebrado por parte da colheitadeira.

A proporção de grãos lesionados é levemente maior nas bolsas com a soja mais úmida e esta proporção vai aumentando na medida em que se prolonga o período de armazenagem, e isto se deveria a lesões superficial que a semente sofre no momento de ser colocada na bolsa e que ao prolongar-se o tempo de armazenagem fungos e outros microorganismos vão ingressando na semente através dessas pequenas lesões e as deterioram.

De todas as formas em nenhum caso produz-se perdas por deterioro da qualidade comercial da soja armazenada, já que os valores máximos observados alcançam 0.40% de grãos lesionados na soja com um promédio de 12,5% de umidade e 0.73% de grãos lesionados na soja com um promédio de 15,6% de umidade, sendo a tolerância da base estatutária de 2,5% (Resolução N° 35.333 – Dezembro 1990).

Conclusões

- A evolução da temperatura foi influenciada pela posição do grão na bolsa. O grão da parte superior apresenta uma variação similar à temperatura externa. Quase imediato da temperatura, por dissipação de calor ao ar ambiente mais frio que o grão. Enquanto que o grão do centro da bolsa e o da posição inferior praticamente mantém a temperatura estável durante a primeira etapa de armazenamento na soja colocada na bolsa a 12,5%

de umidade, enquanto que a colocada com 15,6% de umidade incrementa levemente a temperatura inicial até alcançar um valor similar ao da soja mais seca e se mantém em ambos os casos até a segunda quinzena de setembro onde começa a elevar levemente seguindo as temperaturas médias exteriores.

- Não foi observada variação alguma no conteúdo de umidade promédio tanto na bolsa de soja a 12,5% como na de soja a 15,6% de umidade durante todo o período de armazenamento. Não se observou estratificação de umidade segundo a posição do grão na bolsa nos dois tratamentos, como tampouco se observaram migrações de umidade que produziram condensação na parte superior.

- O poder germinativo da soja diminuiu significativamente para o final do ensaio independentemente da umidade inicial à que se armazenou.

- O conteúdo do óleo não sofreu variações, nem no tempo nem por nível de localização dentro da bolsa, em nenhum dos dois tratamentos.

- A acidez da matéria gordurosa em ambos os tratamentos incrementa-se muito levemente, mas de forma constante. Este incremento não afeta a qualidade do óleo desde o ponto de vista comercial.

- A respiração do grão produziu um aumento na concentração de CO₂ e diminuição de O₂ no interior das bolsas. A variação da concentração dos gases mencionados foi menor que no caso do girassol e do trigo devida à baixa temperatura em que esta exposta a soja dentro da bolsa.

- Observou-se a presença de insetos vivos na primeira retirada de amostras, pois os níveis de CO₂ são baixos, observando-se a morte da totalidade dos mesmos nas retiradas posteriores (93 e 160 dias). No caso da soja seca, existiria a parte pelo efeito da baixa umidade ambiente no ar intergranário.

Bibliografía

Alagusumdaram, K., Jayas, D.J., Muir, W.E. White, N.D.G. y Sinha, R.N. 1995. Transaction of the ASAE. Vol.38(3): 895-901.

Annis, P.C. 1986. Towards rational controlled atmosphere dosage schedules: a review of current knowledge. Proc.4 th work conf. Stored Product Protection, Tel Aviv, Israel

ASAE. 1988. Agricultural Engineers Handbook, 35th ed. Am.Soc.Agr.Eng., St. Joseph, MI.

Bank, H.J. y Annis, P.C. 1980. Conversion of existing grain storage structures for modified atmosphere use. Controlled atmosphere storage of grains. Ed. Shejbal, 461-473. Amsterdam.

Baran, M., Venglovsky, J., Valovcik, J. Y Jonotikova, I. 1993. Maize storage in controlled CO₂ atmosphere. Polnohospodarstvo (CSFR). Abril 1992 v. 38(4) p. 249-256

Bartosik, R.E. y Rodríguez J.C. 1999. Evaluación de una técnica de almacenaje de granos a 8,4% de humedad en bolsas plásticas – Sistema silobag. Informe INTA-IPESA.

Bartosik, R.E., Maier, D.J. y Rodríguez, J.C. 2001. Effects of CO₂ Dosage and Exposure Time on the Mortality of Adult and Immature Stages of Sitophilus oryzae. Enviado al congreso de ASAE 2001. Paper N° 01-6110.

Bases Estatutarias de Soja. Resolución N°35.333 de la ex J.N.G. – Diciembre 1990.

Bogliaccini, A. 2001. Almacenamiento hermético. Revista Granos, Año VI-N°XXVII– junio 2001.

Brooker, D.B, Bakker-Arkema, F.W, y Hall, C.W. 1992. Drying and Storage of Grains and Oilseeds. Van

Nostrand Reinhold, 115 Fifth Avenue, New York.

Casini, C. 1996. Ensayo de simulación almacenamiento de trigo en silo- "bag". Hoja de divulgación INTA Manfredi.

Ferreira Pires, Alberi. 1998 . Acondicionamiento y almacenaje de granos. Aceites y Grasas. Pp 429:435. Setiembre de 1998.

Junta Nacional de Granos: Normas de Clasificación de Girasol. Resolución N°28503 del 13/2/86.

- Moreno, E., Menendez, A. Y Ramirez, J. 1987. Behavior of maize seeds under different storage regimes. Turrialba. 1987, 37:3, 267-273, 12 ref.
- Siebenmorgen, T.J., Freer, M.W., Benz, R.C. y Loewer, O.J. 1986. Controlled atmosphere storage system for rice. Paper ASAE. 1986, No. 86-6511, 26pp, 9 ref.
- Yanucci, D. 1996. Evolución del control de plagas de granos almacenados en Argentina. FAO.
- White, N.D.G. y Jayas D.S. 1993. Effectiveness of carbon dioxide in compressed gas or solid formulation for the control of insects and mites in stored wheat and barley. Phytoprotection 74:101-111.
- White, N.D.G., Jayas, D.S. y Sinha, R.N. 1990. Carbon dioxide as a control agent for the rusty grain beetle in stored wheat. J. econ. Entomol. 83(1):277-288.

ANEXO Tabelas

Temperatura da soja a 15,6% de umidade				
Momento da Observação				
Posição	5 de Junho	24 de Julho	5 de setembro	12 de novembro
Inferior	6.49	9.82	10.21	13.32
Médio	5.09	8.23	9.42	14.09
Superior	6.60	1.84	7.34	12.39
Promédio	6.06	6.63	8.99	13.27

Temperatura da soja a 12,5% de umidade				
Momento da Observação				
Posição	5 de Junho	24 de Julho	5 de setembro	12 de novembro
Inferior	9.55	10.21	10.21	12.93
Médio	9.55	8.63	9.42	13.32
Superior	7.29	0.87	6.55	13.63
Promédio	8.79	6.57	8.73	13.29

Tabela 5. Temperatura do grão a 15,6% de umidade e a 12,5% de umidade por posição e por momento de medição.

Umidade da soja a 15,6% de umidade				
Momento da Observação				
Posição	5 de Junho	24 de Julho	5 de setembro	12 de novembro
Inferior	15.62	15.71	15.65	15.50
Médio	15.71	15.78	15.51	15.60
Superior	15.51	15.26	15.55	15.69
Promédio	15.6	15.58	15.57	15.60

Umidade da soja a 12,5% de umidade				
Momento da Observação				
Posição	5 de Junho	24 de Julho	5 de setembro	12 de novembro
Inferior	12.47	12.62	12.38	12.66
Médio	12.39	12.52	12.40	12.68
Superior	12.50	12.55	12.43	12.90
Promédio	12.50	12.56	12.40	12.74

Tabela 6. Umidade do grão a 15,6% de umidade e a 12,5% de umidade por posição e por momento de medição.

Porcentagem de óleo em soja a 15,6% de umidade				
Momento da Observação				
Posição	5 de Junho	24 de Julho	5 de setembro	12 de novembro
Inferior	21.41	21.41	21.80	21.06
Médio	21.58	21.35	21.68	21.00
Superior	21.26	21.16	21.69	21.23
Promédio	21.41	21.30	21.72	21.09

Porcentagem de óleo em soja a 12,5% de umidade				
Momento da Observação				
Posição	5 de Junho	24 de Julho	5 de setembro	12 de novembro
Inferior	20.60	20.85	21.11	20.11
Médio	21.01	20.83	20.87	20.64
Superior	20.52	20.84	21.04	20.50
Promédio	20.71	20.84	21.00	20.41

Tabela 7. Conteúdo de óleo do grão a 15,6% de umidade e a 12,5% de umidade por posição e por momento de medição.

Índice de acidez do óleo da soja a 15,6% de umidade				
Momento da Observação				
Posição	5 de Junho	24 de Julho	5 de setembro	12 de novembro
Inferior	1.728	1.938	2.307	2.422
Médio	1.754	1.895	2.227	2.382
Superior	1.686	1.512	1.984	2.200
Promédio	1.722	1.781	2.172	2.334

Índice de acidez do óleo da soja a 12,5% de umidade				
Momento da Observação				
Posição	5 de Junho	24 de Julho	5 de setembro	12 de novembro
Inferior	1.781	1.867	1.777	1.839
Médio	1.380	1.398	1.723	2.056
Superior	1.534	1.582	1.672	1.973
Promédio	1.565	1.615	1.724	1.956

Tabela 8. Índice de acidez do óleo do grão a 15,6% de umidade e a 12,5% de umidade por posição e por momento de medição.

Posição	Cpos. estranhos	Terra	Lesionados	Quebrados	Perda
Superior	0.13	0.00	0.60	4.53	0.00
Medio	0.10	0.00	0.27	4.27	0.00
Inferior	0.13	0.00	0.33	6.33	0.00
Promedio	0.12	0.00	0.40	5.04	0.00

Tabela 9. Análises de qualidade comercial de soja com um promédio de 12,5% de umidade ao finalizar o ensaio (160 dias).

Posição	Cpos. estranhos	Terra	Lesionados	Quebrados	Perda
Superior	0.17	0.00	0.53	4.07	0.00
Medio	0.33	0.00	0.60	3.80	0.00
Inferior	0.43	0.00	1.07	3.60	0.00
Promedio	0.31	0.00	0.73	3.82	0.00

Tabela 10. Análises de qualidade comercial de soja com um promédio de 15,6% de umidade ao finalizar o ensaio (160 dias).

Poder Germinativo do grão de soja a 15,6% de umidade				
Momento da Observação				
Posição	5 de Junho	24 de Julho	5 de setembro	12 de novembro
Inferior	77.0 a	75.3 a	61.3 abc	53.0 c
Médio	74.0 a	72.3 ab	63.3 abc	52.0 c
Superior	72.7 ab	75.0 a	65.7 abc	55.7 c
Promédio	74.56	74.22	63.44	53.56

Poder Germinativo do grão de soja a 12,5% de umidade				
Momento da Observação				
Posição	5 de Junho	24 de Julho	5 de setembro	12 de novembro
Inferior	74.3 ab	78.0 a	70.7 ab	66.0 abc
Médio	73.3 ab	74.3 ab	68.3 abc	62.3 bc
Superior	75.0 ab	70.7 ab	67.3 abc	57.3 c
Promédio	74.22	74.33	68.78	61.89

Tabela 11. Poder Germinativo do grão a 15,6% de umidade e a 12,5% de umidade por posição e por momento de medição. Test de Duncan 5%: Valores com letras iguais não diferem significativamente.