



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DARCY RIBEIRO

ERICH BARROS BRANDANI

**EFEITO DO GÁS OZÔNIO NO CONTROLE DE FUNGOS E NA
QUALIDADE FISIOLÓGICA EM SEMENTES DE SOJA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (GRADUAÇÃO)

BRASÍLIA/DF
OUTUBRO/2014



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DARCY RIBEIRO

**EFEITO DO GÁS OZÔNIO NO CONTROLE DE FUNGOS E NA
QUALIDADE FISIOLÓGICA EM SEMENTES DE SOJA**

ERICH BARROS BRANDANI

ORIENTADORA: NARA OLIVEIRA SILVA SOUZA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
SUBMETIDO À FACULDADE DE AGRONOMIA
E MEDICINA VETERINÁRIA DA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À
OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO
AGRÔNOMO.

BRASÍLIA/DF
OUTUBRO/2014



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DARCY RIBEIRO

**EFEITO DO GÁS OZÔNIO NO CONTROLE DE FUNGOS E NA
QUALIDADE FISIOLÓGICA EM SEMENTES DE SOJA**

ERICH BARROS BRANDANI

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO À FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO AGRÔNOMO.

APROVADA POR:

NARA OLIVEIRA SILVA SOUZA, DSc (UnB – FAV), Email: narasouza@unb.br
(ORIENTADORA)

CRISTINA SCHETINO BASTOS, DSc (UnB – FAV), Email: cschetino@unb.br
(EXAMINADORA)

ERNANDES RODRIGUES DE ALENCAR, DSc (UnB – FAV), Email: ernandesalencar@unb.br (EXAMINADOR)

BRASÍLIA/DF, 31 DE OUTUBRO DE 2014.

FICHA CATALOGRÁFICA

Brandani, Erich Barros

Efeito do gás ozônio no controle de fungos em sementes de soja. / Erich Barros Brandani; orientação de Nara Oliveira Silva Souza – Brasília, 2014.

49p.

Trabalho de Conclusão de Curso Agronomia – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2014.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BRANDANI, E. B. **Efeito do gás ozônio no controle de fungos e na qualidade fisiológica em sementes de soja.** Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Agronomia – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2014, 49p.

CESSÃO DE CRÉDITOS

NOME DO AUTOR: Erich Barros Brandani

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (GRADUAÇÃO): Efeito do gás ozônio no controle de fungos e na qualidade fisiológica em sementes de soja. ANO: 2014

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos.

Erich Barros Brandani

CPF: 018.066.261-95

E-mail: erich_bb@hotmail.com

“See the animal in it's cage that you built,
Are you sure what side you're on?
Better not look him too closely in the eye,
Are you sure what side of the glass you are on?”

Nine Inch Nails – Right Where It Belongs.

DEDICO

À Maria das Dores Souza Barros, minha amada mãe, que sempre iluminou minha vida com todo seu amor e carinho, sempre me incentivou e me deu forças, me ensinando que a vida perde o sentido quando não se põe amor em qualquer coisa que você faça.

Ao Hamilton Brandani, meu querido pai, que é a base de todo o meu comprometimento e determinação profissional, que sempre me apoiou e me deu força para conseguir alcançar meus sonhos, até mesmo os que eu não sabia que teria.

Ao meu querido irmão Yuri, meu companheiro de vivências, que compartilha comigo toda sua experiência, me ensinando, mesmo sem querer, que por mais que a vida não seja fácil, sempre há uma forma de seguir em frente e ser feliz.

À minha família, base de todo o carinho e amor que existe em mim.

Aos meus amigos, que não são muitos, mas são os mais sinceros, que sempre estiveram comigo, me apoiando e dando força.

A todos os meus professores, que me mostraram várias realidades dentro do curso e colaboraram para que minha formação profissional fosse o mais completa possível.

AGRADEÇO

A meu pai e mãe, a base do meu ser. Pessoas maravilhosas que sempre me deram todo o amor, apoio, educação que eu precisei, sendo o combustível de todos os meus sonhos. Pessoas que moldaram meu caráter e são responsáveis por todas as minhas conquistas. Pessoas que inspiram a gratidão, o carinho e o amor mais sincero que eu já senti na minha vida.

À minha namorada Andiará, por todo o carinho, amor e atenção, por compreender meus defeitos e ressaltar minhas qualidades, renovando minhas forças e me incentivando sempre. Por ser minha amiga e companheira de todos os momentos, me ajudando a enxergar a vida de uma forma diferente.

À professora Nara, por compartilhar seu conhecimento e sua sabedoria, tendo grande importância em minha formação profissional. Por toda a ajuda e dedicação oferecida, por me ajudar a definir meus caminhos e ter certeza dos meus objetivos profissionais.

À professora Cristina Schetino Bastos, por me mostrar a realidade por traz deste curso e ainda assim despertar ainda mais o amor que eu tenho por essa ciência. Por ser uma pessoa de caráter exemplar, que me ensinou valores e me mostrou o quão prazeroso é trabalhar com o que você gosta. Uma pessoa que vou ser sempre grato por toda a atenção e sabedoria passada durante minha formação.

A todos os meus amigos de curso, que me apoiaram e se tornaram amigos de verdade, dando força e ajudando nos momentos difíceis e compartilhando conquistas e momentos felizes. Amigos e futuros profissionais que assim como eu, irão realizar o sonho de se formar e guardarão isso na memória para sempre.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Cenário da soja.....	3
2.2 Sementes de soja.....	4
2.3 Qualidade fisiológica de sementes de soja.....	5
2.3.1 Fatores de deterioração.....	6
2.3.1.1 No campo	7
2.3.1.2 No armazenamento.....	8
2.4 Fungos em sementes de soja.....	8
2.5 Uso do gás ozônio.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1 Semente utilizada.....	13
3.2 Análises laboratoriais.....	13
3.2.1 Exposição das sementes ao gás ozônio	13
3.2.2 Teste padrão de germinação (TPG).....	14
3.2.3 Crescimento de plântulas	14
3.2.4 Índice de Velocidade de Germinação (IVG).....	15
3.2.5 Teste de condutividade elétrica	15
3.2.6 Teste de sanidade de Semente.....	15
3.3 Emergência de plântulas em campo (EC)	16
3.4 Análise estatística	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5. CONCLUSÕES	27
6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	28

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Análise de variância de características de sanidade em sementes de soja.....	17
Tabela 2. Análise de variância de características da qualidade fisiológicas em sementes de soja.....	18
Tabela 3. Valores médios obtidos nos caracteres para avaliação da qualidade fisiológica sanidade em soja.....	19
Tabela 4. Média geral de características para avaliação da qualidade fisiológica e sanidade em soja, considerando o fator concentração.....	21
Tabela 5. Média geral de características para avaliação da qualidade fisiológica e sanidade em soja, considerando o fator período de exposição.....	22
Tabela 6. Interação entre os fatores concentração e período de exposição na qualidade fisiológica e teste de sanidade em sementes de soja.....	24

RESUMO

Uma técnica que vem se mostrando promissora no controle de fungos em grãos, é o uso do gás ozônio, contudo, ainda não se tem informação, se este tratamento interfere na qualidade fisiológica em sementes de soja. Com isso, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do gás ozônio no controle de fungos em sementes de soja e se este tratamento afeta a qualidade fisiológica dessa espécie. Sementes de soja da variedade, P98Y11, foram submetidas a duas concentrações de gás ozônio, 10 mg/L (A) e 20 mg/L (B), e quatro períodos de exposição, 0,5; 1; 1,5 e 2 horas, compondo um fatorial 2 (concentrações) x 4 (períodos de exposição), totalizando 8 tratamentos juntamente com a testemunha sem nenhum tipo de tratamento, dispostos no delineamento inteiramente casualizado com três repetições. As sementes foram avaliadas através dos seguintes testes: germinação (TPG); comprimento de plântula (CP) e de raiz (CR); índice de velocidade de germinação (IVG); emergência em campo (EC); condutividade elétrica (CE); fungos totais (FT); *Aspergillus* spp. (ASP) e *Fusarium* spp. (FUS). Tanto para concentração quanto para o período de exposição e a interação entre os dois fatores houve diferença significativa em todas as avaliações, com exceção de *Aspergillus* spp. Na interação entre os dois fatores, concentração e período de exposição, observou-se no teste de germinação, que a melhor combinação foi obtida no tratamento com concentração de 10mg/L e período de exposição de 1,0 hora. O mesmo pôde ser verificado nos testes de comprimento de plântulas, comprimento de raiz, IVG e condutividade elétrica. O mesmo padrão não foi seguido apenas no teste de emergência em campo, onde a maior média foi obtida no tratamento com exposição de sementes à concentração de 20mg/L e período de exposição de 1,5 horas. Com base nos resultados pode-se inferir que o tratamento com concentração de 10mg/L e período de exposição de 1 hora foi o que proporcionou melhores resultados em relação à qualidade fisiológica de sementes de soja, levando-se em conta o favorecimento da germinação e vigor das sementes. Em relação aos fitopatógenos da semente observou-se que o melhor tratamento foi o que empregou a concentração de 20mg/L do gás ozônio e um período de exposição de 1,5 horas. O uso do gás ozônio pode ser eficiente no controle de fungos em sementes de soja, contudo antes que uma recomendação possa ser feita, faz-se necessário ajustar a metodologia quanto à concentração e o período de exposição.

1. INTRODUÇÃO

A soja é atacada no campo por um grande número de doenças, sendo a maioria delas transmitida pelas sementes. De maneira geral, nos sistemas de produção de sementes no Brasil, a qualidade sanitária tem sido frequentemente relegada a segundo plano. Nesse contexto, a sanidade de sementes apresenta-se com significativa importância, uma vez que 90% das espécies destinadas à produção de alimentos no mundo são propagadas por sementes. Estas, como principal insumo, devem merecer uma maior atenção por parte de qualquer segmento agrícola, uma vez que determinados microorganismos, associados a elas, podem constituir-se em fator altamente negativo no estabelecimento inicial de uma lavoura (GOULART, 2004).

A maioria das doenças de importância econômica que ocorre na soja é causada por patógenos que são transmitidos pelas sementes. Dentre eles, merecem destaque: *Phomopsis* spp. - anamorfo de *Diaporthe* spp. (causador do cancro da haste da soja, da seca da haste e da vagem da soja e da deterioração das sementes), *Cercospora sojina* (causador da mancha olho-de-rã), *C. kikuchii* (causador da mancha púrpura da semente e do crestamento foliar), *Colletotrichum truncatum* (causador da antracnose), *Fusarium semitectum* (causador da deterioração das sementes), *Aspergillus flavus* (fungo de armazenamento), *Sclerotinia sclerotiorum* (causador da podridão branca da haste e da vagem) e *Rhizoctonia solani* (causador do tombamento de plântulas e morte em reboleira) (MENTEMN, 1995). Esses patógenos são detectados e identificados nas sementes de soja através da realização de um teste específico, isto é, teste de sanidade ou de patologia de sementes (BRASIL, 2009).

Dentre as medidas recomendadas para o controle desses patógenos, o tratamento das sementes de soja com fungicidas tem sido o mais adotado (GOULART, 2004). Contudo, o sucesso da atividade de produção da soja depende da adoção integrada de um maior número possível de tecnologias, entre elas, o uso de sementes sadias e tratadas com fungicidas ou outros tipos de tratamentos que visem o controle de fungos.

Nos últimos anos, a utilização do ozônio tem-se expandido de forma considerável, nacional ou internacionalmente, em diferentes áreas de aplicação, como no tratamento de água potável, efluentes domésticos e industriais e processos de branqueamento de celulose, entre outros. Novos segmentos de aplicação do ozônio são desenvolvidos, principalmente nas

áreas de processamento de alimentos e agricultura, com aprovação da FDA (Food and Drug Administration) dos Estados Unidos, para esta finalidade (RICE & GRAHAM, 2002).

O ozônio (O₃) é um poderoso agente oxidante que pode ser gerado no local, através de um processo de descarga elétrica (KIM *et al.*, 1999); desta forma, sua utilização se torna atraente no controle de insetos e fungos em grãos armazenados, pelo fato de descartar a necessidade de manipulação, armazenamento ou eliminação dos recipientes de produtos químicos e, ainda, em virtude de possuir uma meia vida curta e de seu produto de degradação ser o oxigênio (KELLS *et al.*, 2001; MENDEZ *et al.*, 2003).

Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do gás ozônio no controle de fungos em sementes de soja e se este tratamento afeta a qualidade fisiológica da semente dessa espécie.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cenário da soja

O consumo de soja vem aumentando gradativamente em vista do aumento da população mundial e do poder aquisitivo das pessoas, principalmente de países em desenvolvimento, como o Brasil, China e Índia (SEAB, 2013). Tal aumento é um dos principais fatores que impulsionam a produção de soja no mundo. Apenas a China é responsável por mais de 60% da demanda mundial e este cenário só tende a aumentar. De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), a produção mundial de soja estimada para a safra de 2014/2015 é de 304,8 milhões de toneladas, obtendo um crescimento de 7% em relação à safra de 2013/2014 que foi de 283,9 milhões de toneladas. Nos últimos 5 anos a produção mundial de soja cresceu cerca de 15%, sendo impulsionada principalmente pela safra dos Estados Unidos e do Brasil. A participação do Brasil e dos Estados Unidos na produção mundial da safra de 2013/2014 foi de aproximadamente 62%. Já para a safra de 2014/2015 estima-se que esta participação cresça cerca de 2%, chegando a 64% da produção mundial de soja (USDA, 2014).

No Brasil, o aumento da área plantada vem gerando um crescimento considerável para a produção de soja. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, a área de plantio no país é de 30,1 milhões de hectares para a safra de 2013/2014. Esse valor é 2,40 milhões de hectares superior à área cultivada na safra 2012/13. Em valores percentuais a variação positiva é de 8,7%. Na safra de 2012/2013 a produção nacional foi de 81,4 milhões de toneladas, já em 2013/2014 obteve-se um aumento de aproximadamente 5% sendo produzidas 85,6 milhões de toneladas (CONAB, 2014). Para a safra de 2014/15 estima-se um crescimento de 4% na produção, alcançando 91 milhões de toneladas (USDA, 2014).

O Brasil vem tomando o lugar dos Estados Unidos como o maior exportador de soja no mundo. Na safra de 2012/2013 o Brasil exportou 41,9 milhões de toneladas enquanto os Estados Unidos exportou 35,9 milhões de toneladas. Já na safra de 2013/2014 o Brasil exportou 42,5 milhões de toneladas, superando novamente os Estados Unidos que exportou pouco mais de 37 milhões de toneladas (SEAB, 2013). Para a safra de 2014/2015 estima-se que este cenário permaneça o mesmo (USDA, 2014).

Vindo deste cenário de crescimento da cultura da soja no Brasil, percebemos que os recursos para tal crescimento são provenientes da implantação de uma série de técnicas e ferramentas no manejo da lavoura. A adoção de boas práticas de manejo agrícola, de cultivares melhoradas e de tecnologia moderna fez com que os rendimentos das lavouras brasileiras experimentassem, nos últimos anos, um novo patamar de produtividade. Atualmente, no Brasil, são comuns patamares de produtividade de milho acima de 10.000 quilos por hectare e de mais de 3.000 quilos por hectare na cultura da soja (SANTOS, 2014).

2.2 Sementes de soja

Consideradas a base do agronegócio, as sementes são responsáveis por expressar o potencial genético de produtividade, resistência ou tolerância a estresses bióticos ou abióticos, além de conferir atributos de qualidade física, fisiológica e sanitárias a quem as utiliza corretamente, garantindo assim, um desempenho agrônômico não encontrado com a utilização de grãos para semeadura. A possibilidade de germinação do grão leva os produtores à sua utilização equivocada, visto que em comparação às sementes, o grão não tem nenhuma garantia de vigor, sanidade, pureza, entre tantos outros fatores que fazem com que a utilização de grãos comprometa o sucesso econômico da lavoura (KRZYZANOWSKY *et al.*, 2008).

Morfologicamente, a semente é idêntica ao grão comercial, entretanto, semente é aquela produzida com finalidade de semeadura, sob cuidados especiais. O processo de produção de sementes de qualidade exige, além de um amplo e rigoroso sistema de controle interno de qualidade por parte das empresas produtoras, o cumprimento de leis e normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento e outros mecanismos reguladores, os quais determinam padrões mínimos de qualidade e controle do processo produtivo a fim de se garantir uma produção certificada de sementes. Porém, a taxa de utilização de sementes para a cultura da soja ainda é considerada baixa. De acordo com dados da Associação Brasileira de Sementes e Mudas, a taxa de utilização de sementes de soja no Brasil para a safra de 2012/2013 foi de 64%, número considerado baixo, principalmente se compararmos com a cultura do milho, que obteve uma taxa de 90% na safra do mesmo ano (ABRASEM, 2014).

Uma semente de alta qualidade tem destaque por influenciar diretamente a produtividade agrícola, visto que é responsável por maximizar a ação de insumos e das

técnicas de manejo, traduzindo-os em uma maior produtividade. A semente de qualidade influi diretamente no sucesso da lavoura e contribui significativamente para que os altos níveis de produtividade sejam alcançados (ABRASEM, 2014).

A utilização de sementes tornou-se imprescindível para todas as culturas e é nesse sentido que a mesma desponta, hoje, como o principal veículo de tecnologia e inovação no setor agrícola (SANTOS *et al.*, 2014).

2.3 Qualidade fisiológica de sementes de soja

A qualidade fisiológica da semente é avaliada por duas características fundamentais: germinação e vigor (POPINIGIS, 1977). O teste de germinação, procura avaliar a máxima germinação da semente. Porém, este teste frequentemente não é eficiente para determinar a qualidade de um lote para semeadura, pois as condições adotadas em laboratório não são obrigatoriamente encontradas em campo, causando discrepâncias com relação aos resultados obtidos. A constatação de que o teste de germinação era inadequado para estimar a emergência das plântulas em campo, sob condições adversas de ambiente, motivou o desenvolvimento de conceitos de vigor e, conseqüentemente, de novos testes para aprimorar a eficiência da avaliação da qualidade fisiológica das sementes (McDONALD, 1975). A germinação pode ser simplificada em processos iniciais como: embebição da semente e ativação do metabolismo, seguido do rompimento do tegumento, da emissão da radícula e do crescimento da plântula (PRISCO *et al.*, 1981). Enquanto, vigor compreende um conjunto de características que determinam o potencial fisiológico das sementes, sendo influenciado pelas condições de ambiente e manejo durante as etapas de pré e pós-colheita (VIEIRA & CARVALHO, 1994).

Os principais componentes básicos da qualidade de sementes (genética, física, fisiológica e sanidade) são equivalentes, porém, o potencial fisiológico desempenha um papel de maior atenção nas pesquisas, haja vista que sem uma boa germinação e sem um bom vigor, as outras características se tornam irrelevantes. A qualidade da semente é traduzida exatamente no fim a que ela se destina, ou seja, no resultado da cultura que ela gera. Essa qualidade é facilmente observada na uniformidade do estande, em um material sadio que não é veículo de transmissão de patógenos, em um alto vigor, capaz de superar as mais diversas

condições adversas e da sua capacidade de manter a sua vitalidade por um período de tempo, isto é, a sua longevidade (POPINIGS, 1977).

O potencial fisiológico das sementes pode ser seguramente estimado através de dados obtidos a partir da germinação e especialmente do vigor das mesmas. Entretanto, o vigor, pela sua própria característica de complexidade, nem sempre pode ser avaliado completamente por apenas um teste, razão pela qual, recomenda-se o uso de vários testes para que se tenha uma ideia mais precisa da qualidade fisiológica de um lote de sementes (SCHEEREN *et al.*, 2010). Estes autores avaliaram o efeito do vigor na produtividade da soja e concluíram que dentre a utilização de lotes de sementes de baixo e alto vigor, os maiores resultados de produtividade estavam correlacionados com a utilização de sementes de alto vigor. Sementes com baixo vigor podem provocar reduções na velocidade e na emergência total, no tamanho inicial, na produção de matéria seca, na área foliar e nas taxas de crescimento das plantas (KOLCHINSKY *et al.*, 2005). Lotes com menor vigor, em função da maior variação entre as sementes, apresentam maior desuniformidade e menor velocidade na emergência (SCHUCH, 1999).

Fazer uso de sementes que apresentam um elevado potencial fisiológico traz benefícios que incluem uma melhor germinação, sendo esta rápida e uniforme, plântulas que suportam uma gama variada de adversidades ambientais, tais como, estresses hídricos e apresentam uma maturidade mais uniforme da colheita, o que traz um enorme benefício por ocasião da colheita, evitando que se colha um produto maduro e outro não.

2.3.1 Fatores de deterioração

A qualidade da semente de soja pode ser influenciada por diversos fatores, que podem ocorrer durante toda a fase produtiva da cultura e durante as demais etapas de produção, como a colheita, secagem, beneficiamento, armazenamento e transporte. Tais fatores abrangem extremos de temperatura durante a maturação, flutuações das condições de umidade no ambiente, no campo ou durante o armazenamento, além de técnicas inadequadas de colheita. (BARRETO, 2011). A qualidade sanitária da semente também é fundamental, pois afeta negativamente a qualidade fisiológica da semente, bem como a sanidade da lavoura e dos ambientes de armazenamento, pois diversos fungos como *Phomopsis* ssp., *Colletotrichum truncatum*, *Fusarium* ssp., e *Aspergillus* ssp., ao infectarem a semente, contribuem para a redução do vigor e da germinação (HENNING, 2005).

A redução na qualidade é, em geral, traduzida pelo decréscimo na percentagem de germinação, aumento de plântulas anormais e redução no vigor das plântulas (TOLEDO *et al.*, 2009).

2.3.1.1 No campo

Estresses climáticos e nutricionais, frequentemente associados com danos causados por insetos e por microrganismos, são considerados como as principais causas da deterioração da semente no campo. A deterioração por umidade é a fase desse processo que ocorre após a maturação fisiológica, antes, porém, de a semente ser colhida. É um dos fatores mais detrimenais que afetam a qualidade da semente de soja (FRANÇA NETO *et al.*, 2007).

A exposição de semente de soja a ciclos alternados, de elevada e baixa umidades, antes da colheita, devido à ocorrência de chuvas frequentes ou às flutuações diárias de alta e baixa umidade relativa do ar, resultará na sua deterioração por umidade. Essa deterioração será ainda mais intensa se tais condições estiverem associadas com condições de elevadas temperaturas (FRANÇA NETO & HENNING, 1984). Como resultado desse processo, ocorre a formação de rugas nos cotilédones, na região oposta ao hilo. Além das consequências diretas na qualidade da semente, a deterioração por umidade pode resultar em maior índice de danos mecânicos na colheita, uma vez que semente deteriorada é extremamente vulnerável aos impactos mecânicos. A deterioração no campo será intensificada pela interação com alguns fungos de campo (HENNING, 2005).

No Brasil, um país continental onde se podem encontrar diversas regiões com condições climáticas diferentes, é preciso ter ciência das regiões com maior potencial produtivo. É possível se obter uma semente de melhor qualidade em regiões temperadas do que em regiões tropicais, visto que em regiões tropicais se tem uma maior ocorrência de chuvas juntamente com frequentes oscilações de temperatura e umidade

Costa *et al.* (2003) avaliou a qualidade da semente de soja de regiões produtoras dos estados do Paraná, Minas Gerais, Goiás e Rio Grande do Sul, obtendo resultados de melhor qualidade de semente de soja proveniente das regiões do sul do Paraná e do estado do Rio Grande do Sul, onde se encontra um menor índice de deterioração por umidade, lesões de percevejos e sementes quebradas. Costa *et al.* (2001) e Mesquita *et al.* (1999) constataram que mesmo com a utilização de tecnologias avançadas, a qualidade da semente produzida em

determinadas regiões do Brasil tem sido severamente comprometida em função dos elevados índices de deterioração por umidade, de lesões de percevejos, de quebras, de ruptura de tegumento e de danos mecânicos.

2.3.1.2 No armazenamento

O armazenamento é uma prática fundamental que pode ajudar na manutenção da qualidade fisiológica da semente sendo também um método por meio do qual se pode preservar a viabilidade das sementes e manter seu vigor até a futura semeadura (AZEVEDO *et al.*, 2003). Para Cardoso *et al.* (2012), o processo de deterioração é inevitável mas pode ser retardado dependendo das condições de armazenamento e das características da semente. Dentre os fatores que afetam a qualidade da semente durante o armazenamento estão a temperatura e o teor de água da semente. Segundo Berbert *et al.* (2008), o teor de água é o fator de maior significância na prevenção da deterioração do grão durante o armazenamento.

Mantendo-se baixo o teor de água e a temperatura do grão, o ataque de microrganismos e a respiração terão seus efeitos minimizados. Conforme Silva (2008) há um incremento na taxa respiratória proporcional ao aumento da temperatura, que fica na dependência do teor de água das sementes. Com o teor de água superior a 14% (b.u.) a respiração aumenta rapidamente na maioria dos cereais ocasionando sua deterioração. A temperatura e a umidade relativa são determinantes no processo de perda de viabilidade de sementes durante o armazenamento e alterações na qualidade do produto e, em contrapartida, dos subprodutos (KONG *et al.*, 2008; MALAKER *et al.*, 2008).

Tendo em vista todos os fatores que podem comprometer a qualidade fisiológica de sementes, é de suma importância a valorização de produtores de sementes certificadas, pois tal produção esta à parte de toda a complexidade do processo e é responsável por disponibilizar aos agricultores, materiais certificados que dão mais segurança à atividade agrícola.

2.4 Fungos em sementes de soja

De maneira geral, nos sistemas de produção de sementes no Brasil, a qualidade sanitária tem sido frequentemente relegada a segundo plano. Nesse contexto, o controle da

sanidade de sementes apresenta-se com significativa importância e deve ser exercitado em todas as etapas de sua produção, uma vez que 90% das espécies destinadas à produção de alimentos no mundo são propagadas por sementes. Estas, como principal insumo, merecem uma maior atenção por parte de qualquer segmento agrícola, visto que são consideradas como veículo de sobrevivência e disseminação de patógenos e tais microorganismos, associados a elas, podem constituir-se em fator altamente negativo no estabelecimento inicial de uma lavoura (GOULART, 2004). Os patógenos transportados por sementes podem associar-se às mesmas de diferentes maneiras, contaminando-as superficialmente, ou colonizando os tecidos internos (TEIXEIRA *et al.*, 1997). Segundo Machado (1988), dentre os microorganismos fitopatogênicos, os fungos são os mais ativos, tendo uma maior habilidade e eficiência em penetrar os tecidos vegetais e conseqüentemente, maior facilidade de infectarem a semente.

Sabe-se que muitas doenças existentes no Brasil tiveram seus agentes causais introduzidos através de sementes que carregam interna ou externamente organismos patogênicos. A não detecção da presença de fungos na semente pode acarretar uma grande perda na qualidade da mesma, visto que o desenvolvimento fúngico no interior da semente pode causar danos por deterioração e levar à completa perda de sua viabilidade (BERJAK, 1987). O processo de deterioração de uma semente ocorre naturalmente por se tratar de um organismo vivo, onde ocorrem mudanças fisiológicas e estruturais em sua composição no decorrer do processo. A possível presença de microorganismos fitopatogênicos pode afetar negativamente a qualidade fisiológica da semente, aumentando o nível de deterioração de sua estrutura celular (BARTON, 1985; citado por MANTOVANELI, 2001).

De forma geral, os patógenos causam danos às plantas através da interferência em diversos processos fisiológicos essenciais. Existem patógenos que destroem os órgãos de reserva ou tecidos jovens; outros que danificam o sistema radicular ou o sistema vascular, afetando, respectivamente, a absorção e o transporte de água e nutrientes; outros patógenos interferem na fotossíntese, enquanto um grupo especializado afeta a distribuição da seiva elaborada. Esses danos ocorrem pela ação de enzimas, toxinas e reguladores de crescimento produzidos por esses microorganismos. Patógenos ligados a todos esses grupos de doenças podem estar associados às sementes (NEERGAARD, 1977; MENTEN, 1991; MACHADO 1988).

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é atacada por um grande número de doenças fúngicas e algumas bacterianas, além de viroses e nematoides. Dentre estas, as doenças causadas por fungos são consideradas muito importantes, não somente devido ao maior

número, mas pelos prejuízos causados, tanto no rendimento quanto na qualidade das sementes (HENNING, 2004). Dentre estes fitopatógenos, merecem destaque: *Phomopsis* spp. - anamorfo de *Diaporthe* spp. (causador do cancro da haste da soja, da seca da haste e da vagem da soja e da deterioração das sementes), *Cercospora sojina* (causador da mancha olho-de-rã), *C. kikuchii* (causador da mancha púrpura da semente e do crestamento foliar), *Colletotrichum truncatum* (causador da antracnose), *Fusarium semitectum* (causador da deterioração das sementes), *Aspergillus flavus* (fungo de armazenamento), *Sclerotinia sclerotiorum* (causador da podridão branca da haste e da vagem) e *Rhizoctonia solani* causador do tombamento de plântulas e morte em reboleira) (MENTEM, 1995).

Esses patógenos são detectados e identificados nas sementes de soja através da realização de um teste específico (Teste de Sanidade ou de Patologia de Sementes), descrito no Manual de Análise Sanitária de Sementes (BRASIL, 2009). A análise sanitária da semente, juntamente com outros testes fisiológicos como tetrazólio, germinação e vigor, dentre outros, pode esclarecer as causas de problemas de baixa qualidade da semente, além de orientar, com maior precisão, a necessidade ou não do tratamento da semente com fungicidas.

Segundo HENNING (2004), o teste de sanidade de semente pode ser considerado como “medicina preventiva”, tanto nos programas de quarentena quanto no sistema de produção de semente certificada. Mas para que os testes de sanidade de sementes se tornem eficientes, devem predizer, com relativa precisão, o comportamento dos principais patógenos associados às sementes, fornecendo assim, informações confiáveis acerca da qualidade sanitária da semente destinada à semeadura ou aos serviços de quarentena. Os testes de sanidade de sementes também podem esclarecer as causas da baixa germinação, comum em amostras com elevados índices de infecção. Um exemplo típico dessa situação é fornecido pelo DIACOM (Diagnóstico Completo) que esclarece a baixa germinação de sementes de soja nos testes de germinação em laboratório, quando estas estão com altos índices de *Phomopsis* spp. (HENNING & FRANÇA NETO, 1980; 1984).

Dentre as medidas recomendadas para o controle desses patógenos, o tratamento das sementes de soja com fungicidas tem sido o mais adotado (GOULART, 2004). Além de controlar patógenos importantes transmitidos pela semente, o tratamento de sementes é uma prática eficiente para assegurar populações adequadas de plantas, quando as condições edafoclimáticas durante a semeadura são desfavoráveis à germinação e à rápida emergência da soja, deixando a semente exposta por mais tempo a fungos habitantes do solo, tais como: *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp. e *Aspergillus* spp. e *Pythium* spp. (principalmente no sul

do País) dentre outros, que podem causar a deterioração da semente no solo ou a morte de plântulas.

Contudo, o sucesso da atividade de produção da soja depende da adoção integrada do maior número possível de tecnologias, visando uma maior eficiência no controle de fungos em sementes e possivelmente a redução de custos no processo produtivo. Para isto, torna-se fundamental a incorporação de métodos alternativos no controle de fungos em sementes. Pode-se ter como exemplo o método alternativo de controle de fungos com a utilização de extratos vegetais. Estudos feitos comprovam que extratos aquosos e óleos essenciais obtidos a partir de plantas apresentam atividade antifúngica contra uma ampla gama de fungos (VENTUROSOSO, 2009).

Outro método, que é o objetivo de estudo deste trabalho, é a utilização do gás ozônio (O_3) no controle de fungos em sementes de soja.

2.5 Uso do gás ozônio

O ozônio (O_3), ou oxigênio triatômico, é uma molécula instável formada pela adição de um átomo de oxigênio à molécula diatômica de oxigênio (O_2). A molécula de ozônio pode ser produzida naturalmente, como resultado de relâmpagos ou radiação ultravioleta (KIM *et al.*, 1999) e também pode ser produzida com a utilização de máquinas que expõem o gás oxigênio à descargas elétricas (GLAZE, 1987, BALAKRISHNAN *et al.*, 2002, HARRISSON, 2000). Um dos primeiros equipamentos criados para a produção de gás ozônio, baseado no efeito corona, foi desenvolvido na Alemanha, no ano de 1857, por Siemens (RUBIN, 2003; OLIVEIRA & WOSHC, 2012).

Nos últimos anos, a utilização do ozônio tem-se expandido de forma considerável, nacional e internacionalmente, em diferentes áreas de aplicação, como no tratamento de água potável e processos de branqueamento de celulose, entre outros. É encontrada na literatura uma vasta aplicabilidade para o gás ozônio, tanto na utilização em laboratório quanto no meio industrial (OLIVEIRA & WOSHC, 2012). Novos segmentos de aplicações de ozônio são desenvolvidos, principalmente nas áreas de processamento de alimentos e agricultura, com aprovação da FDA (Food and Drug Administration) dos Estados Unidos, para esta finalidade (RICE & GRAHAM, 2002).

Uma das principais vantagens no uso do gás ozônio se dá pelo fato de que o mesmo pode ser produzido no local em que será utilizado, *in loco*, eliminando gastos com estocagem e/ou transporte até o local de uso (KIM *et al.*, 1999; NOVAK & YUAN, 2007), além de ser um produto não poluente, por ser um gás instável, possuindo um tempo de meia vida curto (20 minutos em água a 20°C) e seu produto de degradação, o oxigênio, não gera resíduos tóxicos ou nocivos à saúde (MAHMOUND & FREIRE, 2007) eliminando também, a necessidade de manipulação, armazenamento ou eliminação dos recipientes de produtos químicos.

O gás ozônio é um poderoso agente oxidante, 1,5 vezes mais forte que o cloro, destacando-se por apresentar segundo maior potencial de oxidação ($E_0 = 2,1 \text{ V}$), sendo superado apenas pelo flúor ($E_0 = 3,0 \text{ V}$) (ATKINS, 2002; GÜZEL-SYDIM *et al.*, 2004; MAHMOUND & FREIRE, 2007). Possui também propriedade desinfetante sendo capaz de atuar em várias reações com compostos orgânicos e inorgânicos (KUNZ, & PERALTA-ZAMORA, 2002; ALMEIDA *et al.*, 2004).

Considerado um forte agente antimicrobiano, o gás ozônio possui um amplo espectro de ação, atuando sobre vírus, bactérias, fungos, leveduras e formas esporuladas (KIM *et al.*, 1999; KHADRE *et al.*, 2001; GÜZEL-SYDIM *et al.*, 2004; AGUAYO *et al.*, 2006; ÖZTEKIN *et al.*, 2006; WHANGCHAI *et al.*, 2006; ALENCAR, 2009). A maioria dos microrganismos patogênicos é suscetível aos efeitos do ozônio, onde o mesmo tem atuação na oxidação das membranas celulares (KIM *et al.*, 1999). Tais benefícios tornam sua utilização muito atraente como método alternativo no controle de fungos e insetos em sementes e grãos armazenados (KIM *et al.*, 2003; KELLS *et al.*, 2001; MENDEZ *et al.*, 2003; YOUNG *et al.*, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Semente utilizada

O experimento foi conduzido com sementes de soja da variedade, P98Y11, fornecidas pela empresa Pioneer. A cultivar empregada possuía hipocótilo de cor verde, flor de cor branca, pubescência de cor cinza e hilo de cor marrom. Além disso, pertencia ao grupo de maturação 8.1 (Ciclo Médio) e tolerância ao herbicida glifosato e resistência ao nematoide do cisto da soja.

A cultivar é recomendada para o plantio em solos de média e alta fertilidade nas Zonas Ambientais Homogêneas III e IV, ou seja, entre 10° e 20° de Latitude no Hemisfério Sul, dentro do território Brasileiro.

3.2 Análises laboratoriais

As análises foram realizadas nos Laboratórios de Processamento de Produtos Agrícolas e no Laboratório de Sementes da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, da Universidade de Brasília (UnB), Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília, Distrito Federal.

3.2.1 Exposição das sementes ao gás ozônio

As sementes, sem nenhum tratamento com pesticidas, foram submetidas a duas concentrações de gás ozônio, 10 mg/L (A) e 20 mg/L (B), e quatro períodos de exposição de 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 horas, formando um fatorial 2 (concentração) x 4 (período de exposição), totalizando oito tratamentos acrescidos de uma testemunha:

A0,5 - Concentração de 10 mg/L no período de exposição de 0,5 hora;

A1,0 - Concentração de 10 mg/L no período de exposição de 1,0 hora;

A1,5 - Concentração de 10 mg/L no período de exposição de 1,5 horas;

A2,0 - Concentração de 10 mg/L no período de exposição de 2,0 hora;

B0,5 - Concentração de 20 mg/L no período de exposição de 0,5 hora;

B1,0 - Concentração de 20 mg/L no período de exposição de 1,0 hora;

B1,5 - Concentração de 20 mg/L no período de exposição de 1,5 horas;

B2,0 - Concentração de 20 mg/L no período de exposição de 2,0 horas;

Testemunha: sementes sem tratamento com ozônio.

Os tratamentos foram dispostos no delineamento inteiramente casualizado com 3 repetições.

Após submeter as sementes aos tratamentos com ozônio, a sua qualidade fisiológica e sanitária foi avaliada de acordo com os seguintes testes:

3.2.2 Teste padrão de germinação (TPG)

Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes por tratamento, colocadas para germinar em substrato papel germitest na forma de rolo. O papel foi umedecido com água destilada na quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco, e destinadas ao germinador regulado para 25°C, por sete dias, seguindo os critérios adotados por Brasil (2009). Ao final do teste computou-se o número de plântulas normais. Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.2.3 Crescimento de plântulas

A medição foi realizada nas plântulas normais provenientes do teste de germinação, após sete dias de instalação do mesmo. Para efetuar as medições foi utilizada uma régua fixada na mesa por fita crepe (leitura em cm). As medições manuais das plântulas foram realizadas para determinar o comprimento de plântula (CP) e de raiz (CR) (VIEIRA & CARVALHO 1994);

3.2.4 Índice de Velocidade de Germinação (IVG)

O teste foi estabelecido conjuntamente com o teste padrão de germinação. As contagens das plântulas normais foram realizadas no quarto e no sétimo dias após a instalação do teste. Com os dados do número de plântulas normais, calculou-se o índice de velocidade de germinação empregando-se a fórmula de Maguire (1962):

$IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$; onde:

IVG = Índice de velocidade de germinação;

G_1, G_2, G_n = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagens;

N_1, N_2, N_n = número de dias de semeadura à primeira, segunda e última contagens.

3.2.5 Teste de condutividade elétrica

Foram utilizadas duas repetições de 50 sementes para cada tratamento, previamente pesadas em balança analítica, com precisão de 3 casas decimais, colocadas para embeber em copos plásticos (200 mL) contendo 75 mL de água deionizada e mantidas a 25°C por 24 horas. Decorrido o período de embebição, foi feita a leitura da condutividade elétrica, utilizando um condutivímetro DIGIMED, modelo CD 21, com eletrodo de constante 1.0, sendo os resultados finais expressos em $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ (VIEIRA & CARVALHO, 1994).

3.2.6 Teste de sanidade de Semente

Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento, colocadas em gerbox contendo substrato papel germitest em sua superfície, umedecido com água destilada, e mantidas a 25°C (BRASIL, 2009). As avaliações foram feitas sete dias após o início do experimento, sendo feita a contagem de sementes atacadas por fungos e a identificação visual do patógeno. Foi realizada classificação em fungos totais (FT), *Aspergillus* spp. (ASP) e *Fusarium* spp. (FUS).

3.3 Emergência de plântulas em campo (EC)

O teste de emergência de plântulas em campo foi realizado na Fazenda Água Limpa, que pertence a UnB e localiza-se na área rural da Vargem Bonita – DF. A semeadura foi realizada manualmente, empregando-se quatro repetições de 25 sementes por tratamento. As parcelas foram distribuídas ao acaso, espaçadas 10 cm entre linhas. As contagens das plântulas emergidas foram realizadas sete dias após a semeadura e o resultado expresso em percentual de número de plântulas normais (BRASIL, 2009).

3.4 Análise estatística

As análises estatísticas foram feitas no programa Assistat 7.5 (SILVA & AZEVEDO, 2009). Os tratamentos foram comparados por análise de variância (Anova), seguida de teste Tukey sempre que foram detectadas diferenças significativas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação para todos os caracteres avaliados, tanto para características de qualidade fisiológica quanto para sanidade, foi considerada alta, ficando abaixo de 20% (Tabelas 1 e 2). Estes valores são condizentes com o que é normalmente observado em experimentos de qualidade fisiológica e sanitária em sementes de soja (TEIXEIRA *et al.*, 1995, ALBRECHT *et al.*, 2008, CONCENÇO *et al.*, 2009, DANELLI *et al.*, 2011; CARVALHO *et al.*, 2012).

Na tabela 1 observa-se que para os dois fatores (concentração e período de exposição) foi observada diferença significativa nos testes de sanidade, com exceção apenas no fator concentração para *Aspergillus* spp.. Isto demonstra que foi encontrado comportamento diferente para os diferentes tipos de tratamentos empregados, tanto para concentração quanto para período de ozonização. Na interação também foi encontrada diferença significativa. A interação sendo significativa permite inferir em qual período de exposição para cada concentração tem-se o melhor controle de fungos.

Tabela 1. Análise de variância dos testes de sanidade em sementes de soja (*Glycine max* L.).

FV	QM		
	FT	FUS	ASP
Concentração	20.16**	55.51**	0.16 ^{ns}
Período de exposição	98.05**	11.84**	30.02**
Conc. x Per.	69.38**	29.76**	8.69**
Fat x Test.	60.16**	221.02**	15.57**
Erro	1.44	0.67	0.83
CV	8.45	9.04	18.81
Média	14.22	9.09	4.85

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; ^{ns}Não significativo pelo teste F; FT: fungos totais; FUS: *Fusarium* spp; ASP: *Aspergillus* spp.

Nos testes de qualidade fisiológica em soja, observa-se diferença significativa para os dois fatores, concentração e período de exposição, bem como para a interação dos dois e interação fatores x testemunha (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância dos testes de qualidade fisiológicas em sementes de soja (*Glycine max* L.).

FV	QM					
	TPG	CP	CR	IVG	CE	EC
Concentração	0.00**	44.82**	13.20 **	0.06*	57.38**	6.00*
Período de exposição	364.16**	43.07**	13.87 **	1.33**	70.92**	89.55**
Conc. x Per.	298.22**	7.48**	1.43 **	1.23**	145.55**	327.77**
Fat x Test.	204.16**	8.40**	7.85 **	0.90**	69.00**	1271.18**
Erro	1.96	0.15	0.02	0.01	0.78	1.18
CV	2.12	2.69	1.89	2.14	0.75	4.43
Média	66.22	14.62	8.97	4.58	117.87	24.59

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; TPG: teste padrão de germinação; CP: comprimento de plântula; CR: comprimento de raiz; IVG: índice de velocidade de germinação; CE: condutividade elétrica; EC: emergência em campo.

Na tabela 3, quando se compara os tratamentos com a testemunha, observa-se que o maior valor de germinação foi observado no tratamento A1,0 e o pior no A2,0 no TPG e no IVG. O mesmo foi encontrado na condutividade elétrica (CE), onde o maior valor foi encontrado no tratamento A2,0 e o menor no A1,0, o que está de acordo com os valores encontrados no TPG e IVG, pois no teste de condutividade elétrica, quanto maior os valores encontrados pior é a qualidade da semente. Quanto maior o valor da condutividade, maior a quantidade de lixiviados liberados para a solução de embebição, pior a qualidade da semente (VIEIRA & CARVALHO, 1994).

As sementes de soja possuem padrões a serem considerados, lotes de sementes com condutividade elétrica acima de $90\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$, são considerados de baixo vigor (VIEIRA & CARVALHO, 1994). Nos EUA, considera-se que, condutividade de sementes de soja superior a $150\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$, é um indicativo de sementes de baixo vigor. Conforme os

resultados encontrados (Tabela 3), para todos os tratamentos considerados, foram observados resultados de condutividade elétrica superior a $110 \mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$, evidenciando que as sementes já se encontravam com baixa qualidade.

Paiva Agüero (1997), verificou que a condutividade elétrica pode estimar com alto grau de precisão o desempenho das sementes no campo, dependendo das condições climáticas predominantes na área. Contudo, o teste de condutividade elétrica, quando usado única e exclusivamente, não é capaz de estimar o desempenho das sementes no campo, sendo necessária a adoção de outros testes de vigor para complementar os resultados. Membranas mal estruturadas e células danificadas estão, geralmente, associadas ao processo de deterioração da semente e, portanto, com sementes de baixo vigor (AOSA, 1983).

Tabela 3. Valores médios obtidos nos caracteres para avaliação da qualidade fisiológica e sanidade em soja (*Glycine max* L.).

Tratamento	MÉDIA								
	TPG	CP	CR	IVG	CE	EC	FT	FUS	ASP
A0,5	67.66 c	15.46 c	9.43 b	4.40 b	113.84 b	34.66 a	15.66 b	11.50 a	4.00 b
A1,0	83.66 a	18.80 a	11.10 a	5.23 a	110.37 b	20.00 c	16.66 b	8.50 b	8.00 a
A1,5	58.66 c	13.40 d	8.90 b	4.83 a	123.72 a	8.00 d	14.66 b	12.50 a	4.66 b
A2,0	51.00 d	15.50 c	8.66 b	3.40 c	127.50 a	24.00 b	15.66 b	14.00 a	1.33 c
B0,5	61.00 c	13.83 d	8.66 b	4.00 c	113.94 b	20.00 c	11.00 c	6.00 b	4.50 b
B1,0	67.00 c	17.46 a	10.50 a	4.43 b	119.67 a	24.00 b	19.00 a	12.00 a	7.66 a
B1,5	71.33 b	11.50 e	7.00 c	5.16 a	114.51 b	28.00 b	4.66 d	6.33 b	2.00 c
B2,0	61.66 c	9.43 e	6.00 c	4.66 b	114.93 b	18.66 c	20.66 a	10.00 a	4.50 b
Test.	74.00 b	16.20 c	10.50 a	5.10 a	122.40 a	44.00 a	10.00 c	1.00 c	7.00 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Tukey a 5% de probabilidade; TPG: teste padrão de germinação; CP: comprimento de plântula; CR: comprimento de raiz; IVG: índice de velocidade de germinação; CE: condutividade elétrica; EC: emergência em campo; FT: fungos totais; FUS: *Fusarium* spp; ASP: *Aspergillus* spp.

Verificou-se o maior comprimento de plântula no tratamento A0,5, o qual não diferiu estatisticamente de B1,0 e o maior comprimento de raiz em A1,0 e B1,0. Na emergência em campo, observa-se o maior percentual de plântulas na testemunha (Tabela 3). É importante ressaltar que o teste de emergência em campo foi instalado no mês de maio de 2014 na Fazenda Água Limpa e que durante o período de realização do teste houve temperaturas muito amenas (noturnas em torno de 12°C) o que pode ter interferido nos resultados.

Na avaliação de sanidade, quando se comparou os tratamentos com a testemunha (tabela 3), observou-se que em fungos totais (FT) o tratamento que proporcionou melhor controle foi o B1,5. Para *Fusarium* spp., o melhor controle foi na testemunha e em *Aspergillus* spp., o melhor controle foi com o tratamento A2,0, o qual não diferiu de B1,5. Pelos resultados dos fungos totais (FT), percebeu-se que o ozônio permitiu o controle de fungos, contudo, para *Fusarium* spp. em específico isso não aconteceu. Podendo-se pensar que houve a presença de outros fungos, além desses avaliados e assim, que outras metodologias mais precisas devessem ser usadas neste tipo de avaliação e não apenas contagem visual.

Ao contrário dos resultados encontrados nesse trabalho, Marique *et al.* (2012), utilizaram ozônio no tratamento de sementes de *Triticum aestivum* L. contaminadas com os fungos, *Fusarium* spp. e *Alternaria* spp.. Verificaram que o controle de fungos foi eficiente com o uso do ozônio, principalmente para *Fusarium* spp. e que a avaliação por imagem dos fungos foi mais eficiente que a visual.

Na tabela 4 estão demonstrados as médias dos testes quanto ao fator concentração, que apresentaram diferença significativa nas análises de variância (Tabelas 1 e 2). Observou-se que no teste de germinação (TPG) não foi encontrada diferença significativa entre as concentrações A e B. A concentração A, de 10mg/L foi a que proporcionou o maior crescimento de parte aérea e raiz nas plântulas (tabela 4).

No teste de condutividade elétrica, no IVG e na emergência em campo, percebeu-se que a melhor concentração para o vigor foi a B (20mg/L). No controle de fungos, a concentração B (20mg/L) foi também a que mostrou melhor eficiência (tabela 4).

Tabela 4. Média geral dos testes de qualidade fisiológica e sanidade em soja, considerando o fator concentração.

CARACTERÍSTICAS								
Concentração	TPG	CP	CR	CE	IVG	EC	FT	FUS
A	65.25 a	15.79 a	9.52 a	118.85 a	4.46 b	21.66 b	15.66 a	11.62 a
B	65.25 a	13.05 b	8.04 b	115.76 b	4.56 a	22.66 a	13.83 b	8.58 b
DMS	1.20	0.33	0.14	0.75	0.08	0.93	1.03	0.70

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Tukey a 5% de probabilidade; TPG: teste padrão de germinação; CP: comprimento de plântula; CR: comprimento de raiz; IVG: índice de velocidade de germinação; CE: condutividade elétrica; EC: emergência em campo; FT: fungos totais; FUS: *Fusarium* spp.

Na pesquisa de Hsieh *et al.* (1998) Foi usado ozônio a 240ppm por 6 dias consecutivos (4hs/dia) em sementes de gramíneas para avaliar o controle dos fungos *Bipolaris australiensis*, *Curvularia pallescens* e *Exserohilum rostratum*. Os autores não verificaram melhoria na germinação das sementes, mas na avaliação de vigor houve vantagem quando as sementes tiveram tratamento com água ozonizada. Além disso, com o uso do ozônio saturado em água, foi verificada inibição dos esporos, sendo necessário 10, 13 e 30 minutos, respectivamente para matar os conídios de *Bipolaris australiensis*, *Curvularia pallescens* e *Exserohilum rostratum*. O uso da água ozonizada mostrou-se tão eficiente, quanto a aplicação de *Trichoderma* sp. e *Bacillus megasperium* e por dois fungicidas convencionais testados.

Quando se considera o período de exposição (Tabela 5), em que para todos os testes foi observada diferença significativa (Tabelas 1 e 2). Observou-se que nos testes de germinação, comprimento de plântula e raiz, o período de exposição de 1,0 hora foi que o apresentou resultados superiores em relação aos outros períodos. Já no IVG, maior valor foi encontrado no período de 1,5 hora e na condutividade elétrica as menores médias foram verificadas com 0,5 e 1,0 hora, não havendo diferença entre estas. Na emergência em campo, o maior número de plântulas emergidas foi com 0,5 hora.

No trabalho de Violleau *et al.* (2007) com milho, foi observado um favorecimento do comprimento de plântulas em sementes que foram tratadas com ozônio, contudo quando se

aumentou o período de exposição de 6 para 20,5 minutos, observou-se uma redução na taxa de germinação.

Tabela 5. Média geral dos testes de qualidade fisiológica e sanidade em soja, considerando o fator período de exposição.

Período de exposição	CARACTERÍSTICAS								
	TPG	CP	CR	IVG	CE	EC	FT	FUS	ASP
0,5	64.33 b	14.65 b	9.05 b	4.20 c	113.89 c	27.33 a	13.33 b	8.75 c	4.25 b
1,0	75.33 a	18.13 a	10.80 a	4.83 b	115.02 c	22.00 b	17.83 a	10.25 b	7.83 a
1,5	65.00 b	12.45 c	7.95 c	5.00 a	119.11 b	18.00 c	9.66 c	9.41 bc	3.33 b
2,0	56.33 c	12.46 c	7.33 d	4.03 d	121.22 a	21.33 b	18.16 a	12.00 a	2.91 b
DMS	2.28	0.64	0.27	0.16	1.44	1.77	1.96	1.34	1.49

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Tukey a 5% de probabilidade. TPG: teste padrão de germinação; CP: comprimento de plântula; CR: comprimento de raiz; IVG: índice de velocidade de germinação; CE: condutividade elétrica; EC: emergência em campo; FT: fungos totais; FUS: *Fusarium* spp; ASP: *Aspergillus* spp.

Considerando os testes de sanidade com relação ao período de exposição (tabela 5), verifica-se uma menor quantidade de fungos no período de 1,5 horas, tanto para fungos totais, quanto considerando os fungos *Fusarium* spp. e *Aspergillus* spp., sendo que para este último, não houve diferença entre 0,5, 1,5 e 2,0 horas.

No trabalho de Savi *et al.* (2014) com *Triticum aestivum* L., foi observado que o uso do gás ozônio foi eficaz no controle do fungo *Fusarium graminearum* e que possibilitou a degradação da micotoxina DON (deoxinivalenol), principalmente após 120 minutos de exposição, com concentração de 60 mmol / mol, sem causar alterações físicas e bioquímicas nos grãos e que só afetou a germinação do trigo após 180 minutos de exposição, reduzindo a capacidade de germinação para 12,5%.

No trabalho de Luo *et al.* (2014) visando o controle de aflatoxina em milho, foi observado que a ozonização dos grãos pode degradar rapidamente e de forma eficaz a aflatoxina B1 (AFB1) no milho e diminuir a toxicidade.

Beber-Rodrigues (2013) testou o uso do gás ozônio no controle de fungos em grãos de arroz e verificou uma redução da carga total de fungos, mas que os gêneros *Aureobasidium*, *Aspergillus*, *Penicillium* e leveduras demonstraram resistência às concentrações de gás O₃ aplicado, e que os gêneros de fungos mais sensíveis foram *Acremonium* e *Alternaria*.

Na interação entre os dois fatores, concentração e período de exposição, apresentada na tabela 6, observa-se no teste de germinação, que a melhor combinação foi no tratamento A1,0, ou seja, concentração de 10mg/L e período de exposição de 1,0 hora. O mesmo pode ser verificado nos testes de comprimento de plântulas, comprimento de raiz, IVG e condutividade elétrica. Diferiu apenas no teste de emergência em campo, onde a maior média foi no tratamento B1,5. Podendo-se então, inferir que neste estudo o tratamento A1,0 pode ser a melhor indicação para ozonização de sementes de soja, levando-se em conta o favorecimento da germinação e vigor das sementes.

Segundo a ISTA (1999), vigor de sementes é a soma daquelas propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho de uma semente ou lote de sementes durante a germinação e emergência da plântula. O comprimento de plântula e de raiz são propriedades da planta que influenciam sua produtividade, pois o sistema radicular é responsável pelo suporte mecânico, absorção e transporte de água, assimilação, transporte de nutrientes e conforme Dan *et al.* (1987), plântulas de maior tamanho apresentam maior capacidade de suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento e maior incorporação destes pelo tecido embrionário.

No trabalho de Sudhakar *et al.* (2011) com *Lycopersicon esculentum*, visando quebra de dormência das sementes com o uso do ozônio, observaram que alta concentração e longo período de exposição das sementes ao gás é prejudicial à germinação.

Tabela 6. Interação entre os fatores concentração e período de exposição na qualidade fisiológica e sanidade em sementes de soja (*Glycine max* L.).

Característica	Concentração	Período de exposição			
		0,5	1,0	1,5	2,0
TPG	A	67.66 aB	83.66 aA	58.66 bC	51.00 bD
	B	61.00 bC	67.00 bB	71.33 aA	61.67 aC
CP	A	15.46 aB	18.80 aA	13.40 aC	15.50 aB
	B	13.83 bB	17.46 bA	11.50 bC	9.43 bD
CR	A	9.43 aB	11.10 aA	8.90 aC	8.66 aC
	B	8.66 bB	10.50 bA	7.00 bC	6.00 bD
IVG	A	4.40 aC	5.23 aA	4.83 bB	3.40 bD
	B	4.00 bD	4.43 bC	5.16 aA	4.66 aB
CE	A	113.84 aC	110.37 bD	123.72 aB	127.50 aA
	B	113.94 aB	119.67 aA	114.51 bB	114.93 bB
EC	A	34.66 aA	20.00 bC	8.00 bD	24.00 aB
	B	20.00 bC	24.00 aB	28.00 aA	18.66 bC
FT	A	15.66 aA	16.66 bA	14.66 aA	15.66 bA
	B	11.00 bB	19.00 aA	4.66 bC	20.66 aA
FUS	A	11.50 aB	8.50 bC	12.50 aAB	14.00 aA
	B	6.00 bC	12.00 aA	6.33 bC	10.00 bB
ASP	A	4.00 aB	8.00 aA	4.66 aB	1.33 bC
	B	4.50 aB	7.66 aA	2.00 bC	4.50 aB

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, para cada característica separadamente. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, para cada característica separadamente. TPG: teste padrão de germinação; CP: comprimento de plântula; CR: comprimento de raiz; IVG: índice de velocidade de germinação; CE: condutividade elétrica; EC: emergência em campo; FT: fungos totais; FUS: *Fusarium* spp; ASP: *Aspergillus* spp.

Já quando se analisa o teste de sanidade (tabela 6), observa-se que a menor média de fungos apresentados é verificada no tratamento B1,5, ou seja, concentração de 20mg/L e período de exposição de 1,5hora. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Ciccicarese *et al.*, 2007, usando ozônio (3% por peso) em três períodos de exposição (1, 1,5 e 3 minutos) para desinfecção de sementes de trigo, ervilha e cevada, verificaram que o maior período de exposição foi mais eficiente na desinfecção de sementes sem influenciar na germinação.

Semelhante ao verificado neste trabalho, onde uma concentração maior e período de exposição também maior, por exemplo, o tratamento B1,5, no trabalho de El-Desouky *et al.* (2012) com *Triticum aestivum*, verificaram que a concentração de ozônio de 40ppm durante 20 minutos foi a combinação mais eficiente para controlar *Aspergillus flavus*. Neste trabalho foram testadas duas concentrações de ozônio (20 e 40 ppm) e quatro períodos de exposição (5, 10, 15 e 20 minutos).

Visando controlar *Aspergillus flavus* e aflatoxinas em amendoim, Abdel-Wahhab (2011) testou o efeito do gás ozônio. O autor coletou amostras de amendoim de três regiões egípcias (Sharkia, Cairo e Ismailia), e tratou com ozônio em três combinações de concentração e tempo, 20 ppm por 5 minutos, 40 ppm por 10 minutos e 50 ppm por 5 minutos. Concluiu que a concentração de 40 ppm por 10 minutos conseguiu degradar aflatoxina em sementes de amendoim e alcançar o padrão exigido na Legislação Egípcia.

Pode-se observar uma grande quantidade de trabalhos onde vem se tentando evidenciar o efeito do gás ozônio sobre a germinação das sementes e sobre o controle de fungos em sementes (Yvin & Coste, 1995; Hsieh *et al.*, 1998; Violleau *et al.*, 2007; Abdel-Wahhab, 2011; El-Desouky *et al.*, 2012; Marique *et al.*, 2012; Beber-Rodrigues, 2013; ; Luo *et al.*, 2014; Savi *et al.*, 2014) em várias espécies. Além disso, tem sido observado o efeito de outras formas reativas de oxigênio, como o peróxido de hidrogênio na germinação de sementes. Um efeito positivo de peróxido de hidrogênio no crescimento de raízes em plântulas de trigo foi demonstrado no trabalho de Hameed *et al.* (2004). Para as sementes de arroz (Sazaki *et al.*, 2005), o aumento da germinação de sementes e o crescimento das plântulas foram relacionados com a expressão de gene que codifica a oxidase ascorbato (APX) e catalase (CAT).

Contudo, não foram encontrados trabalhos com a cultura da soja (*Glycine max* L.) e dessa forma, os resultados desse estudo, podem servir de base para futuros trabalhos de avaliação do uso do gás ozônio no controle de fungos em sementes e se este gás interfere na qualidade fisiológica das sementes.

5. CONCLUSÕES

O uso do gás ozônio pode ser eficiente no controle de fungos em sementes de soja (*Glycine max* L.), contudo é necessário realizar um ajuste de metodologia, na concentração e no período de exposição.

O tratamento que resultou na melhoria da qualidade sanitária da semente foi o de concentração de 20mg/L e período de exposição de 1,5 horas. Todavia, este tratamento altera a qualidade fisiológica da semente de soja. O tratamento que resultou no favorecimento da germinação e vigor da semente foi o de concentração de 10mg/L e 1 hora.

Com base na melhor combinação, levando em consideração as qualidades fisiológica e sanitária, o tratamento com melhor resultado efetivo para os dois fatores foi o de concentração de 10mg/L e 1 hora.

6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ABDEL-WAHHAB, M.A.; SEHAB, A.F.; HASSANIEN, F.R.; EL-NEMR, Sh., E., AMRA, H.A.; ABDEL-ALIM, H.A. Efficacy of ozone to reduce fungal spoilage and aflatoxin contamination in peanuts. **International Journal of Nuts and Related Sciences**, v.2, n.4, p. 01-14, 2011.

AGUAYO, E.; ESCALONA, V.H.; ARTES, F. Effect of cyclic exposure to ozone gas on physicochemical, sensorial and microbial quality of whole and sliced tomatoes. **Postharvest Biology and Technology**, v.39, p.169-177, 2006.

ALBRECHT, L.P. BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; AGUIAR, C.G.; ÁVILA, M.R.; STULP, M. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes sob semeadura antecipada da soja. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.4, p. 445-454, 2008.

ALENCAR, E.R. **Processo de Ozonização de Amendoim (*Arachis hypogea* L.): cinética de decomposição, efeito fungicida e detoxificante de aflatoxinas e aspectos qualitativos**. 2009. 106 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2009.

ALMEIDA, E.; ASSALIN, M.R.; ROSA, M.A. Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 5, p. 818-824, 2004.

AOSA - Association of Official Seed Analysts (1983) **Seed vigor testing handbook**. East Lansing, AOSA. 88p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS (ABRASEM). Levantamento estatístico. Taxa de utilização de sementes, Brasil, 2012/2013. Disponível em: <<http://www.abrasem.com.br/category/estatisticas/#>>. Acesso em: 26 de agosto de 2014.

ATKINS, P. W.; **Physical chemistry**, 7th ed., Oxford: New York, 2002.

AZEVEDO, M.R.Q.A.; GOUVEIA, J.P.G.; TROVÃO, D.M.M.; QUEIROGA, V.P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, p.519- 524, 2003.

BALAKRISHNAN, P.A., ARUNAGIRI, A., RAO., P.G. Ozone Generation by Silent Electric Discharge and its Application in Tertiary Treatment of Tannery Effluent. **Journal of Electrostatics**, v. 56, pp. 77–86. 2002.

BARRETO, M.L.A. **Qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas na região do Distrito Federal e entorno**. Monografia de Graduação em Agronomia. Universidade de Brasília, Brasília, 41p., 2011.

BARTON, L.V. Methods of testing for viability. In: BARTON, L. V. **Seed preservation and longevity**. New Dehli; IBS, 1985. p. 121-137.

BEBER-RODRIGUES, M. **Efeito do gás ozônio na qualidade micotoxicológica de arroz (*Oryza sativa* L.) em casca durante a armazenagem**. 2013. 123p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

BERBERT, P.A.; SILVA, J.S.; RUFATO, S.; AFONSO, A.D.L. **Indicadores da qualidade dos grãos**. In: **Silva, J. S. (Ed) Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. p.63-107.

BERJAK, P. Stored seeds: The problems caused by microorganisms (With particular reference to the fungi) In: NASSER, L. C.; WETEZ, M. M.; FERNADES, J. M. **Seed pathology**: International advance course, proceedings. Brasília: **Abrates**, 1987. p. 38-50.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 395p.

CARDOSO, R.B.; BINOTTI, F.F.S.; CARDOSO, E.D. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, p.272-278, 2012.

CARVALHO, T.C.; SILVA, S.S.; SILVA, R.C.; PANOBIANCO, M. Germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de soja convencional e sua derivada transgênica RR em condições de estresse salino. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.8, p.1366-1371. 2012.

CICCARESE, F.; SASANELLI, N.; CICCARESE, A.; ZIADI, T.; AMBRICO, A.; MANCINI, L. Seed disinfestation by ozone treatments. **IOA Conference and Exhibition Valencia**, Spain - October 29 – 31, 2007, p.4.6 – 1

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da Safra Brasileira - Grãos, v. 1 - Safra 2013/14, n. 11 - Décimo Primerio levantamento. Disponível em: <<http://www.bcp.com.br/Editais2014/Safra%202014%2011Levantamento.pdf>>. Acesso em: 27 de agosto de 2014.

CONCENÇO, G.; SILVA, A.F.; ASPIAZU, I. GALON, L.; FERREIRA, E.A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A. Germinação e crescimento inicial de soja em função de níveis de infestação e períodos de competição com as plantas daninhas. **Revista Tropica** . v. 3, n. 1, p. 21, 2009.

COSTA, N.P.; MESQUITA, C.M.; MAURINA, A.C.; FRANÇA NETO, J.B.; KRZYANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 25, nº 1, p.128-132, jul. 2003.

COSTA, N.P.; MESQUITA, C.M.; MAURINA, A.C.; FRANÇANETO, J.B.; PEREIRA, J.E.; BORDINGNON, J.R.; KRZYZONOWSKI, F.C.; HENNING, A. A. Efeito da colheita mecânica da soja nas características físicas, fisiológicas e químicas das sementes em três estados brasileiros. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.1, p. 140-145, 2001.

DAN, E.L.; MELLO, V.D.C.; WETZEL, C.T.; POPINIGIS, F.; ZONTA, E.P. Transferência de matéria seca como modo de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, 1987, v. 9, n.3, p. 45-55.

DANELLI, A.L.; FIALLOS, F.R.G.; TONIN, R.B.; FORCELINI, C.A. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja em função do tratamento químico de sementes e foliar no campo. **Ciencia y Tecnología**. v.4, n.2, p. 29-37, 2011.

EL-DESOUKY, T.A., SHAROBA, A.M.A., EL-DESOUKY A.I., EL-MANSY, H.A., NAGUIB K. Effect of Ozone Gas on Degradation of Aflatoxin B1 and *Aspergillus Flavus* Fungal. **J Environment Analytic Toxicol**, v.2, p.128, 2012.

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Qualidades fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1984. 39 p. (EMBRAPA-CNPSo. Circular Técnica, 9).

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYANOWSKI, F.C.; PÁDUA, G.P.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade - Série Sementes. **Circular técnica 40**. Londrina, PR, mar. 2007.

GLAZE, W. H., KANG, J.-W., CHAPIN, D. H “The Chemistry of Water Treatment Processes Involving Ozone, Hydrogen Peroxide and Ultraviolet Radiation” **Ozone Science & Engineering**, v. 9, pp. 335-352, 1987.

GOULART, A.C.P. **Fungos em sementes de soja: detecção, importância e controle.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004.72 p.

GÜZEL-SEYDIM, Z.; GREENE, A. K.; SEYDIM, A. C. Use of ozone in the food industry. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v.37, p.453-460, 2004.

HAMEED, A., FAROOQ, S., IQBAL, N.; ARSHAD, R. Influence of exogenous application of hydrogen peroxide on root and seedling growth on wheat (*Triticum aestivum* L.), **International Journal of Agriculture & Biology**, v.6, n.2, p.366 – 369, 2004.

HARRISSON, J. F. “Ozone for Point-of Use, Point-of-Entry, and Small Water System Water Treatment Applications – **A Reference Manual, Water Quality Association**, 86pp, 2000.

HENNING, A.A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais.** 2.ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52p. (Embrapa Soja. Documentos, 264).

HENNING, A.A; FRANÇA NETO, J. de B. Effect of phomopsis spp. on soybean seed quality in Brazil. In: CONFERENCE ON THE DIAPORTHE/DIAPORTHE DISEASE COMPLEX OF SOYBEAN, 1984, Fort Walton Beach. Proceedings... Springfield, 1984. p.66-7.

HENNING, A.A; FRANÇA NETO, J. de B. Problemas na avaliação de germinação de sementes de soja com alta incidência de *Phomopsis sp.* **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.2, n.5, p.9-22, 1980.

HSIEH, S.PY.; NINQ, S.S.; TZENG, D.S. **Control of turf grass seedborne pathogenic fungi by ozone.** Plant Pathology Bulletin, v.7, p.105-112, 1998.

ISTA - INTERNACIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International rules for seeds testing. Rules 1985. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.13, n.2, p.299-355; p.356-513, 1999.

KELLS, S. A.; MASON, L. J.; MAIER, D. E.; WOLOSHUK, C. P. Efficacy and fumigation characteristics of ozone in stored maize. **Journal of Stored Products Research**, v.37, p.371-383, 2001.

KHADRE, M.A.; YOUSEF, A.E.; KIM, J.G. Microbiological Aspects of Ozone Applications in Food: A Review. **Journal of Food Science**, v.66, n.9, p.1242-1252, 2001.

KIM, J.G.; YOUSEF, A.E.; DAVE, S. Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: a review. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 62. n.9, p. 1071-1087, 1999.

KIM, J.G.; YOUSEF, A.E.; KHADRE, M.A. Ozone and its current and future application in the food industry. In: TAYLOR, S.L (Ed.) **Advances in Food and Nutrition Research**. New York: Academic Press, v.45, pp. 167-218, 2003.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.35, n.6, p. 1248-1256, 2005.

KONG, F.; CHANG, S.K.C.; LIU, Z.; WILSON, L.A. Changes of soybean quality during storage as related to soymilk and tofu making. **Journal of Food Science**, v.73, p.134-144, 2008.

KRZYANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; COSTA, N.P. A Semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades - Série Sementes. **Circular técnica 55**. Londrina, PR, abril de 2008.

KUNZ, A.; PERALTA-ZAMORA, P. Novas tendências no tratamento efluentes têxteis. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 78-82, 2002.

LUO, X.; WANG, R.; WANG, L.; LI, Y.; BIAN, YUANYUAN, B.; CHEN, Z. Effect of ozone treatment on aflatoxin B1 and safety evaluation of ozonized corn. **Food Control**, v. 37, p. 171-76, 2014.

MACHADO, J. C. **Patologia de sementes: fundamentos e aplicações**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1988. 107p.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.1, 176-177p. 1962.

MAHMOUND, A.; FREIRE, R. S. Métodos emergentes para aumentar a eficiência do ozônio no tratamento de águas contaminadas. **Química Nova**, v. 30, n. 1, pp.198-205, 2007.

MALAKER, P.K.; MIAN, I.H.; BHUIYAN, K.A.; AKANDA, A.M.; REZA, M.M.A. Effect of storage containers and time on seed quality of wheat. **Bangladesh Journal of Agricultural Research**, v.33, p.469-477, 2008.

MANTOVANELI, M. C. H.; **Interferência de alguns fungos no teste de tetrazólio e de danos mecânicos, tratamento fungicida e do armazenamento na qualidade de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 2001, 171 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

MARIQUE, T.; ALLARD, O.; SPANOGHE, M. Use of self-organizing map to analyze images of fungi colonies grown from *Triticum aestivum* seeds disinfected by ozone treatment. **International Journal of Microbiology**. 5p. 2012.

McDONALD JR., M.B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proc. Assoc. Off. Seed Anal.**, 65:109-39, 1975.

MENDEZ, F.; MAIER, D. E.; MASON, L. J.; WOLOSHUK, C. P. Penetration of ozone into columns of stored grains and effects on chemical composition and performance. **Journal of Stored Products Research**, v.39, p.33-44, 2003.

MENTEN, J. O. M. **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. São Paulo: Ciba Agro, 1995. 321 p.

MENTEN, J. O. M. Prejuízos causados por patógenos às sementes. In: _____. **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. Piracicaba: FEALQ, 1991. p. 115–136.

MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P.; PEREIRA, J.E.; MAURINA, A.C.; ANDRADE, J.G.M. Colheita mecânica da soja: avaliação das perdas e da qualidade física do grão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.18, n.3, p.44-53, 1999.

NEERGAARD, P. **Seed pathology**. London: McMillan, 1977. v. 1, 862 p.

NOVAK, J.S.; YUAN, J.T.C. The Ozonation Concept: Advantages of ozone Treatment and Commercial Developments. In :Tewari, G.; Juneja, V.K. (Eds.) **Advances in Thermal and Non-Thermal Food Preservation**. Ames: Blackwell Publishing, 2007, p. 185-193.

OLIVEIRA, R.M.; WOSHC, C.L. Ozonólise: A busca por um Mecanismo. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. **Química Nova**. Vol. 35, No. 7, 1482-1485, 2012.

ÖZTEKIN, S.; ZORLUGENC, B.; ZORLUGENC, F.K. Effects of ozone treatment on microflora of dried figs. **Journal of Food Engineering**, v.75, p.396–399, 2006.

PAIVA-AGUERO, J. A.; VIEIRA, R. D.; BITTENCOURT, S. R. M. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 225-60, 1997.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGLPLAN, 1977. 289p.

PRISCO, J.T.; ENÉAS FILHO, J.R.; GOMES FILHO, E. Effect of NaCl on cotyledon starch mobilization during germination of *Vigna unguiculata* (L.) Walp seed. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 63-71, 1981.

RICE, R.G.; GRAHAM, D.M. **Recent developments in food and agricultural uses of ozone, Annual Conference - Ozone Applications in a Changing Regulatory Environment**. North Caroline: IOA- Raleigh, 2002, p.1-12.

RUBIN M. B. History of Ozone. Part III. C.D. **Harries and the introduction of ozone into organic chemistry**. Helv Chim Acta, 86, p.930-940. 2003.

SANTOS, P.E.C.; SOUZA, P.I.M.; CARMONA, R.; FAGIOLI, M.; SPEHAR, C.R.; VILLAS BÔAS, H.D.C. Especial ABRASEM. Matéria Técnica - Semente é tecnologia. **Revista Agroanalysis**, p. 31-37, março de 2014.

SASAKI, K., KISHITANI, S., ABE, F.; SATO, T., Promotion of seedling growth of seeds of rice (*Oryza sativa* L. cv Hitomabore) by treatment with H₂O₂ before sowing, **Plant Production Science**, v.8, p.509 – 514, 2005.

SAVI, G.D.; PIACENTINI, K.C.; BITTENCOURT, K.O.; SCUSSEL, V.M. Ozone treatment efficiency on *Fusarium graminearum* and deoxynivalenol degradation and its effects on whole wheat grains (*Triticum aestivum* L.) quality and germination. **Journal of Stored Products Research**, p.1-9, 2014.

SCHEEREN, B.R.; PESKE, S.T.; SCHUCH, L.O.B.; BARROS, A.C.A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 32, nº 3 p. 035-041, mar. 2010.

SCHUCH, L.O.B. **Vigor das sementes e aspectos da fisiologia da produção em aveia-preta (*Avena strigosa* Scherb.)** 1999. 127f. Universidade Federal de Pelotas. (Tese de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes).

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABRASTECIMENTO. DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL (SEAB). Soja – Análise da conjuntura agropecuária.; Novembro, 2013. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/soja__2013_14.pdf> Acesso em: 25 de agosto de 2014.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. **Principal components analysis in the software assistat-statistical assistance**. In: 7th World Congress on Computers in Agriculture, 2009, Reno. **Proceedings of the 7th World Congress on Computers in Agriculture**. St. Joseph: ASABE, 2009. v. CD-Rom. p.1-5.

SILVA, J. S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**, Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. 560p.

SUDHAKAR, N.; NAGENDRA-PRASAD, D.; MORAN, N.; HILL, B.; GUNASEKARAM, M.; MURGESAN, K. Assessing influence of ozone in tomato seed dormancy alleviation. **American Journal of Plant Sciences**, v.2, p. 443-448, 2011.

TEIXEIRA, H.; MACHADO, J. C.; VIEIRA, M. G. G. C. Influência de *Colletotrichum gossypii* South. no desenvolvimento inicial do algodão (*Gossypium hirsutum* L.) em função da localização do inóculo e desinfestação das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 9-13, 1995.

TEIXEIRA, H.; MACHADO, J. C.; VIEIRA, M. G. G. C. Influência de *Colletotrichum gossypii* South. no desenvolvimento inicial do algodão (*Gossypium hirsutum* L.) em função da

localização do inóculo e desinfestação das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 9-13, 1997.

TOLEDO, M. Z.; FONSECA, N.R.; CÉSAR, M.L.; SORATTO, R.P.; CAVARIANI, C.; CRUSCIOL, C.A.C. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39, p.124-133, 2009.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). World Agricultural Production. Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>>. Acesso em: 25 de agosto de 2014.

VENTUROSOS, L.R. **Extratos Vegetais no Controle de Fungos Fitopatogênicos à Soja**. 2009. 99f. Tese (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, 2009.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.

VIOLLEAU, F.; HADJEBA, K.; ALBET, J.; CAZALIS, R.; SUREL, O.; Increase of corn seeds germination by oxygen and ozone treatment. **IOA Conference and Exhibition**, Valencia, Spain - October 29 – 31, 2007.

WHANGCHAI, K.; SAENGNIL, K.; UTHAIBUTRA, J. Effect of ozone in combination with some organic acids on the control of postharvest decay and pericarp browning of longan fruit. **Crop Protection**, v.25, p.821–825, 2006.

YOUNG, J.C.; ZHU, H.; ZHOU, T. Degradation of trichothecene mycotoxins by aqueous ozone. **Food and Chemical Toxicology**, v.44, p.417-424, 2006.

YVIN, J.C.; COSTE, C., Method and system for the treatment of seeds and bulb with ozone,
World Patent, WO09523, 1995.