

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE QUÍMICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

**AVALIAÇÃO DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA SEVERIDADE DA  
FERRUGEM ASIÁTICA, DO OÍDIO E NAS CARACTERÍSTICAS  
QUÍMICAS DA SOJA.**

**ANSELMO RESENDE**

**ORIENTAÇÃO: PROFESSOR DR. JURANDIR RODRIGUES DE SOUZA**

**BRASÍLIA  
2009**



**Universidade de Brasília**  
Instituto de Química



**Programa de Pós-Graduação em Química**  
*PPGQ*

# **AVALIAÇÃO DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA SEVERIDADE DA FERRUGEM ASIÁTICA, DO OÍDIO E NAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA SOJA.**

**ANSELMO RESENDE**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade de Brasília, para a obtenção do Título de doutor em Química.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Jurandir Rodrigues de Souza

BRASÍLIA  
DEZEMBRO, 2009

## FOLHA DE APROVAÇÃO

## AGRADECIMENTOS

O caminho para a pesquisa e término do doutorado é longo. Várias portas foram abertas, e nesse caso devem assim permanecer e várias mãos estendidas. Por tudo isso a convicção do caminho certo foi me tomando e dando o ânimo suficiente para o sucesso do projeto.

É meu dever compartilhar esse sucesso com todos que abriram as portas e nos acolheram na certeza de apoiarem uma idéia interessante e promissora. Tenho medo de esquecer o nome de alguns que ao longo dos quatro anos me apoiaram.

Primeiramente ao professor e orientador Jurandir por mais uma vez confiar no projeto e por disponibilizar o laboratório de química analítica e ambiental (LQAA), da Universidade de Brasília (UnB), para as análises, quase sempre aos finais de semana. Aos colegas do LQAA pelo apoio nas análises e ao longo do curso.

Agradecer à Embrapa - Cerrados e em especial ao Dr. Plínio pelo empenho em ver concluir o projeto de um desconhecido e que como amigo não poupou esforços para a conclusão da pesquisa. Ao professor Dr. Blum pela competência e conhecimentos capazes de guiar ao caminho mais prático e simples para o fechamento do trabalho.

Aos meus pais pelo apoio e confiança e minha irmã Ana Maria pela acolhida nas horas em que a estrada parecia não ter saída.

Meus agradecimentos aos técnicos Éder e Abel do CPAC – Embrapa, pelo apoio técnico, sem o qual o trabalho não sairia. À técnica do laboratório de higiene dos alimentos das faculdades JK Eva, pelo apoio no preparo das soluções. À Wildemara Corrêa pelo auxílio nas digestões das amostras. Ao professor Geraldo Boaventura e os técnicos do laboratório de Geoquímica, pelo espaço cedido para a leitura das amostras.

Gostaria de lembrar a importância das portas abertas no Laboratório Central (Lacen) e agradecer ao Dr. Saulo e ao técnico João, do laboratório de micotoxinas, pelo apoio na leitura das amostras e um abraço ao colega Mozar, do Instituto de meteorologia de Brasília, pela assessoria sobre o clima de Brasília.

BRASÍLIA  
DEZEMBRO DE 2009

Dedico esse trabalho a Deus que quando em caminhos tortuosos, guiou-me a águas tranquilas, refrigerando minha alma, cercando-me de bondade e misericórdia. Agradeço a Ele também pela generosidade em presentear-me com duas crianças tão especiais que me fazem acreditar todos os dias em Sua existência.

Dedico à minha esposa, cujo carinho e incentivo me fizeram capaz de finalizar esse trabalho com a mesma empolgação como comecei.

## ÍNDICE

	Pág.
1. RESUMO .....	1
2. ABSTRACT .....	2
3. INTRODUÇÃO.....	3
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
4.1 – A SOJA .....	5
4.2 – FUNGOS .....	7
4.2.1 – OÍDIOS.....	8
4.2.2 – FERRUGEM ASIÁTICA.....	9
4.3 – HIPOCLORITO DE SÓDIO.....	12
4.4 – MINERAIS .....	14
4.4.1 – SILÍCIO .....	14
4.4.2 – CÁLCIO.....	15
4.4.3 – ZINCO .....	17
4.4.4 – COBRE.....	19
4.4.5 – MAGNÉSIO.....	20
4.4.6 – MOLIBDÊNIO .....	21
4.4.7 – MANGANÊS.....	21
5. OBJETIVOS .....	24
5.1 – OBJETIVO GERAL.....	24
5.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	24
6. METODOLOGIA.....	25
6.1 QUANTIFICAÇÃO DOS MINERAIS EM ESTUDO E PRODUTIVIDADE DAS PARCELAS.....	25
6.1.1 – PLANTIO/ PLANO EXPERIMENTAL.....	25
6.1.2 – DIGESTÃO DAS AMOSTRAS .....	27
6.2 – DETERMINAÇÃO DA CURVA DE PROGRESSO DO OÍDIO EM SOJA SUBMETIDA A TRATAMENTOS COM HIPOCLORITO DE SÓDIO, NO PERÍODO DA ENTRESSAFRA DE 2008.....	28
6.3 – DETERMINAÇÃO DA SEVERIDADE DO OÍDIO E DA FERRUGEM ASIÁTICA EM SOJA SUBMETIDA A TRATAMENTOS COM HIPOCLORITO DE SÓDIO NO PERÍODO DA SAFRA 2008/2009.....	29
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	32
7.1 – SAFRA DE 2006/2007.....	32

7.1.1	– COMPOSIÇÃO MÉDIA DETERMINADA NAS PARCELAS TESTEMUNHAS DOS MINERAIS CÁLCIO (Ca), MAGNÉSIO (Mg), COBRE (Cu), ZINCO (Zn), SILÍCIO (Si), MANGANÊS (Mn), COBALTO (Co) e MOLIBDÊNIO (Mo).	33
7.1.2	– INFLUÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA PRODUTIVIDADE DAS PARCELAS.	34
7.1.3	– INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS ESTUDADOS NA ABSORÇÃO DOS ELEMENTOS CÁLCIO E MAGNÉSIO PELA SOJA.	36
7.1.4	– INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS ESTUDADOS NA ABSORÇÃO DO ELEMENTO ZINCO PELA SOJA.	38
7.2	– ENTRESSAFRA DE 2007	39
7.2.1	- COMPOSIÇÃO MÉDIA DOS MINERAIS EM ESTUDO	40
7.2.2	– INFLUÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA PRODUTIVIDADE DAS PARCELAS.	41
7.2.3	INFLUÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA ABSORÇÃO DOS ELEMENTOS CÁLCIO E MAGNÉSIO PELA SOJA.	42
7.2.4	– INFLUÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA ABSORÇÃO DE ZINCO PELA SOJA.	45
7.3	– ENTRESSAFRA DE 2008	46
7.3.1	– INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS NA PRODUTIVIDADE MÉDIAS DAS PARCELAS.	47
7.3.2	- COMPOSIÇÃO MÉDIA DOS MINERAIS EM ESTUDO	48
7.3.3	– RESULTADOS OBTIDOS NA INFLUÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NO COMBATE AO OÍDIO.	48
7.3.5	– ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA ABSORÇÃO DE COBRE E ZINCO.	55
7.3.6	- ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA ABSORÇÃO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO.	57
7.4	– SAFRA DE 2008/2009	58
7.4.1	- COMPOSIÇÃO MÉDIA DOS MINERAIS EM ESTUDO	58
7.4.2	- INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS NA PRODUTIVIDADE DAS PARCELAS.	59
7.4.3	– AÇÃO DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA.	60
7.4.4	– AÇÃO DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NO CONTROLE DO OÍDIO.	64
7.4.5	– ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA ABSORÇÃO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO.	66
7.4.6	– ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA ABSORÇÃO DE COBRE E ZINCO.	67
8.	CONCLUSÃO	69

9. PERSPECTIVAS FUTURAS.....	71
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	72
11. APÊNDICE.....	77



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Croqui das parcelas cultivadas quinzenal ou mensalmente com soja e as respectivas soluções aplicadas em cada parcela. ....	25
FIGURA 2. Aplicação foliar manual das soluções de hipoclorito de sódio com a utilização do pulverizador costal manual. ....	26
FIGURA 3. Disposição das parcelas e tratamentos utilizados no estudo. ....	28
FIGURA 4. Análise visual da área foliar afetada pela ferrugem asiática e pelo oídio e em seguida comparada com a escala diagramática. ....	30
FIGURA 5. Composição média dos minerais em estudo na soja. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média. ....	33
FIGURA 6. Produtividade média das parcelas em função do tratamento. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média. ....	35
FIGURA 7. Concentrações médias de cálcio e magnésio (em mg/Kg de soja) em função dos tratamentos e da periodicidade. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média. ....	37
FIGURA 8. Concentrações médias de cálcio e magnésio (em mg/Kg de soja) em função dos tratamentos e da periodicidade. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média. ....	38
FIGURA 9. Concentração de zinco (em mg/Kg de soja) em função dos tratamentos e da periodicidade. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média. ....	39
FIGURA 10. Composição média dos minerais em estudo na soja. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média. ....	40
FIGURA 11. Produtividade média das parcelas em função dos tratamentos e da periodicidade. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média. ....	41
FIGURA 12. Concentrações de magnésio e cálcio (em mg/Kg (ppm) de soja) em função dos tratamentos em aplicação mensal. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média. ....	42
FIGURA 13. Concentrações de magnésio e cálcio (em mg/Kg de soja) em função dos tratamentos em aplicação quinzenal. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média. ....	44
FIGURA 14. Concentrações de zinco (em mg/Kg de soja) em função dos tratamentos e da periodicidade de aplicação. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média. ....	45
FIGURA 15. Produtividade média das parcelas em função dos tratamentos aplicados sobre as mesmas. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média. ....	47
FIGURA 16. Distribuição da média da porcentagem da área do folíolo de soja afetada pelo oídio segundo o tipo de tratamento, em porcentagem da solução de NaOCl e o período de coleta da amostra. ....	49

Figura 17. Chuva acumulada (24h) durante o mês de setembro. Brasília, 2008.....	50
Figura 18. Comparativo entre a chuva acumulada mensal e a chuva normal climatológica no ano de 2008. BRASÍLIA, 2008.....	51
Figura 19. Chuva acumulada (24h) durante o mês de outubro de 2008. Brasília, 2008.....	52
FIGURA 20. Incidência em porcentagem de área afetada pelo oídio em função dos tratamentos aplicados. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média.....	53
FIGURA 21. Influência dos tratamentos na concentração de silício nos grãos da soja. ....	55
FIGURA 22. Concentrações de zinco e cobre em função dos tratamentos empregados. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média.....	56
FIGURA 23. Concentrações de cálcio e magnésio (em mg/Kg de soja) em função dos tratamentos empregados. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média.....	57
FIGURA 24. Influência dos tratamentos na produtividade (em gramas) das parcelas. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média. ....	59
FIGURA 25. Incidência da ferrugem em porcentagem de área afetada do folíolo em função do tratamento. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média. ....	60
FIGURA 26. Chuva acumulada (24h) durante o mês de dezembro de 2008. Brasília, 2009. .	61
FIGURA 27. Comparativo entre a chuva acumulada mensal e a chuva normal climatológica no ano de 2009. BRASÍLIA, 2009.....	62
FIGURA 28. Incidência da ferrugem na parcela 0,6% de NaOCl e ao fundo parcela protegida com fungicida. ....	62
FIGURA 29. Parcela tratada com fungicida + 0,2% de NaOCl e ao fundo parcela que recebeu apenas tratamento com 0,2% de NaOCl.....	63
FIGURA 30. Parcela Testemunha e a incidência da ferrugem asiática. ....	63
FIGURA 31. Incidência de oídio nos folíolos, em porcentagem de área afetada em função dos tratamentos. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média. ....	64
FIGURA 32. Incidência em porcentagem de área afetada no folíolo pelo oídio em função do dia da colheita. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média. ....	65
FIGURA 33. Concentrações de magnésio e cálcio (em mg/Kg de soja) em função dos tratamentos. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média. ....	66
FIGURA 34. Concentrações de magnésio e cálcio (em mg/Kg de soja) em função dos tratamentos. Influência dos tratamentos na concentração dos elementos zinco e cobre na soja. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média.....	67

## 1. RESUMO

A soja [*Glycine max (L) Merrill*] é um produto de grande expressão na economia mundial em função de seu conteúdo nutricional e uso múltiplo. O seu cultivo constante tem levado ao aparecimento de doenças que tem comprometido a produtividade e qualidade do produto. O oídio (*Erysiphe diffusa* (Cooke & Peck)) e a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* (Syd. & P. Syd)) estão dentre os principais problemas fitossanitários da cultura. Este trabalho teve por objetivo avaliar o potencial de uso do hipoclorito de sódio como redutor dessas doenças na soja. Foi verificada a ação do hipoclorito de sódio nas concentrações de 0,2%, 0,4% e 0,6%, como fungicida, no combate a ambos os patógenos e sua possível influência na absorção de minerais. A solução 0,6% foi eficiente no combate ao oídio na entressafra de 2008 e todas as demais concentrações sem aplicação do fungicida mostraram resultados eficientes na safra 2008/2009. Em relação à ferrugem asiática, as concentrações utilizadas mostraram-se ineficientes. O tratamento 0,2% + fungicida reduziu a absorção de cobre na safra 2008/2009 enquanto o tratamento 0,6% + fungicida aumentou a concentração de silício na safra de 2008. São necessários mais estudos no sentido de verificar outras concentrações de hipoclorito de sódio, aumentando o espectro de ação do produto e seu efeito sobre outras pragas e avaliar a composição nutricional do produto final. Com isso, procura-se despertar o interesse dos produtores por produtos alternativos no sentido de se reduzir a utilização de defensivos agrícolas.

**PALAVRAS-CHAVES:** *Glycine max*, hipoclorito de sódio, controle alternativo de fitopatógenos, absorção de minerais.

## 2. ABSTRACT

Soybean [*Glycine max (L) Merrill*] is a crop with great world economic expression due to its nutritional content and multiple usages. Its constant cultivation has led to the development of many diseases affecting yield and quality. Powdery mildew (*Erysiphe diffusa* (Cooke & Peck)) and asian soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi* (Syd. & P. Syd)) are among the most important diseases of this particular crop. This research was carried out aiming to evaluate the potential use of sodium hypochlorite as a reducing factor of these diseases in the crop. Concentrations of sodium hypochlorite of 0,2%, 0,4% and 0,6%, as a fungicide, and a possible decrease in nutrients uptake by the crop were evaluated. The concentration of 0,6% was efficient in the control of powdery mildew in the winter season of 2008 and the other doses, with no fungicide, were also efficient on 2008/2009 crop season. Considering asian rust, the concentrations used were inefficient for disease control. The treatment with 0,2% + fungicide reduced absorption of copper in 2008/2009 season. The treatment of 0,6% + fungicide increased silicon uptake in 2008 winter season. More studies are necessary aiming to evaluate different concentrations of sodium hypochlorite, increasing the action spectrum of the product and its effects on other pests and also the nutritional content of the final product. This should be done to call farmers attention to control alternative methods and reduce pesticides use in this particular crop.

**KEYWORDS:** *Glycine max*, sodium hypochlorite, alternative disease control, minerals uptake.

### 3. INTRODUÇÃO

O combate à fome sempre foi uma das maiores preocupações da humanidade. De acordo com as mais recentes estimativas da FAO (2008)<sup>1</sup>, o número de pessoas famintas no mundo era de 923 milhões em 2007. O relatório mostra ainda que alguns países que desenvolveram políticas adequadas para o combate à fome sofreram retrocessos devido a fatores externos, como indisponibilidade de alimentos e altos preços do produto no mercado.

O aumento na produtividade e a redução dos fatores que levam à redução na disponibilidade de alimentos há muito ocupa espaço na agenda dos pesquisadores da área agrícola. Essa atenção deve existir desde o preparo do campo para o cultivo da lavoura até a mesa do consumidor, passando por técnicas de colheita, armazenamento, transporte e distribuição que impeçam perdas significativas na quantidade de alimentos.

O crescimento demográfico desordenado fez com que comunidades ocupassem áreas antes destinadas à agricultura. Surge a partir daí um novo paradoxo enfrentado pela humanidade: produzir alimentos em quantidades cada vez maiores em espaços cultiváveis menores. Esses espaços foram ocupados pelas pessoas, que passaram a exigir, cada vez maior disponibilidade de alimentos. Para o enfrentamento desse desafio, o desenvolvimento tecnológico mundial ocorrido nas últimas décadas trouxe, como consequência, a intensificação da produção agrícola e consequente utilização dos recursos hídricos e a utilização de defensivos agrícolas causando um considerável aumento no nível de contaminação ambiental.

Além das limitações impostas por eventuais reduções na área cultivada, outro problema enfrentado pela cultura da soja nas últimas safras é a ocorrência ainda no campo da ação de pragas como insetos, bactérias, nematóides e fungos, dentre eles a ocorrência do oídio (*Erysiphe diffusa*) e da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*). Essa última é a doença mais destrutiva da cultura na atualidade<sup>2</sup>. Prejudica o aumento de produtividade ocasionando anualmente perdas consideráveis na produção de grãos e consequentemente prejuízo econômico para o país. O oídio da soja é uma das doenças mais antigas dessa leguminosa. É de distribuição mundial, estando presente em todos os países produtores de soja<sup>3</sup>.

Diante desse quadro, o aumento da produtividade deve acompanhar o aumento da população, de forma que não haja maiores degradações ambientais. O

crescimento sustentável deve ser a diretriz de um novo pensamento científico e governamental, a fim de sustentar, com alimentos seguros e abundantes, a projeção dos quase 10 bilhões de habitantes para a segunda metade desse século.

Aumentar a produtividade, impedindo perdas na agricultura, principalmente pela ação de pragas é tarefa constante por parte de todos os profissionais que atuam nesse setor. Diante da importância econômica e social para a comunidade brasileira, dos diversos tipos de grãos, em especial a soja, este trabalho teve por objetivos, experimentar tratamentos com diferentes concentrações de hipoclorito de sódio, que venham reduzir a ocorrência de fungos responsáveis por patologias e perdas preocupantes na produção agrícolas e conseqüentemente reduzir a utilização de defensivos agrícolas com conseqüentemente redução nos impactos ambientais aparentes.

## 4. REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 – A SOJA

A soja [*Glycine max (L) Merrill*], pertencente à família *Leguminosae*, subfamília *Faboideae* é originária da China e foi introduzida no Brasil em 1882 na Bahia, depois São Paulo, em Campinas, no ano de 1892, chegando à região sul no Rio Grande do Sul em 1900. O rápido desenvolvimento da cultura foi apoiado na necessidade de reaproveitamento da infra-estrutura da lavoura de trigo, que ficava ociosa nas estações mais quentes e na conseqüente necessidade de encontrar uma leguminosa para a sucessão de culturas<sup>4</sup>.

A cultura da soja está entre as mais importantes no Brasil, devido ao seu grande valor sócio-econômico, determinado pelas inúmeras aplicações de seus produtos e subprodutos e expressão no mercado interno e externo<sup>5</sup>. No complexo mundial de produção de soja, o Brasil ocupa a segunda colocação, sendo superado apenas pelos Estados Unidos, em termos de área cultivada e de produção total. O aumento dessa produtividade foi resultado também dos cruzamentos e mudanças genéticas introduzidas nos diversos cultivares<sup>6</sup>.

A soja é um produto com grande expressão na economia do Brasil e do mundo, não só pelo seu valor como grão para consumo, mas também pelas grandes possibilidades de utilização devido aos seus altos teores de óleo e proteína<sup>7</sup>. A soja em grão, que em 1995 respondia por 20,2%, passou a representar 52,3% do valor total das exportações desse complexo em 2000. No mesmo período, a participação do farelo decresceu de 52,3% para 39,4%, conforme dados da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX)<sup>8</sup>. A produção de soja no Brasil em 2005 foi de aproximadamente 51 milhões de toneladas e em 2006, 52,4 milhões de toneladas. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja. Na safra 2006/07, a cultura ocupou uma área de 20,687 milhões de hectares, o que totalizou uma produção de 58,4 milhões de toneladas<sup>9</sup>. Estima-se, para a safra de 2009/2010 uma produção entre 62,2 e 63,3 milhões de toneladas, representando um acréscimo entre 5,18 milhões de toneladas a até 6,19 milhões de toneladas superiores à produção da safra 2008/2009<sup>10</sup>.

A cultura dessa leguminosa é de grande importância econômica para o Brasil desde 1941, devido ao uso de seus grãos na alimentação humana, na forma de óleo

e outros produtos derivados. Representa atualmente a fonte de renda de maior importância à agricultura brasileira, refletindo-se diretamente na redução da área com rotação de culturas, principalmente com o milho, responsável pelo grande aporte de matéria seca ao sistema de plantio direto<sup>11</sup>.

A soja tem sido destacada na prevenção do câncer, de doenças cardiovasculares, como antioxidante e como fonte protéica para dietas enterais<sup>12</sup>. A utilização de produtos de soja na preparação de dietas enterais vem sendo divulgada em nosso meio, e a situação revelada em vários estudos tem demonstrado que seu uso para tratamento de várias enfermidades vem se ampliando, sobretudo pelas qualidades básicas, dentre elas alto valor nutritivo, boa tolerância e baixo custo.

A soja e os seus produtos vêm sendo amplamente estudados devido não somente ao seu valor nutricional, mas também devido às suas propriedades funcionais na indústria de alimentos, e aplicações como alimento funcional, porque exerce ação moduladora em determinados mecanismos fisiológicos através de suas proteínas e isoflavonas<sup>13</sup>. Além de importante fonte protéica, a soja possui fibras, isoflavonas, oligossacarídeos com potencial prebiótico, como rafinose e estaquiose, vitaminas e minerais, apesar de apresentar certo inconveniente no sabor adstringente<sup>14</sup>.

A preocupação com respeito a dietas vem mudando muito nas últimas décadas. Embora a nutrição continua desempenhando seu papel no fornecimento de nutrientes, o conceito de alimentos funcionais faz com que essa ciência se associe à medicina e ganhe dimensão extra no século XXI<sup>15</sup>. Essa busca por alimentos mais nutritivos e saudáveis tem sido demonstrada por significativa parcela da população, motivada a consumir alimentos de baixo teor calórico, com menor teor de gordura e sem colesterol, seja por razões médicas, filosóficas ou religiosas<sup>16</sup>.

A soja é considerada a mais importante fonte de proteína e óleo vegetal no mundo<sup>17</sup>. O desenvolvimento de novas cultivares adaptadas aos trópicos e a geração de novas tecnologias contribuíram para que o Brasil aumentasse sua produção. O farelo de soja é um alimento protéico importante no mercado nacional. A alta produção desse grão e seu processamento para extração de óleo o tornam a principal fonte protéica para animais monogástricos, como aves, suínos e peixes<sup>18</sup>.



Nas últimas safras a cultura da soja vem enfrentando problemas relacionados ao desenvolvimento de doenças, dentre elas o oídio e a ferrugem asiática. O oídio é facilmente reconhecido por formar colônias esbranquiçadas sobre a superfície dos órgãos da planta de soja. Sob condições de infecção severa, além do dano direto ao tecido da planta provocado pelo parasitismo, todos os órgãos da planta ficam recobertos pelas estruturas (micélio e frutificação) do fungo, o que prejudica a fotossíntese<sup>19</sup>. A ferrugem asiática tem merecido atenção especial dos agricultores, tanto pela severidade como pela dificuldade de controle. Seu desenvolvimento atinge toda a parte aérea da planta, prejudicando sua fisiologia<sup>20</sup>.

## 4.2 - FUNGOS

Os fungos exercem uma importante influência na saúde e no modo de vida das pessoas em todo o mundo. Causam um amplo espectro de doenças clínicas, incluindo desde problemas cosméticos simples até infecções sistêmicas potencialmente letais. Fisicamente, um fungo pode viver e interagir com seu hospedeiro, ocupando uma gama de locais<sup>21</sup>.

Fungos são organismos eucariotos, que, como as algas, possuem parede celular rígida. Não ingerem alimentos, absorvem do ambiente. Por isso são responsáveis pela deterioração de materiais diversos e alguns capazes de produzir micotoxinas<sup>22</sup>.

Os fungos toxigênicos são conhecidos por produzirem um ou mais desses metabólitos secundários. É importante ressaltar que uma única espécie de fungo é capaz de produzir várias micotoxinas, e uma mesma micotoxina pode ser produzida por diferentes espécies de fungos<sup>23</sup>.

Sementes provenientes de campos de produção podem carregar vários tipos de microrganismos, incluindo os fungos<sup>24</sup>. Nesse trabalho as sementes utilizadas no estudo são de alta qualidade, obtidas junto à linha de produção de sementes, após serem aprovadas pelo controle de qualidade interna da Embrapa - Cerrados.

Quando o alimento e o ambiente oferecem condições para o desenvolvimento dos microrganismos, ocorre o processo de multiplicação de microorganismos indesejáveis. Durante esse processo de multiplicação há possibilidade de haver produção de toxinas. Algumas toxinas apresentam a capacidade de circular na cadeia alimentar sem serem destruídas. Quando produzidas no alimento, essas

toxinas são levadas ao consumidor, representando sérios problemas de saúde pública.

#### 4.2.1 – OÍDIOS

Os oídios constituem um dos mais importantes e bem estudados grupos de fungos parasitas de plantas. O termo “Oídios” tem sido usado tanto para designar a doença como também o grupo de fungos ascomicetos, pertencentes à ordem *Erysiphales*, família *Erysiphaceae*. São facilmente reconhecidos por formarem colônias esbranquiçadas, de aspecto pulverulento, sobre as superfícies de partes aéreas de plantas vivas<sup>25</sup>.

Na soja, o fungo foi registrado inicialmente na safra 1996/97. A partir de então, tem sido observada que a ocorrência nas regiões mais altas (acima de 750 m de altitude) em cultivos tardios e cultivares suscetíveis<sup>26</sup>.

O oídio, causado pelo fungo *Erysiphe diffusa*, é uma das doenças que, a partir da safra 1996/97, tem apresentado severidade elevada em diversas cultivares, em praticamente todas regiões produtoras, dependendo das condições climáticas favoráveis (baixa precipitação e temperatura amena)<sup>27</sup>. Desenvolve-se em toda parte aérea da soja, como folhas, hastes, pecíolos e vagens. Os seus sinais caracterizam-se, por uma cobertura de fina camada de micélio e esporos (conídios) pulverulentos que, de pequenos pontos brancos, podem evoluir e cobrir toda a folha, vagens e partes da haste<sup>28</sup>.

Nas plantas afetadas, a doença se concentra nas folhas baixas, causando amarelecimento e desfolha. A colonização pelo fungo se mostrava epifítica porém, com forte tendência hipófila<sup>29</sup>.

O oídio da soja é uma das doenças mais antigas dessa leguminosa. Sua distribuição é mundial, causando prejuízos em todos os países produtores de soja<sup>30</sup>. Essa doença foi observada inicialmente em plantios de soja e tem sido caracterizada por permanecer associada com a cultura durante muitos anos, podendo causar ou não danos econômicos consideráveis. Nos casos de elevada colonização dos tecidos superficiais da planta por oídio, é possível ocorrer uma redução significativa no rendimento da soja devido à redução da área fotossinteticamente ativa<sup>31</sup>.

A obtenção de altos rendimentos de grãos tem sido limitada em função do somatório de aproximadamente 40 doenças de importância econômica que atacam

a cultura da soja, das quais, o oídio é uma das potencialmente mais importantes, ocasionando reduções de até 40% no rendimento de cultivares susceptíveis<sup>32</sup>.

As doenças que acometem a soja podem causar perdas econômicas desde a fase inicial de desenvolvimento até a idade adulta. Dentre as principais doenças fúngicas que prejudicam a produção, destaca-se o oídio<sup>33</sup>.

O controle dos oídios é realizado por meio do uso de variedades resistentes e de fungicidas. No caso dos fungicidas, eles acarretam diversos problemas relacionados à seleção de linhagens resistentes do patógeno, bem como a contaminação ambiental e à saúde do consumidor e do trabalhador<sup>34</sup>.

Dada a importância e a magnitude da cultura da soja no Brasil, é imprescindível aperfeiçoar a tecnologia de produção disponível, visando reduzir ao máximo as perdas<sup>35</sup>. O controle e a redução na ação dos fungos, por exemplo, compreendem diversas medidas conjuntas. No entanto, controle químico com fungicidas é até o momento, o principal método de controle, sendo que diversos produtos mostraram eficácia no controle da doença<sup>36</sup>.

#### 4.2.2 – FERRUGEM ASIÁTICA

A doença é causada por duas espécies de fungo; *Phakopsora meibomiae* (Arthur) Arthur (agente etiológico da ferrugem americana) e *P. pachyrhizi* Syd. & P. Syd. (agente etiológico da ferrugem asiática)<sup>37</sup>. *Phakopsora meibomiae*, causador da ferrugem “americana”, ocorre naturalmente no Continente Americano. A ferrugem “americana”, raramente causa perdas, ocorre em condições de temperaturas amenas (média abaixo de 25°C) e umidade relativa elevada.

Durante muito tempo, a causa da ferrugem da soja presente no Continente Americano foi atribuída a uma raça mais atenuada da *P. pachyrhizi*. Porém, a partir de 1992, após estudos comparativos realizados com espécimes americanos e asiáticos, a *Phakopsora* americana passou a ser denominada de *P. meibomiae* e reconhecida como uma ferrugem de pouco impacto sobre o rendimento da soja<sup>38</sup>.

A ferrugem americana foi constatada no Brasil pela primeira vez em 1979, no município de Lavras. Na safra de 90/91 a ferrugem atingiu níveis de epífitas em São Gotardo e Presidente Olegário (Minas Gerais) e no Distrito Federal<sup>39</sup>.

A ferrugem asiática por quase cem anos esteve limitada ao continente asiático. Após a primeira constatação no Paraguai e no estado do Paraná, em 2001, a ferrugem “asiática” espalhou-se rapidamente por todo o Brasil, Paraguai, Bolívia, e

partes da Argentina. Atualmente está presente em praticamente todas as regiões produtoras brasileiras do Maranhão ao Rio Grande do Sul<sup>40</sup>, podendo causar danos de até 100% caso medidas de controle eficientes não sejam adotadas<sup>41</sup>.

A ferrugem é assim denominada, devido às lesões amareladas de aspecto ferruginoso causadas pelo fungo e se destaca pela virulência e pela elevada taxa de progresso, causando reduções significativas no rendimento de grãos da cultura<sup>42</sup>. O fungo é disseminado pelo vento sendo, portanto, difícil evitar sua dispersão<sup>38</sup>. Seus sintomas podem surgir em qualquer momento do ciclo fenológico da cultura, porém tem surgido de forma mais freqüente em plantas próximas à floração ou em floração plena<sup>43</sup>. A obtenção de cultivares de soja resistentes à ferrugem asiática tem sido um desafio na pesquisa. No entanto, a estabilidade dessa resistência é duvidosa, devido à grande variabilidade do patógeno.

As perdas registradas devido à ferrugem asiática podem atingir níveis elevados, entre 30 a 90%, em função do estado em que afeta as plantas e do nível de severidade<sup>44</sup>. O custo da ferrugem asiática na soja no Brasil, desde as primeiras epidemias severas até a safra de 2006/2007, foi estimado em aproximadamente 7,7 bilhões de dólares americanos, incluídas as perdas em produção e o custo com o controle dessa doença<sup>45</sup>.

O impacto da ferrugem asiática da soja no Brasil, nas últimas seis safras, foi de 12,1 milhões de toneladas de grãos gerando um prejuízo estimado de 6,9 bilhões de dólares<sup>41</sup>. Em Mato Grosso do sul, conforme documento da prefeitura da capital, o alto índice de chuvas de dezembro de 2007 a março de 2008 deixou a vegetação muito úmida, fator que favorece a proliferação do fungo, que se dá por esporos<sup>46</sup>. Considerando que a produtividade na safra 2006/2007 em MS foi de 51 sacas por hectare, a perda chegou a 144 mil toneladas do grão (20 sacas por hectare) o que a uma cotação média de R\$ 40,00 a saca significa prejuízo de quase R\$ 100 milhões.

O controle químico da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow) é uma das principais preocupações dos produtores após o florescimento da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]<sup>47</sup>. Para o controle eficiente da ferrugem e a redução dos custos de produção devem-se aprimorar as técnicas e os equipamentos de aplicação de produtos fitossanitários, os quais, por sua vez, melhoram a distribuição da pulverização e a colocação do produto no alvo desejado, mais especificamente nas folhas localizadas no baixeiro da cultura, onde a doença inicia sua infestação<sup>20</sup>.

No campo, as aplicações de fungicidas têm sido realizadas de maneira preventiva, ou seja, antes da verificação visual dos sinais do patógeno, ou erradicativa, quando dos sintomas já visíveis. Não têm sido consideradas, contudo, as infecções já instaladas no tecido vegetal, porém assintomáticas, e escassos são os trabalhos que abordam o papel de tais infecções na epidemiologia da doença e no desempenho dos fungicidas<sup>41</sup>.

Além do controle químico, outras medidas são utilizadas pelos agricultores como estratégias de manejo. Podem ser citadas a utilização de cultivares de ciclo precoce e semeaduras no início da época recomendada; a eliminação de plantas de soja voluntárias, não cultivo de soja na entressafra; monitoramento da lavoura desde o início do desenvolvimento da cultura e utilização de fungicidas de forma preventiva ou no surgimento dos primeiros sintomas<sup>45</sup>. Diante da disponibilidade limitada de cultivares com resistência ao fungo, o emprego de fungicidas se torna a principal opção.

Existem no mercado vários fungicidas registrados para o controle da ferrugem asiática da soja, entre sistêmicos ou protetores. Este fato constitui um dos principais problemas para os produtores; a aquisição do fungicida adequado. Em muitos casos, prioriza-se o produto fitossanitário a ser aplicado e dá-se pouca importância à técnica de aplicação<sup>20</sup>.

O vazio sanitário, período de 90 dias sem o cultivo de soja durante a entressafra foi implantando inicialmente em 2006 em Mato Grosso e em Goiás. A regra geral é que essas regiões estejam proibidas de cultivar soja em período estabelecido como estratégia de manejo que visa reduzir o inóculo do fungo *Phakopsora pachyrhizi* nos primeiros plantios. Desta forma, é possível diminuir a possibilidade de incidência da doença no período vegetativo e, conseqüentemente, reduzir o número de aplicações de fungicida para controle. Conforme Portaria nº 30 da Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Distrito Federal, manteve-se proibido o cultivo de soja no DF de 1º de julho a 30 de setembro de 2007, estabelecendo-se o período do vazio sanitário de noventa dias para a cultura de soja no território do DF<sup>48</sup>.

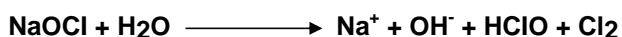
Aumentar a produtividade impedindo perdas na agricultura, principalmente pela ação de pragas é tarefa constante por parte de todos os profissionais que atuam nesse setor. Diante da importância econômica e social para a comunidade

brasileira, dos diversos tipos de grãos, em especial a soja, este trabalho tem por objetivo avaliar novos tratamentos que venham reduzir a ocorrência de fungos responsáveis por patologias importantes e que tanta preocupação traz aos produtores rurais.

### 4.3 – HIPOCLORITO DE SÓDIO.

O Hipoclorito de sódio é obtido pelo borbulhamento de cloro em solução de hidróxido de sódio. Possui propriedades oxidantes, branqueantes e desinfetantes, obtenção de água potável, tratamento de efluentes industriais, tratamento de piscinas, desinfecção hospitalar, produção de água sanitária, lavagem de frutas e legumes, além de agir como intermediário na produção de diversos produtos químicos<sup>49</sup>. No Brasil, o hipoclorito de sódio é o único agente sanitizante permitido pela legislação, e vem sendo utilizado nos vegetais minimamente processados para manter sua qualidade microbiológica<sup>50</sup>.

Como todos os hipocloritos, o hipoclorito de sódio é um sal do ácido hipocloroso, HClO. Na água, separa-se em íons Na<sup>+</sup> e ClO<sup>-</sup>, enquanto uma porção substancial hidroliza-se em ácido hipocloroso. Este tem alto poder oxidante, assim como o ânion hipoclorito, e é o responsável pelo efeito alvejante.



A carga negativa do ânion (ClO<sup>-</sup>) impede que este ânion se difunda através da parede celular dos microorganismos, o que faz do ânion um desinfetante fraco. Porém, o ácido hipocloroso também presente, em equilíbrio com o ânion hipoclorito, devido à carga neutra e ao pequeno tamanho, difunde-se facilmente pela parede celular. A mudança no potencial de oxidação-redução da célula causada pela presença do ácido hipocloroso desativa a enzima triosefosfato desidrogenase<sup>49</sup>, cuja função na obtenção de energia no ciclo da glicólise a nível celular é indispensável.

O agente sanitizante mais utilizado na indústria é o cloro na forma líquida de hipoclorito de sódio (NaOCl)<sup>7</sup>. Embora seja pouco solúvel, reage com a água produzindo ácido hipocloroso (HOCl) e mantendo em solução o íon hipoclorito (OCl<sup>-</sup>), que são as formas ativas oxidantes, que atuam sobre os microorganismos.

É importante que o hipoclorito de sódio escolhido não tenha um alto poder alvejante, quando diluído a 200 ppm (200 mg/kg) de cloro ativo. Dessa maneira, tem-se um ótimo poder antimicrobiano para ambiente, utensílios e equipamentos,

sem o poder corrosivo característico dos produtos clorados com altas concentrações de soda cáustica e barrilha<sup>51</sup>.

Grandes números de organismos que atacam a cultura utilizam a semente como principal veículo de disseminação e introdução em novas áreas de cultivo<sup>52</sup>. Henning e França neto (1980)<sup>53</sup> verificaram a erradicação de patógenos localizados internamente em sementes danificadas mecanicamente durante a colheita, resultantes da penetração do hipoclorito nas rachaduras na semente. Na avaliação sanitária de sementes, é recomendada a utilização de soluções desinfetantes, como as de hipoclorito de sódio, para eliminar microrganismos saprófitos possivelmente existentes nas sementes<sup>54</sup>.

O hipoclorito de sódio (água sanitária) tem mostrado boa eficiência no controle da Cercosporiose do cafeeiro. A cercosporiose é causada pelo fungo *Cercospora coffeicola* e seu ataque está relacionado à nutrição mineral das plantas. Ou seja, as plantas mais debilitadas, pela falta de nutrição ou excesso de produção, constituem o alvo da doença<sup>49</sup>.

A utilização de hipoclorito de sódio por produtores de soja e feijão tem-se constituído numa prática embasada por observações de campo. Entretanto, quanto à aplicação deste produto isolado ou em misturas, ainda há carência de informações científicas que possam caracterizar seu efeito benéfico ou prejudicial no solo e/ou em plantas de soja e de feijão.

Por analogia na ação do fungo *Cercospora coffeicola* nas folhas do cafeeiro com a ação do fungo *P. pachyrhizi* nas lavouras de soja, espera-se então resultados satisfatórios no combate à ferrugem asiática na soja. O hipoclorito de sódio, como agente desinfetante, teria ação inibidora no crescimento do fungo, facilitando o crescimento da cultura da leguminosa em estudo.

A manutenção de baixas relações  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Na}^+/\text{Mg}^{2+}$  é considerada por alguns autores como um importante critério na caracterização da tolerância das plantas à salinidade<sup>55</sup>.

Em função da importância biológica dos minerais, tanto para as plantas quanto para os seus consumidores, torna-se importante o monitoramento quantitativo e qualitativo de minerais na soja, para verificar se a aplicação do hipoclorito de sódio foliar interfere na quantidade dos macro ou dos micronutrientes constituintes da soja.

#### 4.4 – MINERAIS

Na análise de organismos vivos em geral são encontradas grande quantidade de minerais. Cada mineral tem sua função no organismo e é exigido na dieta em função dessa atividade que desempenha no processo metabólico.

Os minerais constituem uma classe de nutrientes que desempenham diversas funções biológicas, podendo atuar direta ou indiretamente em uma série de processos de caráter químico, bioquímico e estrutural, participando desde a formação dos ossos até o equilíbrio elétrico nas células<sup>56</sup>.

Os elementos minerais têm muitas funções essenciais, alguns como íons dissolvidos nos fluidos corpóreos e outras como constituintes de compostos essenciais. O equilíbrio dos íons minerais nos fluidos corpóreos regula a atividade de muitas enzimas, mantém o equilíbrio ácido-básico e a pressão osmótica, facilita o transporte de compostos essenciais nas membranas e mantém a irritabilidade dos músculos e nervos. Muitos minerais estão envolvidos em processos de crescimento<sup>57</sup>.

Nos últimos anos a análise foliar tem sido utilizada para a avaliação da disponibilidade dos nutrientes limitantes para as plantas, oferecendo, assim, uma nova ferramenta para aprimorar a recomendação da adubação, aumentando a probabilidade de incremento da produtividade<sup>58</sup>.

##### 4.4.1 – SILÍCIO

O silício é o segundo elemento mais abundante da crosta terrestre, superado apenas pelo oxigênio e ocupa a mesma posição de destaque que o carbono no mundo biológico. Apesar de não ser um nutriente essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas, diversos estudos têm demonstrado efeitos benéficos do Si em diversas culturas, dentre os quais destacam-se o baixo coeficiente de transpiração com melhor aproveitamento da água, maior teor de clorofila, maior rigidez estrutural dos tecidos com aumento da resistência mecânica das células, folhas mais eretas, maior área fotossintética e maior absorção de CO<sub>2</sub><sup>59</sup>.

O silício é absorvido pelas plantas como ácido monossilícico (H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>). Atualmente, consideram-se plantas acumuladoras de Si aquelas com teores superiores a 1 g de Si por Kg de massa seca, como arroz e trigo; plantas como soja e cucurbitáceas são consideradas intermediárias<sup>60</sup>.



Estudos realizados com silício (Si) demonstram o efeito benéfico de sua aplicação no aumento de produção de diversas culturas como a cana-de-açúcar, arroz e outras gramíneas e que sua absorção traz inúmeros benefícios, dentre eles: resistência ao acamamento, maior tolerância ao déficit hídrico, principalmente na cana-de-açúcar. Contribui no controle de pragas e doenças e no aumento de produção desta cultura<sup>61</sup>. Na literatura são encontrados vários estudos que possibilitam melhorar a disponibilidade de fósforo nos solos, sendo a aplicação de silicatos uma delas. A correção da acidez do solo com silicatos, além de elevar o pH, pode disponibilizar o P, pelo efeito adicional de deslocar o P adsorvido para a solução<sup>62</sup>.

#### 4.4.2 – CÁLCIO

Apesar de sua importância como constituinte estrutural e papel fundamental no controle das funções celulares, suas concentrações nos fluidos extra e intracelulares são frequentemente baixas, apresentando-se associado a proteínas plasmáticas e citosólicas, cujas concentrações são controladas dentro de uma pequena margem de variação, através de mecanismos de homeostase ou calcemia, gerenciados pela ação de hormônios, além da vitamina D, que controlam a absorção, excreção e metabolismo ósseo<sup>63</sup>.

Considerando que a dieta da população brasileira tem se mostrado muitas vezes inadequada com relação ao consumo do cálcio e vitamina D, a suplementação desses componentes pode ser necessária em indivíduos que apresentam no metabolismo do cálcio e osso<sup>64</sup>.

O cálcio é o mineral mais abundante no corpo do animal, com presença significativa no esqueleto, fluidos e tecidos corporais, sendo exigido para formação e manutenção da estrutura óssea, transmissão de impulsos nervosos, coagulação sanguínea, contração muscular, ativação de sistemas enzimáticos e hormonais, utilização eficiente dos nutrientes, entre outros<sup>65</sup>. O consumo adequado de cálcio durante a vida é um pré-requisito para a saúde dos ossos. A deficiência de cálcio pode acarretar além da perda da massa óssea, problemas como câibras e irritabilidade, por ser um mineral necessário na transmissão nervosa e na regulação dos batimentos cardíacos<sup>57</sup>.

Para os seres humanos a falta de magnésio nos tecidos musculares os torna mais suscetíveis à infiltração de macrófagos e neutrófilos e ao rompimento do

sarcolema, dificultando o processo de regeneração e podendo ocasionar queda no desempenho físico<sup>66</sup>. O magnésio é importante por participar do equilíbrio ácido-básico no organismo humano<sup>67</sup>.

Para muitas pessoas o extrato hidrossolúvel de soja (EHS) – “leite” de soja – pode substituir o leite de vaca devido à intolerância ao leite bovino. A substituição do leite de vaca pelo EHS seria perfeita nutricionalmente, quando se referisse apenas à quantidade de proteína, porém ao considerarmos a quantidade dos micronutrientes, como por exemplo, o cálcio, o “leite” de soja não se torna adequado substituto para o leite bovino, cujo conteúdo de cálcio é de 123 mg/100 mL de leite<sup>68</sup>, enquanto o leite de soja é de 40 mg/100 mL<sup>69</sup>.

Cada 100 gramas de grãos de soja contém 230 mg de cálcio, 580 mg de fósforo, 220 mg de magnésio e 0,1 mg de cobre, dentre outros compostos. O teor de cálcio nos grãos de soja varia de 160 a 470 mg (média de 230 mg) por 100g de grãos. Essa quantidade supre em média 30% da necessidade diária de cálcio (800 mg), recomendada para adultos (homens) entre 22-35 anos, com peso corporal em torno de 70kg<sup>69</sup>.

Estudos epidemiológicos demonstraram que, além do câncer de mama e doenças cardiovasculares, a osteoporose, câncer de próstata e os sintomas da menopausa são raros nas sociedades asiáticas<sup>70</sup>, demonstrando, assim, que a soja tem papel preventivo e terapêutico na saúde do indivíduo, por ser um alimento rico em cálcio.

A Soja e seus derivados têm sido utilizados há séculos nos países orientais como alimento básico da dieta daquelas populações, além de ingredientes para produtos industrializados no ocidente<sup>71</sup>. Pesquisas revelaram que a incidência e mortalidade causadas pelo câncer de mama em mulheres ocidentais têm sido consideravelmente mais elevadas que na Ásia, onde a soja tem importante papel na dieta<sup>72</sup>. Os alimentos de origem vegetal, normalmente milho e soja, que constituem a base da alimentação de aves possuem teores de cálcio em níveis insuficientes para suprir as exigências nutricionais visando desempenho e sanidade ótimos dos plantéis, necessitando de suplementação alimentar para as aves<sup>73</sup>.

Uma vez dentro das plantas, o cálcio funciona de várias maneiras, incluindo o estímulo ao desenvolvimento das raízes e das folhas. Forma compostos que são parte das paredes celulares. Isto reforça a estrutura das plantas. Ajuda a neutralizar

ácidos orgânicos nas plantas. É essencial no crescimento de vagens, além de atuar na formação do pectato de cálcio, presente na lamela média da parede celular e na germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico<sup>74</sup>. O cálcio é requerido para formação da clorofila e sua deficiência pode ser prejudicial para o crescimento da leguminosa<sup>75</sup>, além da importante função de calagem do solo com conseqüente redução na acidez do mesmo.

#### 4.4.3 – ZINCO

O zinco é um elemento essencial e benéfico ao crescimento dos seres vivos. Concentrações maiores do que  $5 \text{ mg.L}^{-1}$  na água podem causar sabor amargo e adstringente e opalescência em águas alcalinas. Comumente entra na água para abastecimento público através da poluição industrial, da deterioração do ferro galvanizado e da dezinquificação do latão; em certos casos, também o chumbo e o cádmio podem estar presentes como impurezas do zinco usado no processo de galvanização<sup>76</sup>.

Em seres humanos o conteúdo total de zinco no organismo varia de 1,5 g a 2,5 g, estando presente em todos os órgãos. Concentra-se nos ossos, músculos voluntários, fígado e pele. A concentração de zinco na massa corpórea magra é de aproximadamente  $300 \text{ mg/g}$  e no osso uma concentração de 100 a  $200 \text{ mg/g}$ <sup>77</sup>.

Existem interações entre o zinco e outros componentes da alimentação e que a absorção de zinco depende não somente da concentração de fitato, mas também do magnésio e fósforo<sup>78</sup>.

O zinco é essencial também na otimização de processos de crescimento e desenvolvimento, reprodução, imunidade, proteção antioxidante, estabilização das membranas e expressão genética; forma parte de enzimas<sup>79</sup>. Cumpre no organismo funções catalíticas e estruturais, participa do metabolismo das proteínas, lipídeos e carboidratos e na síntese e degradação do ácido nucléico. Deficiência de zinco durante a amamentação tem como conseqüência para o bebê maior vulnerabilidade a dermatites e outras doenças cutâneas<sup>80</sup>.

Para prevenir ou reduzir os efeitos causados pelo estresse oxidativo gerado pelo exercício intenso, o organismo está equipado com diversos mecanismos de defesa antioxidante. Nesses mecanismos, vários micronutrientes desempenham papel importante, entre eles o zinco<sup>81</sup>. Outros estudos mostram que a deficiência de zinco desenvolve danos oxidativos associados com inflamação. A deficiência de

zinco afeta o fator inibitório de crescimento, sendo que o estresse leva a uma depleção de zinco no fígado, no músculo e aumento da excreção urinária deste elemento. Outros trabalhos mostram que, em ratos, o zinco está envolvido na estimulação de genes que levam à liberação de adrenais<sup>82</sup>.

O zinco tem se mostrado como componente funcional de mais de 100 enzimas, que participam de diversos processos metabólicos, como crescimento e multiplicação celular, cicatrização e funcionamento dos macrófagos e linfócitos<sup>12</sup>. O zinco, microelemento distribuído em todos os tecidos orgânicos, participa de vários sistemas enzimáticos, e está envolvido em todo o processo de multiplicação celular, na espermiogênese e no desenvolvimento dos órgãos sexuais, na síntese de proteínas e colágeno ósseo e na cicatrização da pele<sup>78</sup>.

Para as plantas o zinco também é um elemento componente essencial de diversas desidrogenases, proteinases e peptases. Esse elemento naturalmente presente ou aplicado nos solos é absorvido pelas plantas principalmente por processo ativo. A deficiência desse metal para as plantas está associada à redução do tamanho das folhas, ferrugem nas bordas de folhas velhas e clorose, sendo esse sintoma também relacionado às reações de toxicidade<sup>83</sup>.

A deficiência de zinco, geralmente, produz sementes com baixo conteúdo e concentração desse nutriente<sup>84</sup>. As manifestações morfológicas decorrentes da carência de Zn resultaram em folhas pequenas, mais estreitas e pontiagudas, com nervuras salientes e encurvamento da lâmina para cima e, às vezes, para baixo ao longo da nervura principal, com as margens voltadas para a face central; mostraram, também, uma forte clorose internerval com as nervuras bem realçadas de verde e manchas ou pequenas pontuações castanhas distribuídas pelo limbo<sup>85</sup>. O desequilíbrio nutricional em relação ao mineral zinco pode reduzir o crescimento e a qualidade de mudas enviveiradas, colocando em risco o sucesso do empreendimento<sup>86</sup>.

Sabe-se que em áreas de Cerrado é comum a deficiência de Zn, ainda que o nutriente faça parte das formulações de adubos usados no plantio. Nesses solos ácidos, a obtenção de altas produtividades de culturas exigentes passa, necessariamente, pelo emprego da calagem. No entanto, ao elevar o pH do solo, a calagem reduz a disponibilidade de micronutrientes catiônicos, tais como: Zn e Mn. O pH dos solos é, na maioria das vezes, o principal fator de controle de

biodisponibilidade de cobre para plantas, uma vez que o elemento fica indisponível às plantas, em valores de pH próximos da neutralidade<sup>87</sup>.

Com base nisso torna-se importante a quantificação dos minerais no trabalho, bem como possível interferência do cloro nessas concentrações.

#### **4.4.4 – COBRE**

O cobre é essencial para os seres humanos. Um adulto requer aproximadamente dois mg diários, mas são nocivos para certos organismos aquáticos<sup>76</sup>. É absorvido na proporção de 40 a 50% da ingestão oral, no estômago e duodeno proximal por transporte ativo junto a aminoácidos ou por difusão. A excreção é feita via fecal e, em maior teor pela bile, assim como a urina e o suor. Sua deficiência provoca anemia, leucopenia, neutropenia, hiperucemia, retardo no crescimento<sup>88</sup>.

A vida, como fenômeno, em alguns dos seus modelos de produção de energia, utiliza um amplo número de estratégias para a produção de energia. A partir de uma vasta gama de possibilidades, como catálises oxido - redutivas tem tirado partido delas, quer das propriedades químicas de metais essenciais como o cobre, o ferro, o manganês, o molibdênio e o cobalto em associação com co-fatores enzimáticos como as flavinas e as quinonas, quer como componentes prostéticos ou como coenzimas<sup>89</sup>.

É um elemento-traço essencial para a manutenção de vários processos biológicos, tais como metabolismo energético, homeostase de ferro e mecanismos de proteção antioxidante através da atividade da cobre-zinco superóxido dismutase (Cu-Zn SOD), da ceruloplasmina e da metalotioneína<sup>90</sup>. Está presente em todos os fluidos e vários tecidos humanos, sendo, juntamente com aminoácidos, ácidos graxos e vitaminas, necessários para os processos metabólicos, embora o íon cobre em excesso no organismo causa hemólises, vômito, irritação gastrointestinal, diarreia, convulsão e sérias disfunções hepáticas<sup>91</sup>.

A disponibilidade do cobre é relativamente baixa para a maioria das espécies animais e seu papel biológico refere-se, sobretudo, a sua atuação como agente catalítico oxidativo, estando envolvido em diversos processos metabólicos sob forma de cuproenzimas<sup>92</sup>. Sabe-se que o excesso de vitamina C e de zinco pode prejudicar a absorção do mesmo<sup>30</sup>.

Para muitas espécies de plantas, altas quantidades de cobre em solução nutritiva são tóxicas e limitam o crescimento, inclusive para a soja. Isto ocorre porque há indícios de afetar, em parte, a habilidade do cobre em deslocar outros cátions, particularmente o ferro, de importantes sítios fisiológicos. Com a expansão da soja no Estado do Paraná, passou-se para o cultivo em solos de textura média a arenosa. Nesses solos é função da adubação a reaplicação anual de Cu no adubo, associada como contaminante do calcário, do adubo fosfatado aplicado<sup>58</sup>.

Os sais de cobre são utilizados em sistemas de água para abastecimento público, para controlar o crescimento de microalgas em reservatórios; pode ser introduzido na água também através dos tubos de distribuição de água e pela corrosão dos mesmos ou atuando na catálise da oxidação do manganês<sup>76</sup>.

Diversos produtos cúpricos têm sido utilizados no controle de doenças bacterianas, como oxicloreto de cobre, sulfato de cobre, hidróxido de cobre e óxido cuproso. O cobre atua na proteção do tecido vegetal contra infecção por bactérias e na redução da população bacteriana na superfície foliar<sup>93</sup> e o cobre quando associado ao manganês reduz a severidade das doenças na cultura do milho quando há aplicação de doses elevadas de nitrogênio<sup>94</sup>.

#### 4.4.5 – MAGNÉSIO

O magnésio é um cátion essencial que age co-fator para adenosina trifosfatases em inúmeras reações enzimáticas. Vários estudos mostram seu envolvimento na ação e secreção de insulina e os efeitos deste hormônio sobre o metabolismo e transporte do magnésio. Entretanto, os resultados são conflitantes. Sugerem que a deficiência de magnésio está implicada direta ou indiretamente com a resistência à insulina na *diabetes mellitus*, enquanto outros descrevem uma relação inversa ou, um aumento da captação de glicose decorrente da falta de magnésio<sup>95</sup>.

Além do papel do magnésio na atividade como co-fator em quase todas as enzimas do metabolismo energético e na molécula de clorofila, este íon é requerido para a integridade dos ribossomos e contribui efetivamente para a estabilidade estrutural dos ácidos nucléicos e membranas<sup>96</sup>.

A aplicação de silicatos de cálcio e magnésio ( $\text{CaSiO}_3$  e  $\text{MgSiO}_3$ ) promove benefícios ao solo<sup>97</sup>. Esses silicatos estão associados ao aumento na disponibilidade de Si, elevação do pH e aumento do Ca e Mg trocável do solo.

#### 4.4.6 – MOLIBDÊNIO

O molibdênio exerce papel indispensável na assimilação do nitrato absorvido pelas plantas, atuando a nível da redutase do nitrato. Portanto, qualquer deficiência do elemento pode comprometer o metabolismo do nitrogênio, diminuindo o rendimento das culturas<sup>98</sup>.

O molibdênio e o cobalto são nutrientes importantes à fixação biológica do nitrogênio na soja, cultura esta que representa a principal fonte de receita de grande parte dos agricultores e é responsável pelo ingresso de divisas no Brasil pelas exportações<sup>99</sup>.

A soja, quando em simbiose com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, é capaz de ter a sua exigência de N totalmente satisfeita com o processo de fixação biológica de N<sub>2</sub>. Entretanto, a fixação biológica é seriamente afetada, quando ocorre deficiência de Mo, tendo em vista que este nutriente faz parte da enzima nitrogenase responsável pelo processo da fixação<sup>100</sup>.

Apesar de não serem totalmente conhecidas a extensão e a importância da deficiência de Mo na produtividade da soja, o problema existe e tenderá a se agravar à medida que se intensificar o cultivo de soja pelo uso de variedades altamente produtivas, técnicas de manejo voltadas para alta produtividade e solos com restrições químicas crescentes<sup>101</sup>.

Caso as quantidades disponibilizadas de Mo para as plantas sejam reduzidas, sua aplicação, juntamente com o tratamento de sementes mais fungicidas, constitui a forma mais prática, eficiente e econômica de correção da deficiência<sup>102</sup>.

A aplicação de micronutrientes visando à correção de deficiências nutricionais em culturas agrícolas pode ser feita de três modos: diretamente no solo junto com a adubação convencional, em aplicação foliar e via tratamento de sementes<sup>102</sup>.

#### 4.4.7 - MANGANÊS

O Manganês (Mn) é o micronutriente mais abundante no solo depois do Fe e os sintomas de toxidez de Mn são amplamente relatados na literatura em diversas espécies vegetais<sup>103</sup>. É um metal de transição, que participa da molécula da superóxido dismutase mitocondrial, donde se pode inferir a sua relevante importância no mecanismo endógeno de controle do estresse oxidativo e da peroxidação lipídica<sup>104</sup>. Atua como cofator na síntese da biotina, da acetilcolina, do colesterol, hormônios tireoideanos, da tiamina, da vitamina C e da protrombina,

assim como age como ativador da peptidase, da arginase e também no metabolismo da glicose e na absorção e transporte do cobre<sup>105</sup>.

Os solos brasileiros são predominantemente ácidos, ocorrência comum nas regiões tropicais. Essa condição associada a outros fatores pode resultar em toxicidade do manganês às plantas o que prejudica o seu desenvolvimento<sup>106</sup>. A deficiência de Mn tem se tornado comum em áreas de cultivo, sobretudo em solos de baixa fertilidade natural, chegando a causar, em algumas situações, redução no rendimento de grãos de até 50%. Nessas áreas, tal deficiência foi atribuída à aplicação de altas doses de calcário que elevaram o pH a valores próximos da neutralidade<sup>107</sup>.

Em várias funções nas plantas, o manganês e o zinco são determinantes ou integrantes de diversos processos, tais como síntese de proteínas, permeabilidade de membranas, absorção iônica, respiração, síntese de amido e controle hormonal. Assim, existe a hipótese de que ambos os nutrientes estejam envolvidos na qualidade fisiológica das sementes<sup>84</sup>. Para o manganês, existe uma relação entre a sua concentração no tecido vegetal e a severidade das infecções por doenças nas plantas hospedeiras<sup>94</sup>.

Os minerais - ferro, zinco, cobre manganês e boro, são necessários em pequenas quantidades diárias pelo organismo. As deficiências de cobre, manganês e boro são raras em humanos. Entretanto, o manganês é essencial para o metabolismo do colesterol, crescimento corpóreo e reprodução<sup>108</sup>.

O papel metabólico do manganês é considerável, pois ele ativa numerosas enzimas envolvidas na síntese do tecido conjuntivo, na regulação da glicose, na proteção das células contra os radicais livres e nas atividades neuro-hormonais. É absorvido no intestino delgado, atinge o fígado e daí é distribuído para diversas partes do organismo<sup>109</sup>.

Com base na importância dos minerais citados acima, espera-se que a disponibilidade de minerais nos alimentos cultivados não seja afetada por diversos tratamentos que se submetem os cultivares.

Esse trabalho torna-se importante, então, por testar um agente químico como fungicida que venha, ao mesmo tempo, amenizar a utilização de defensivos agrícolas que tanto impactam negativamente a opinião pública, quanto auxiliar na produtividade agrícola. Da mesma forma encontrar um agente que atingindo a todos



esses objetivos, não interfira negativamente na biodisponibilidade dos minerais citados nesse estudo, para que não haja comprometimento nutricional de um alimento que há tempos vem sendo incorporada na alimentação da população mundial – a soja.

## 5. OBJETIVOS

### 5.1 – OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos da aplicação de soluções de hipoclorito de sódio sobre a ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) e oídio (*Erysiphe diffusa*) quantificando possíveis alterações na biodisponibilidade dos elementos nutricionais Ca, Mg, Zn, Cu e Si.

### 5.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a evolução de progresso da ferrugem asiática e do oídio em soja submetida a tratamentos com hipoclorito de sódio.
- Verificar possível influência do período de plantio (safra e entressafra) na eficiência do tratamento aplicado.
- Avaliar possível influência dos tratamentos com soluções de hipoclorito de sódio nas concentrações de 0,2%, 0,4%, 0,5%, 0,6%, 0,8%, 1,0%, 1,5%, 2,0% e 2,5% nas quantidades dos nutrientes essenciais absorvidos pela soja Ca, Mg, Zn, Cu e Si.
- Verificar possível interferência na produtividade das parcelas em função do tratamento.
- Apresentar resultados com embasamentos estatísticos sobre a ação de soluções de hipoclorito de sódio, em diversas concentrações, no auxílio ao combate ao oídio e à ferrugem asiática da soja e possível interferência na produtividade das parcelas e na quantificação dos oligoelementos.

## 6. METODOLOGIA

O presente trabalho se desenvolveu com o cultivo de sementes da variedade de soja "MGBR 46" (Conquista) na área experimental do EMBRAPA - CERRADOS/DF, no período de novembro de 2006 a maio de 2009.

As sementes colhidas deram entrada na unidade de beneficiamento de sementes onde passaram por peneiras, visando remover as impurezas. Em época chuvosa as sementes foram secadas de imediato.

### 6.1 QUANTIFICAÇÃO DOS MINERAIS EM ESTUDO E PRODUTIVIDADE DAS PARCELAS.

#### 6.1.1 – PLANTIO/ PLANO EXPERIMENTAL.

Com o intuito de se verificar a influência do hipoclorito de sódio e a periodicidade de sua aplicação (mensal e quinzenal) na quantificação dos minerais no período da safra de 2006/2007 foram preparadas 12 parcelas com 10m<sup>2</sup> de área. Dessas, cinco parcelas receberam aplicações de soluções de 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0% e 2,5% do sal quinzenalmente e outras cinco mensalmente e duas parcelas foram isentas do produto, como parcela testemunha. Para essa primeira etapa do trabalho foi utilizado o cultivar de ciclo médio da soja em período de 130 dias de cultivo.

O plantio ocorreu no dia 11 de dezembro de 2006 e a colheita no dia 20 de abril de 2007. Com a finalidade de se amenizar ao máximo a influência de fatores externos ao trabalho foram preparadas quatro parcelas para cada concentração e para a testemunha (quatro repetições) totalizando 48 parcelas.

T	1,0%	2,5%	0,5%
0,5%	1,5%	2,0%	T
1,0%	T	1,5%	2,0%
1,5%	2,0%	0,5%	2,5%
2,0%	2,5%	T	1,5%
2,5%	0,5%	1,0%	1,0%

**FIGURA 1.** Croqui das parcelas cultivadas quinzenal ou mensalmente com soja e as respectivas soluções aplicadas em cada parcela.

Foram aplicados 400 mL de solução de hipoclorito de sódio em cada parcela por vez, com a utilização de um pulverizador de compressão prévia de 4,7 L da marca Guarany, conforme a figura 2. As soluções foram aplicadas em ordem crescente de concentração. Ao final de cada aplicação, o pulverizador foi lavado com água destilada para que pudesse ser reutilizado para aplicação da concentração seguinte.



**FIGURA 2.** Aplicação foliar manual das soluções de hipoclorito de sódio com a utilização do pulverizador costal manual.

Após a colheita os grãos foram pesados e quantificada a produtividade média de cada tratamento para que se verificasse uma possível influência do hipoclorito de sódio. Os dados foram submetidos a uma análise descritiva e comparativa das médias nos grupos investigados. Inicialmente teve-se o cuidado de verificar a distribuição e normalidade dos dados (Teste de *Shapiro-Wilk*) e, uma vez comprovada a mesma ( $p > 0,05$ ), seguiu-se para a comparação das diferenças entre as médias dos tratamentos por meio de um teste ANOVA unidirecional<sup>110</sup>. O nível de significância adotado para todos os testes foi de 5%. Todos os testes estatísticos foram realizados no programa estatístico SPSS versão 17.0.0.

No mês de julho de 2007 foi cultivada a entressafra para que se pudesse comparar resultados e verificar possíveis influências da sazonalidade de plantio com resultados obtidos. A entressafra de 2007 foi plantada no dia 11 de junho e colhida no dia 29 de outubro. Perfazendo o total de 140 dias, teve-se nessa safra o cultivar tardio da variedade de sementes de soja MGBR 46. Foi cultivado o tardio para se permitir maior exposição do cultivar ao fungo. Nessa entressafra seguiu-se a mesma

metodologia empregada na safra anterior em relação ao número de parcelas, de tratamentos e de periodicidade de aplicação, porém as concentrações foram alteradas em função do efeito fitotóxico percebido na safra anterior.

### 6.1.2 – DIGESTÃO DAS AMOSTRAS

Na quantificação dos minerais foram misturados 4 mL de ácido nítrico, 1mL de ácido sulfúrico e 0,4 g da amostra triturada de soja. O conteúdo digerido foi transferido para um balão volumétrico com capacidade para 25 mL e completado o volume com água destilada.

A digestão ocorreu em forno da marca PROVECTO ANALITICA, modelo DGT 100 *plus*. O forno foi programado para que a digestão se desse em cinco etapas. Na 1ª etapa a amostra permaneceu por 6 minutos com a potência de 850 W. A 2ª etapa por 3 minutos com potência 0 W. A 3ª etapa novamente por 6 minutos a 850 W de potência. A 4ª da mesma forma que a 2ª e a 5ª da mesma forma que a 1ª, totalizando 24 minutos de digestão no forno. Após a digestão as amostras foram resfriadas por cerca de 30 minutos em bacias com água e gelo para evitar possível perda de metais pela volatilização do material.

As amostras foram analisadas em triplicatas no espectrômetro de emissão atômica com plasma indutivamente acoplado (ICP-AES) da marca Spectroflame, modelo FVM 03.

O controle de qualidade analítica foi efetuado através da utilização de brancos (água destilada e água deionizada) e soluções com concentrações determinadas com os analitos em estudo. Para elaboração de curvas de calibração foram lidos os materiais de referência internos do laboratório constituídos por soluções com concentrações 0,1, 0,5, 1, 1,5 e 2 ppm (mg/kg) dos analitos em estudo. Obteve-se um desvio padrão relativo médio de apenas 1,6%. Os erros médios relativos para as concentrações das amostras de teste foram; cálcio 2,3%, magnésio 1,8%, silício 2,19%, cobre 2,14% e zinco 2,65%.

Para o delineamento estatístico para a quantificação dos minerais, os grupos foram montados de forma independente. As variáveis dependentes foram testadas em relação a sua normalidade com o teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade das variâncias foi avaliada pelo teste de Levene. Para a comparação das variáveis dependentes nas diferentes situações experimentais, foi utilizada *one-way* ANOVA, com teste *post hoc* de Bonferroni. O nível de significância adotado neste estudo foi

de 5%. Todos os testes estatísticos foram realizados no programa estatístico SPSS versão 17.0.0.

## 6.2 – DETERMINAÇÃO DA CURVA DE PROGRESSO DO OÍDIO EM SOJA SUBMETIDA A TRATAMENTOS COM HIPOCLORITO DE SÓDIO, NO PERÍODO DA ENTRESSAFRA DE 2008.

O experimento constou de oito tratamentos, com parcela de 10m<sup>2</sup>, em quatro repetições, totalizando 32 parcelas. Os tratamentos foram: 1. Testemunha, 2. Aplicação de fungicida, 3. Fungicida + hipoclorito a 0,2%, 4. Fungicida + hipoclorito a 0,4%, 5. Fungicida + hipoclorito a 0,6%, 6. Hipoclorito a 0,2%, 7. Hipoclorito a 0,4% e 8. Hipoclorito a 0,6%.

Na segunda, terceira e quarta colunas os tratamentos foram distribuídos de forma a não haver repetição de posições dos tratamentos para que a interferência do ambiente fosse a menor possível. Essa metodologia permite maior segurança e menor margem de erro experimental.

T		F+0,4%	F	F+0,6%
F		F+0,6%	F+0,2%	F+0,4%
F+0,2%		0,2%	0,4%	F
F+0,4%		T	0,6%	0,4%
F+0,6%		0,6%	0,2%	T
0,2%		0,4%	F+0,4%	F+0,2%
Corredor				
0,4%	1 m	F	F+0,6%	0,6%
0,6%		F+0,2%	T	0,2%

**FIGURA 3.** Disposição das parcelas e tratamentos utilizados no estudo.

O volume preparado de 400 mL de solução de hipoclorito de sódio por parcela com 10 m<sup>2</sup>, foi obtido com referência à calda preparada para aplicação do fungicida em campo pela EMBRAPA – CPAC. São 400 L de calda do fungicida aplicado em cada hectare plantado.

As aplicações de hipoclorito de sódio nos moldes acima mencionado ocorreram nas seguintes datas; 18/07, 01/08, 15/08, 29/08, 12/09, 26/09, 10/10, 24/10.

Conforme informações colhidas junto a área técnica da EMBRAPA, a aplicação do fungicida se dá apenas duas vezes em média, a cada plantio, podendo aumentar conforme se verifique maior incidência fúngica. Foram aplicados 400 mL do fungicida Folicur 200CE (Tebuconazole) em cada parcela com tratamento nos dias 26/08 e 24/09.

Para melhor monitoramento da incidência do fungo e efeito do tratamento foram realizadas coletas de folíolos em três épocas, 22/08, 26/09 e 25/10. Em cada data de coleta e de cada parcela foram retirados 20 folíolos de uma altura equivalente a 2/3 do tamanho da planta. Em cada data de coleta, foram estudados 80 folíolos por tratamento e da testemunha e tiveram registrados os percentuais de área folicular afetada pelo oídio (*Erysiphe diffusa*).

Para avaliar estatisticamente as diferenças da área do folíolo de soja afetada pelo oídio nos diversos tipos de tratamento e períodos de coleta da amostra, utilizou-se a análise de variância (ANOVA) a dois fatores, com o post hoc de Tukey. Assim, para esta avaliação, foi selecionada a opção General Linear Model do pacote estatístico SPSS versão 17.0.0.

Após a colheita os grãos foram pesados, analisada a produtividade média de cada parcela e quantificados os minerais para monitoramento de uma possível influência do tratamento na biodisponibilidade dos mesmos.

### **6.3 - DETERMINAÇÃO DA SEVERIDADE DO OÍDIO E DA FERRUGEM ASIÁTICA EM SOJA SUBMETIDA A TRATAMENTOS COM HIPOCLORITO DE SÓDIO NO PERÍODO DA SAFRA 2008/2009.**

A safra foi cultivada no período de 18 de dezembro de 2008, com colheita no dia 26 de maio de 2009.

A metodologia empregada procurou seguir os mesmos procedimentos da entressafra anterior. Foram utilizadas a mesma distribuição das parcelas, as mesmas concentrações de hipoclorito de sódio, porém houve maior frequência de aplicações de fungicidas, uma vez que se constatou maior incidência da ferrugem durante o período de cultivo.

As aplicações de hipoclorito de sódio ocorreram nas seguintes datas; 23/01, 06/02, 20/02, 06/03, 20/03, 03/04, 17/04, 08/05 e 22/05.

Foi monitorada com freqüência de 3 ou 4 dias a presença do fungo na área de cultivo. Observou-se a incidência da ferrugem nesse período com intensidade suficiente para o prejuízo do cultivo. Houve nessa safra quatro aplicações de fungicida contra apenas duas na entressafra anterior. Para que não fosse criada resistência do fungo ao fungicida, esses eram aplicados de forma alternada. Foram aplicados 400 mL dos fungicidas Folicur 200CE (Tebuconazole) e Piori Xtra (azoxistrobina + ciproconazol) em cada parcela identificada por tratamento com fungicida nos dias 04/03, 25/03, 15/04 e 12/05 de 2009.

Para o monitoramento da incidência dos fungos e efeito dos tratamentos foram realizadas coletas de folíolos em três épocas, 20/03, 17/04 e 15/05. Mantendo-se a mesma metodologia da entressafra de 2008 em cada data de coleta e de cada parcela foram retirados 20 folíolos de uma altura equivalente a 2/3 do tamanho da planta. Nas datas de coleta, foram estudados 80 folíolos por tratamento e da testemunha e tiveram registrados os percentuais de área folicular afetada pelo oídio e pela ferrugem indicada na figura 4, conforme a escala diagramática (apêndice 1).



**FIGURA 4.** Análise visual da área foliar afetada pela ferrugem asiática e pelo oídio e em seguida comparada com a escala diagramática.



Para avaliar estatisticamente as diferenças da área do folíolo de soja afetada pelo oídio e pela ferrugem nos diversos tipos de tratamento e períodos de coleta da amostra, utilizou-se a análise de variância (ANOVA) a dois fatores, com o post hoc de Tukey. Assim, para esta avaliação, foi selecionada a opção General Linear Model do pacote estatístico SPSS versão 17.0.0.

Após a colheita os grãos foram pesados, analisada a produtividade média de cada parcela e quantificados os minerais para monitoramento de uma possível influência do tratamento na biodisponibilidade dos mesmos.

## **7. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nesse capítulo são apresentados os resultados obtidos nas colheitas das safras de 2006/07 a 2008/09. Vários fatores podem influir no cultivo agrícola dentre eles temperatura, umidade do ar e índices pluviométricos, por isso esses resultados foram apresentados por safra para que se pudesse perceber melhor a resposta biológica apresentada pela soja durante o período de cultivo.

Sementes provenientes de campos de produção podem carregar vários tipos de microrganismos, incluindo os fungos. Nesse trabalho as sementes utilizadas no estudo são de alta qualidade, obtidas junto à linha de produção de sementes, após serem aprovadas pelo controle de qualidade interna do Centro de pesquisas aplicadas ao cerrado (CPAC).

Ao longo das quatro colheitas, as sementes semeadas foram obtidas junto à linha de pesquisa do CPAC – Embrapa. Foi utilizada em todos os experimentos a variedade de sementes de soja MGBR 46 (conquista).

O número 46 significa a 46ª variedade experimental. Após as 46 experiências com as sementes, chegou-se à variedade denominada conquista. Seu lançamento foi na cidade de Conquista, dentro da grande Uberaba. Não foi desenvolvida nessa cidade, apenas levou o nome da cidade por ter sido lançada junto aos agricultores locais.

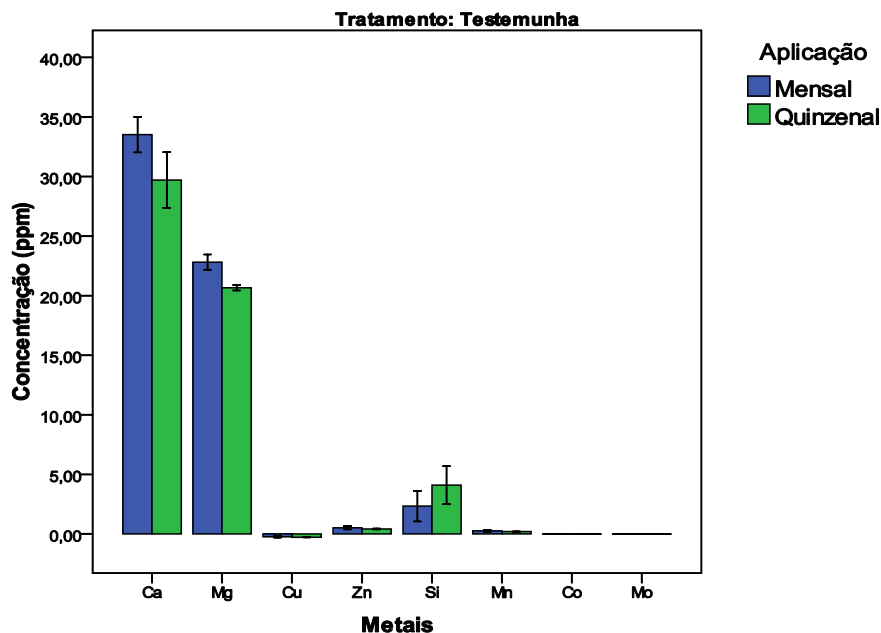
Serão utilizadas as expressões cultivares precoce, médio e tardio em função do tempo de cultivo que tenha levado cada safra. Cultivares precoces são aqueles em que o período de cultivo tem duração de até 120 dias. As médias duram até 135 dias e as tardias levam mais que 135 dias.

### **7.1 – SAFRA DE 2006/2007**

Para essa primeira etapa do trabalho foi pesquisado o cultivar de ciclo médio da soja em período de 130 dias de cultivo. O plantio ocorreu no dia 11 de dezembro de 2006 e a colheita no dia 20 de abril de 2007.

### 7.1.1 – COMPOSIÇÃO MÉDIA DETERMINADA NAS PARCELAS TESTEMUNHAS DOS MINERAIS CÁLCIO (Ca), MAGNÉSIO (Mg), COBRE (Cu), ZINCO (Zn), SILÍCIO (Si), MANGANÊS (Mn), COBALTO (Co) e MOLIBDÊNIO (Mo).

A figura 5 mostra a composição média dos grãos colhidos das parcelas testemunhas, das áreas com tratamentos quinzenais e mensais, em relação aos minerais estudados (em mg/Kg (ppm) de soja). Essa parcela testemunha não recebeu nenhum tratamento, seja por aplicação de fungicida seja de hipoclorito de sódio, por isso a composição da parcela testemunha serve como referência para a comparação com os demais tratamentos no estudo para se verificar possível influência dos tratamentos na composição nutricional da soja.



**FIGURA 5.** Composição média dos minerais em estudo na soja. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média.

Com base na figura acima percebe-se que a soja é um alimento que apresenta concentrações elevadas de cálcio e magnésio em relação aos demais elementos. Trabalhos com farelo de soja como ração para frangos de corte e galos adultos realça composição parecida com as determinadas nesse estudo para Magnésio, Cálcio e Zinco e próximos para manganês<sup>111</sup>. Avaliação química e

bioquímica de grãos de soja comum e de soja livre de lipoxigenase também destaca que a soja é um alimento que pode ser utilizado como fonte de cálcio<sup>112</sup>.

Dentre os minerais apresentados a composição de Magnésio foi a única que apresentou diferença significativa entre os valores mensal e quinzenal. Como não há aplicação de hipoclorito de sódio ou fungicida nas parcelas testemunhas, essa variação pode ser explicada pela própria biodisponibilidade do elemento no solo onde as parcelas foram cultivadas.

A partir da análise da discussão acima percebe-se a importância da soja como alimento complementar na dieta tanto dos homens quanto dos animais, principalmente pelo conteúdo de cálcio.

### **7.1.2 – INFLUÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA PRODUTIVIDADE DAS PARCELAS.**

Nessa safra foram utilizadas duas áreas de mesmas dimensões para o cultivo da soja, para que se pudesse monitorar a influência da periodicidade de aplicação das diferentes concentrações de hipoclorito de sódio na produtividade média das parcelas. Em uma das áreas, as parcelas recebiam aplicações de hipoclorito de sódio a cada quinze dias e na outra área, a aplicação ocorria mensalmente. As concentrações utilizadas conforme mencionado na metodologia foram 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0% e 2,5%.

Para se obterem esses valores, após a colheita os grãos foram identificados, secados, pesados e em seguida quantificada a produtividade média das parcelas em função da periodicidade de aplicação, da concentração e da parcela testemunha.

A figura 6 a seguir, ilustra os resultados para a produtividade média (em gramas) das parcelas em função da periodicidade de aplicação (mensal e quinzenal), das concentrações recebidas e da parcela testemunha.

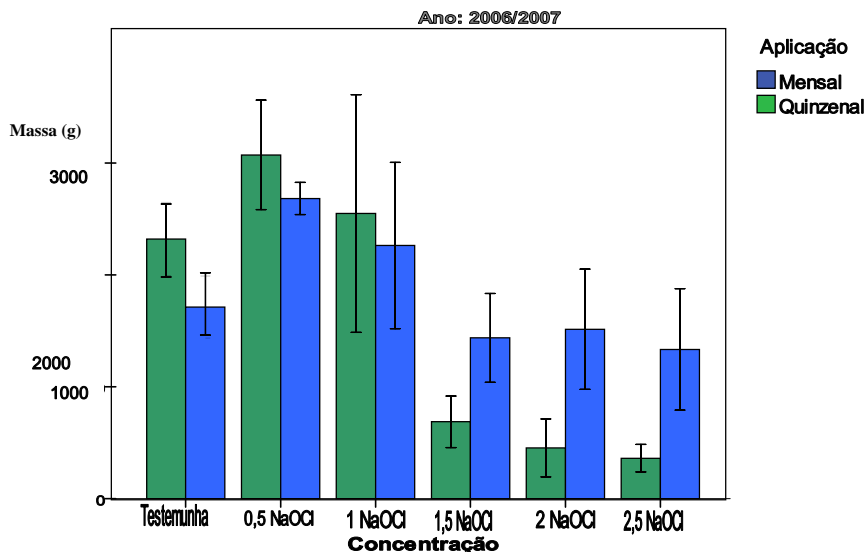
Formatado: Fonte: 12 pt, Cor da fonte: Automática

Formatado: Fonte: 12 pt, Cor da fonte: Automática

Formatado: Cor da fonte: Automática

Formatado: Fonte: 12 pt, Cor da fonte: Automática

Formatado: Fonte: 12 pt, Cor da fonte: Automática



**FIGURA 6.** Produtividade média das parcelas em função do tratamento. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média.

A figura 6 indica que as parcelas que receberam aplicações quinzenais nas concentrações iguais a 0,5% e 1,0% não tiveram alterações em suas produtividades em relação à parcela testemunha. Já as parcelas que receberam as concentrações de 1,5%, 2,0% e 2,5% apresentaram queda na produtividade média.

Observou-se visivelmente, nesse período de cultivo, nas parcelas que receberam aplicações quinzenais, efeito fitotóxico para a soja devido à aplicação de hipoclorito de sódio a partir de 1,5%. Ação desfolhante maior ainda quando na concentração de 2,5%. Esse efeito prejudicial sob as parcelas pode ter ocorrido em função do aumento da salinidade nas folhas da soja, com conseqüentes alterações no metabolismo celular. Fontoura (2005)<sup>113</sup> e Parcianello (2002)<sup>114</sup>, embora não tenham trabalhado com aplicações foliares e sim com adensamento no cultivo, afirmam que dentre os fatores que limitam a produtividade de grãos por parte da soja está a redução na área foliar, por afetar o aparato fotossintético.

A decomposição do hipoclorito de sódio leva ao aumento da salinidade da área de cultivo e o efeito dessa salinidade sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas é discutido por pesquisadores. A salinidade pode afetar de alguma forma o metabolismo do vegetal. Plantas muito sensíveis à salinidade absorvem água do solo, juntamente com os sais, possibilitando a toxidez pelo excesso de sal absorvido.

Formatado: Cor da fonte: Automática

Formatado: Fonte: Não Negrito, Cor da fonte: Automática

Formatado: Cor da fonte: Automática

Formatado: Cor da fonte: Automática

Formatado: Cor da fonte: Automática

Formatado: Cor da fonte: Automática

Formatado: Cor da fonte: Automática

Formatado: Cor da fonte: Automática

O efeito fitotóxico observado durante as aplicações quinzenais não foi observado nas parcelas que receberam aplicações mensais. Como as aplicações mensais ocorrem com frequência menor que as quinzenais, o volume aplicado de hipoclorito de sódio ao longo do cultivo foi menor e por ser período chuvoso, o próprio fator chuva pode ter diminuído o tempo de permanência do sal em contato com a planta, diminuindo para as concentrações a partir de 1,5%, seu poder desfolhante. Com base na figura 6, há inclusive aumento na produtividade média das parcelas que receberam aplicações na concentração de 0,5%, enquanto que para as demais aplicações não se observa diferenças na produtividade média das parcelas em comparação com a parcela testemunha.

Com base no exposto acima, percebeu-se a inviabilidade na continuidade das aplicações de soluções com concentrações a partir de 1,5% por reduzir a produtividade das parcelas, tornando inviável ~~essa metodologia por parte de para o produtor que viesse a adotar~~ essa metodologia. Os produtores de soja já enfrentam em toda safra diversidades, que levam a uma diminuição da produtividade aumentando os custos e reduzindo os lucros<sup>115</sup>.

Como a intenção da pesquisa é buscar alternativas para o aumento na produtividade, resolveu-se então, para as próximas safras reduzir a concentração a ser aplicada para que não houvesse maior comprometimento na produtividade das parcelas.

Uma vez observada a resposta da soja às concentrações aplicadas, torna-se importante perceber se há influência dessas aplicações na absorção dos minerais apresentados na revisão bibliográfica.

### 7.1.3 – INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS ESTUDADOS NA ABSORÇÃO DOS ELEMENTOS CÁLCIO E MAGNÉSIO PELA SOJA.

No tópico 7.1.2 foi apresentada a composição mineral da soja cultivada no experimento e percebeu-se o predomínio de cálcio e magnésio em sua composição. Ao se administrar concentrações de hipoclorito de sódio como fungicida, torna-se importante monitorar essa ação visando que a mesma não venha a influenciar na composição da soja, reduzindo essa sua composição mineral.

Formatado: Cor da fonte: Automática

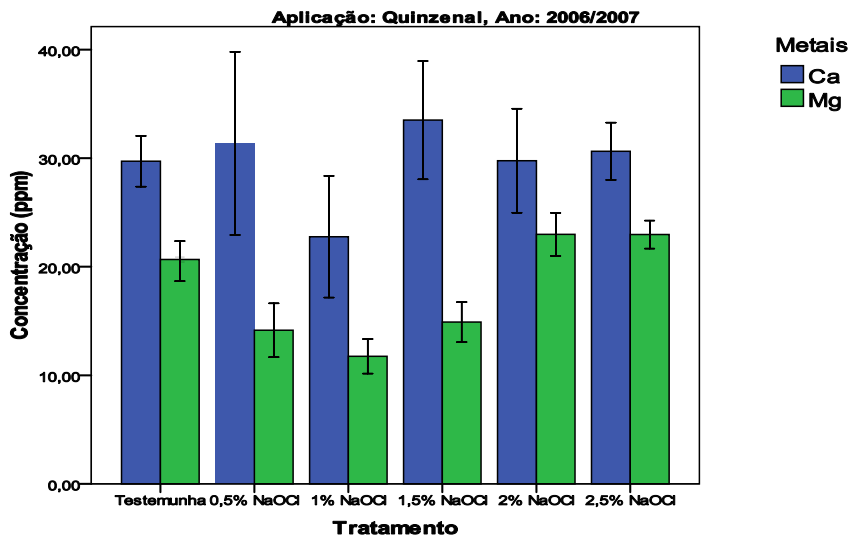
[CP1] Comentário:

Formatado: Cor da fonte: Automática

Formatado: Cor da fonte: Automática

Formatado: Cor da fonte: Automática

A figura 7 mostra a relação entre as concentrações obtidas de magnésio e cálcio (em mg/Kg de soja) em função dos tratamentos recebidos pelas parcelas e da aplicação quinzenal.



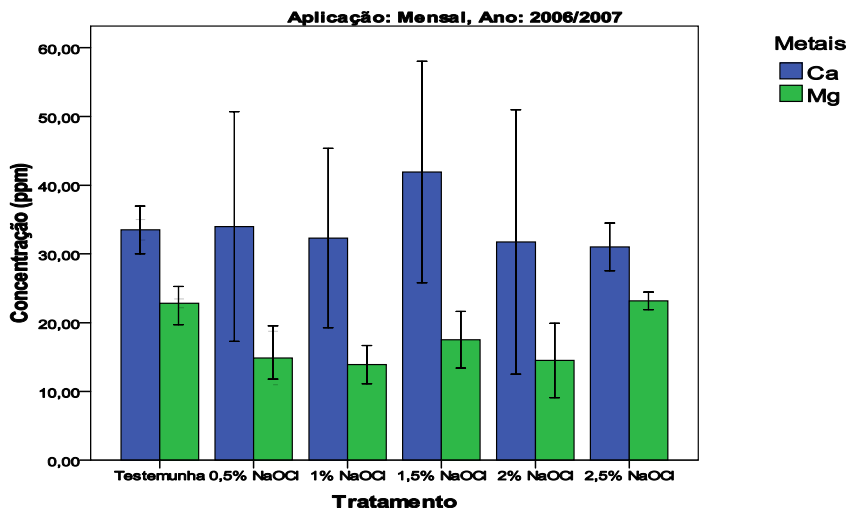
**FIGURA 7.** Concentrações médias de cálcio e magnésio (em mg/Kg de soja) em função dos tratamentos e da periodicidade. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média.

\_\_\_\_\_ Durante a análise quantitativa de cálcio e magnésio nos grãos colhidos nessa safra, não se observou interferência na absorção do elemento cálcio independente da periodicidade (quinzenal ou mensal) ou da concentração aplicada. Esse resultado contrasta com Cachorro, Ortiz e Cerdá (1994)<sup>116</sup> que sugerem que concentrações de até 200 mmol/L de NaCl e conseqüentemente de Na<sup>+</sup> no meio externo podem reduzir a atividade do Cálcio, resultando num decréscimo da quantidade de Ca disponível para a absorção pelas plantas.

Em relação ao mineral magnésio, observam-se respostas diferentes da planta às diferentes concentrações aplicadas. Ainda com base na figura 7 percebe-se redução nos teores de magnésio nos grãos quando as concentrações aplicadas estão entre 0,5 e 1,5. Doses de NaCl utilizadas em trabalhos com pupunheiras afetaram significativamente os teores dos nutrientes nas folhas, estipes e raízes. As maiores alterações ocorreram em relação ao Mg nas folhas<sup>117</sup>. O decréscimo do teor de Mg nas folhas pode estar relacionado a uma competição iônica com o Na<sup>118</sup>.

A figura 8 mostra a relação entre as concentrações obtidas de magnésio e cálcio (em mg/Kg de soja) em função dos tratamentos recebidos pelas parcelas durante aplicações mensais.

Quando há aplicação mensal observa-se similaridade nos resultados obtidos para o cálcio em relação a aplicação quinzenal. Analisando os valores das concentrações de magnésio obtidos a similaridade não ocorre para a aplicação da concentração de 1,5%. Essa concentração quando aplicada mensalmente não interfere na absorção de magnésio, mantendo estatisticamente, valores similares aos obtidos para a parcela testemunha, o que não foram observados nas aplicações quinzenais.



**FIGURA 8.** Concentrações médias de cálcio e magnésio (em mg/Kg de soja) em função dos tratamentos e da periodicidade. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média.

#### 7.1.4 – INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS ESTUDADOS NA ABSORÇÃO DO ELEMENTO ZINCO PELA SOJA.

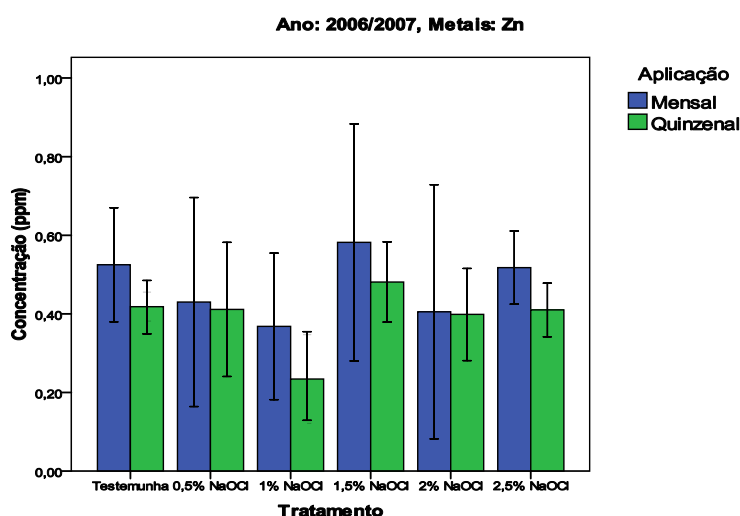
Assim como as concentrações de cálcio e magnésio foram estudadas para se verificar possível interferência dos tratamentos na absorção de ambos, torna-se importante o monitoramento das concentrações do mineral zinco.

O zinco aparece com concentrações menores que as do cálcio e do magnésio nas sementes de soja estudadas nessa pesquisa, nem por isso é de menor importância para o metabolismo celular, seja vegetal ou animal. A importância crescente dada ao zinco no século 20, sobretudo em seus últimos anos e na



atualidade, reflete a essencialidade desse elemento. Trata-se de um íon considerado “negligenciado” na literatura, segundo vários autores. Entretanto, a infinidade de suas funções no organismo tem intrigado a comunidade científica mundial<sup>119</sup>.

A figura 9 mostra as concentrações de zinco obtidas nas parcelas que receberam aplicações quinzenais e mensais em função das concentrações de NaOCl aplicados e na parcela testemunha.



**FIGURA 9.** Concentração de zinco (em mg/Kg de soja) em função dos tratamentos e da periodicidade. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média.

Após as análises observou-se que independente da concentração aplicada de hipoclorito de sódio, a biodisponibilidade do mineral zinco não foi afetada nas aplicações quinzenais e nem nas mensais em relação ao tratamento testemunha.

Com esse resultado concluem-se os estudos sobre a primeira safra colhida nessa pesquisa. Para melhor monitoramento, foi cultivada durante a entressafra em 2007 para se verificar possíveis alterações biológicas em função da sazonalidade do cultivo.

## 7.2 – ENTRESSAFRA DE 2007

De forma que se pudesse verificar a influência do período de plantio sob o resultado da pesquisa, o experimento foi repetido no período da entressafra em 2007, no entanto foi observada uma toxicidade alta e um prejuízo no cultivo da soja para concentrações maiores que 1,5%. Assim, para esse novo cultivo foram aplicadas concentrações menores e iguais a 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8% e 1,0%.

Repetiram-se as mesmas metodologias para a determinação da produtividade e da quantificação dos minerais estudados na safra anterior.

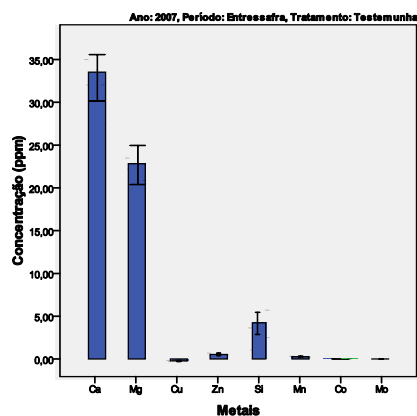
A entressafra de 2007 foi plantada no dia 11 de junho e colhida no dia 29 de outubro. Perfazendo o total de 140 dias, teve-se nessa safra o cultivar tardio da mesma variedade de sementes de soja MGBR 46 cultivada na safra anterior.

Para que se tivesse produtividade satisfatória, em função do clima seco que caracteriza o planalto central nesse período, a área determinada para o cultivo foi alterada para um terreno próximo ao pivô de irrigação e com essa alteração tornou-se necessário o estudo da composição mineral da soja nessa área, para possível interferência do terreno na composição mineral da soja.

O período de entressafra apresenta clima seco e com baixo índice pluviométrico. Segundo o instituto de meteorologia (2008)<sup>120</sup>, o ano de 2007 foi marcado por fortes anomalias negativas de precipitação em março, abril e maio, meses que precedem o período seco, e por um período de quatro meses (jun,jul,ago,set) sem ocorrência de precipitação. O mês de outubro também apresentou anomalia negativa e as chuvas só ficaram definitivamente regulares a partir de novembro.

### 7.2.1 - COMPOSIÇÃO MÉDIA DOS MINERAIS EM ESTUDO

A figura 10 mostra as concentrações dos minerais em estudo, obtidas na safra de 2007.



**FIGURA 10.** Composição média dos minerais em estudo na soja. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média.

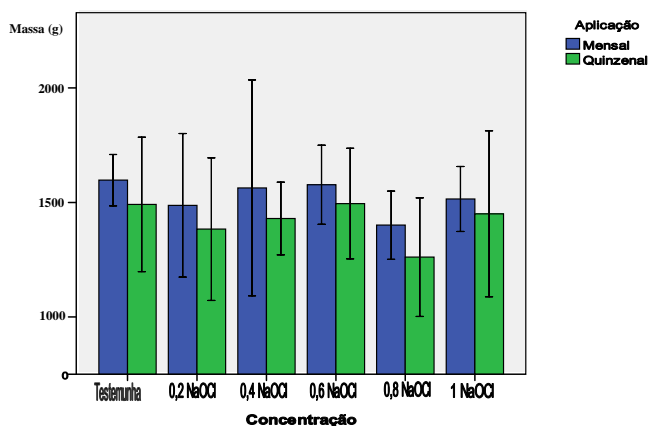
Conclui que mesmo com a mudança do terreno não houve alterações na a composição mineral dos grãos, pois foram observados valores similares aos obtidos na área cultivada na safra anterior.

### 7.2.2 – INFLUÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA PRODUTIVIDADE DAS PARCELAS.

Foram observados prejuízos na produtividade das parcelas que receberam concentrações maiores que 1% de hipoclorito de sódio na safra anterior, devido à fitotoxicidade do mesmo.

Para a entressafra de 2007 como houve aplicações de concentrações menores de NaOCl, torna-se necessária a análise da produtividade das parcelas para essas novas concentrações para se verificar possível influência das mesmas na produtividade das parcelas.

A figura 11 mostra a produtividade média (em gramas) das parcelas em função das concentrações aplicadas e da periodicidade (quinzenal ou mensal) dessas



aplicações.

**FIGURA 11.** Produtividade média das parcelas em função dos tratamentos e da periodicidade. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média.

Ao contrário das concentrações aplicadas na safra anterior, verifica-se com base na figura 11 que independente das concentrações aplicadas e da periodicidade da aplicação, não há interferência negativa dessas na produtividade das parcelas em relação ao tratamento testemunha.

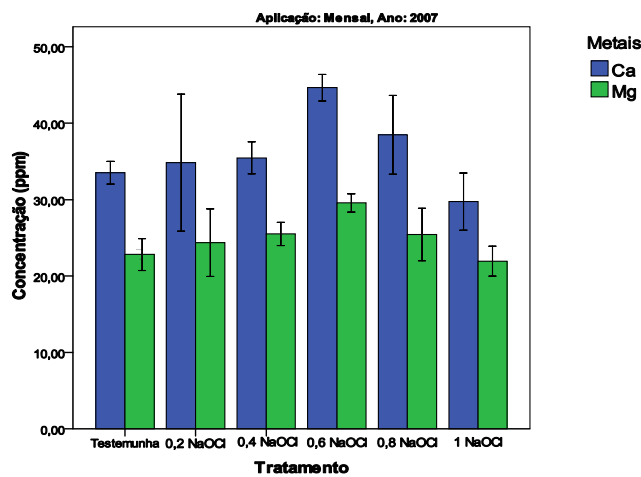
Pode-se observar uma queda na produtividade das parcelas nesse cultivo. O período de entressafra é caracterizado por baixas temperaturas e umidade relativa do ar, condições desfavoráveis para o crescimento do cultivar. O rendimento da planta fica comprometido tanto pela inadequação na temperatura, quanto pelo déficit hídrico, tendo efeito de retardamento do desenvolvimento até a floração e de aceleração do desenvolvimento durante o enchimento das vagens<sup>121</sup>.

A produtividade dessa safra foi estatisticamente menor que a anterior, porém essa queda não foi provocada pelo efeito fitotóxico do hipoclorito, mas, provavelmente, por fatores climáticos.

Na safra anterior foi estudada a influência da aplicação de hipoclorito na absorção dos minerais em destaque no estudo. Com a mudança nas concentrações torna-se necessário o monitoramento da influência das novas concentrações aplicadas.

### 7.2.3 INFLUÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA ABSORÇÃO DOS ELEMENTOS CÁLCIO E MAGNÉSIO PELA SOJA.

A figura 12 relaciona as concentrações (em mg/Kg de soja) dos minerais em função das concentrações aplicadas com a periodicidade mensal.



**FIGURA 12.** Concentrações de magnésio e cálcio (em mg/Kg (ppm) de soja) em função dos tratamentos em aplicação mensal. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média.

A figura 12 indica que aplicações mensais de soluções 0,6% de hipoclorito de sódio resultaram em aumento na absorção de cálcio e magnésio por parte da soja, acarretando em ganho nutricional para o grão em relação ao tratamento testemunha. Comparando as concentrações obtidas nessa safra com as concentrações da safra anterior observa-se que não houve alterações nas concentrações de cálcio nas parcelas testemunha. Não se observa estatisticamente diferenças nos valores de cálcio quando há aplicação de soluções a 0,6% dessa safra com os valores para 0,5%, e 1% da safra anterior.

Grãos e farelos de soja vêm sendo incorporados a alimentação de animais de corte e no caso do cálcio, por exemplo, a regulação da eficiência de absorção do elemento da dieta tem papel fundamental na manutenção da homeostase e a redução do mesmo no alimento poderá acarretar danos fisiológicos ao animal<sup>122</sup>.

Teve-se para essa safra uma barra de erros e a média menores que da safra de 2006/2007. Isso se deve à diferença da resposta do sistema biológico do vegetal às condições a que foi submetido e pode ter influenciado estatisticamente na comparação entre os valores obtidos para a testemunha e a concentração 0,6%.

Em relação ao mineral magnésio, não houve diferenças estatísticas entre as concentrações, aplicadas mensalmente, determinadas para as parcelas testemunhas quando comparadas com as obtidas na safra anterior. Já para a concentração 0,6% observa, assim como para o cálcio, aumento na absorção do magnésio pela soja.

O decréscimo do teor de Mg na área foliar dos vegetais pode estar relacionado a uma competição iônica com o Na, no entanto houve predomínio do Magnésio acarretando aumento em sua concentração<sup>118</sup>.

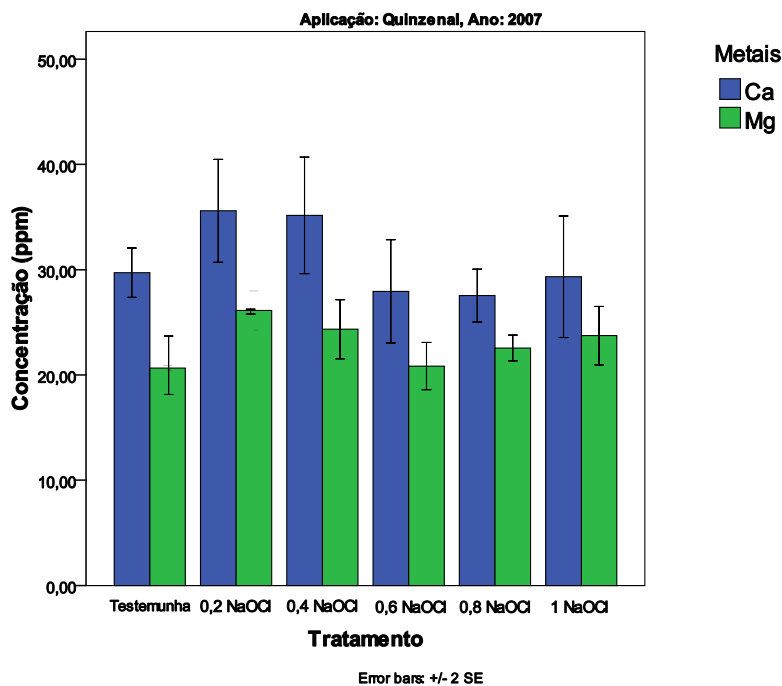
Um dado importante a ser destacado é que na safra de 2006/07, as concentrações 0,5%, 1% e 1,5% resultaram em decréscimo na biodisponibilidade de magnésio para o vegetal, já 0,6% acarretou em acréscimo nessa biodisponibilidade.

A maior absorção de magnésio e conseqüentemente sua maior biodisponibilidade para plantas tem sido relacionada com o maior crescimento vegetativo e redução na biodisponibilidade pode reduzir a absorção de água e nutrientes do solo<sup>123</sup>.

A partir do exposto acima tornam-se importantes novos estudos não só com a soja mas com outros vegetais para se confirmar e entender a resposta da planta às concentrações de 0,5%, 0,6% e 1%, quando aplicados mensalmente.

A figura 13 mostra os resultados obtidos para os elementos magnésio e cálcio nas parcelas em função das concentrações aplicadas quinzenalmente.

Observa-se com base na figura 13 que com freqüências quinzenais de aplicação de NaOCl, não se tem mais aumento na absorção de cálcio, na concentração de 0,6% como se verificou na aplicação mensal e o mineral passa a ter a mesma biodisponibilidade que a parcela testemunha.



**FIGURA 13.** Concentrações de magnésio e cálcio (em mg/Kg de soja) em função dos tratamentos em aplicação quinzenal. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média.

A figura 13 mostra, assim como para o cálcio, uma pequena barra de erros e pequena variação na média para os resultados obtidos para o magnésio nas parcelas que receberam a concentração de 0,2%. Essa pequena variação pode ser a explicação para o fato de haver aumento na concentração de magnésio na soja.

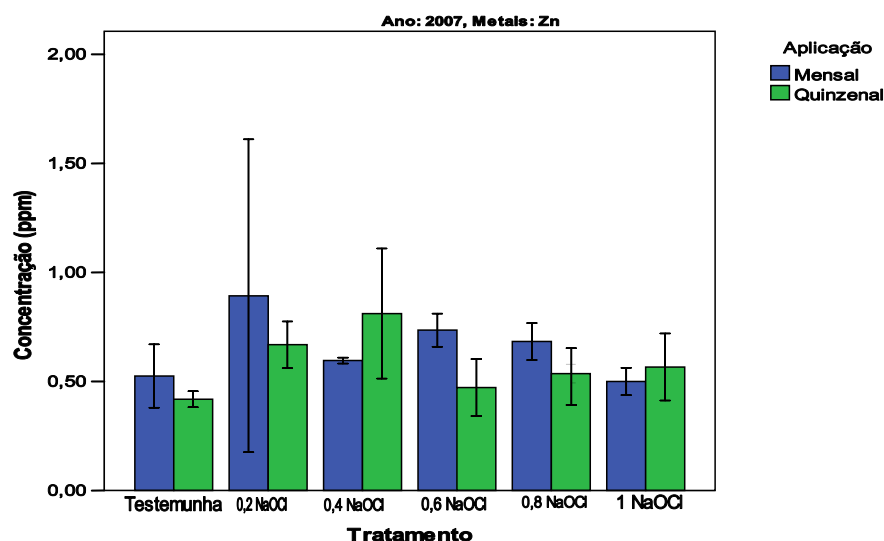
Assim como foi feita na safra de 2006/2007, foram monitoradas as concentrações de zinco na soja. Esses resultados aparecem no tópico 7.2.4.

### 7.2.4 – INFLUÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA ABSORÇÃO DE ZINCO PELA SOJA.

Entre os micronutrientes, o zinco é um mineral de grande importância para o metabolismo humano<sup>124</sup>. Quanto às funções biológicas do zinco, consideradas as diferentes espécies, existem mais de 200 metaloenzimas que dependem dele. Esse elemento traço tem impacto sobre os mediadores da imunidade, explicando a grande importância da disponibilidade do zinco na dieta.

O zinco é um oligoelemento que, normalmente, se encontra em baixos teores nos solos de cerrado. Vários trabalhos conduzidos no campo têm demonstrado que a adição de zinco promoveu incrementos significativos na produção agrícola<sup>125</sup>.

A figura 14 apresenta as concentrações de zinco obtidas nas parcelas em função das concentrações aplicadas e a periodicidade de aplicação.



**FIGURA 14.** Concentrações de zinco (em mg/Kg de soja) em função dos tratamentos e da periodicidade de aplicação. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média.

Os valores de zinco para as parcelas testemunha não variaram de uma safra para outra, mesmo com a mudança da área de cultivo.

As concentrações obtidas para o zinco nas parcelas que receberam aplicações mensais não se diferiram estatisticamente dos valores obtidos para parcela testemunha, porém com o aumento na frequência do tratamento a resposta

da planta é positiva e leva ao aumento na absorção do mineral nas concentrações 0,2% e 0,4%, quando aplicadas quinzenalmente.

O zinco bivalente é muito semelhante ao magnésio em tamanho e carga; por esse motivo pode reagir com minerais de argila, de onde pode deslocar o magnésio, tornando-se, por isso, relativamente não assimilável ou fixado devido à força com que é retido. Isso não foi verificado nesse estudo e o mais interessante é que o zinco e o magnésio tiveram suas concentrações elevadas quando as parcelas receberam aplicações quinzenais de 0,2%, o que contraria esse estudo.

Não se observou nessa safra nenhuma interferência negativa nas concentrações de zinco, cálcio ou magnésio exercida pela aplicação das soluções, independente da periodicidade ou da concentração.

Com a intenção de se obter dados sobre esses tratamentos e conseqüentemente os resultados das aplicações com maior precisão, foi cultivada nova safra em 2008, cujos valores serão discutidos a seguir e comparados com as safras anteriores.

### **7.3 – ENTRESSAFRA DE 2008**

Esse novo cultivo de entressafra torna-se importante para possível comparação com resultados obtidos no mesmo período de cultivo no ano anterior e também para comparação com os resultados obtidos para o período de safra com o objetivo de se verificar influência da sazonalidade de cultivo com resultados obtidos.

Para que outros fatores não influenciassem o resultado a entressafra de 2008 foi cultivada entre os dias 10 de junho e colhida no dia 24 de outubro. Perfazendo o total de 136 dias, teve-se nessa entressafra o cultivar tardio da variedade de sementes de soja MGBR 46, mantendo-se a mesma argumentação da safra anterior, ou seja, com maior tempo de cultivo há maior tempo de exposição do plantio a ação do fungo.

Nessa entressafra o objetivo foi estudar a eficiência do hipoclorito de sódio no combate ao oídio da soja. O experimento constou de oito tratamentos, com parcela de 10 m<sup>2</sup>, em quatro repetições, totalizando 32 parcelas. Os tratamentos foram: 1. Testemunha, 2. Aplicação de fungicida, 3. Fungicida + hipoclorito a 0,2%, 4. Fungicida + hipoclorito a 0,4%, 5. Fungicida + hipoclorito a 0,6%, 6. Hipoclorito a 0,2%, 7. Hipoclorito a 0,4% e 8. Hipoclorito a 0,6%.



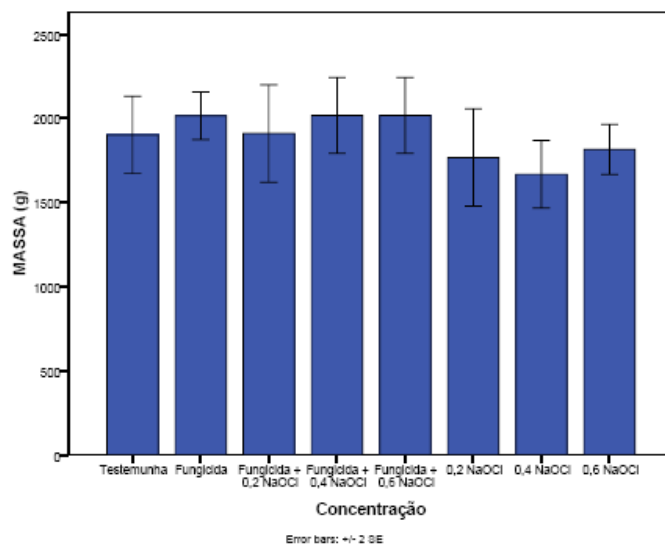
Nas parcelas que receberam o tratamento com fungicida foram aplicados os fungicidas Piori Xtra e Folicur 200CE.

Um dos objetivos principais da tese foi verificar possível ação fúngica do hipoclorito de sódio para que o mesmo pudesse ser utilizado como alternativa no combate às doenças fúngicas. Não foi possível verificar a ação desse sobre a produção de aflatoxinas uma vez que diversos fatores influenciaram para a não existência da mesma nos cultivos no planalto central.

Além dos *Aspergillus flavus* como os principais produtores das aflatoxinas outros fungos atacam a soja ainda no campo tornando-se os principais vilões na queda de produtividade da leguminosa. Outra doença que merece destaque e já mencionada na revisão de literatura é o oídio (*Erysiphe diffusa*).

### 7.3.1 – INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS NA PRODUTIVIDADE MÉDIAS DAS PARCELAS.

A figura 15 mostra a produtividade média das parcelas em função dos tratamentos aplicados sobre as mesmas. A obtenção desses valores torna-se importante para a correlação com safras anteriores.



**FIGURA 15.** Produtividade média das parcelas em função dos tratamentos aplicados sobre as mesmas. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média.

A produtividade nesse período de entressafra, embora um pouco maior, se manteve semelhante aos valores encontrados no período da entressafra de 2007, e menores que os valores obtidos na safra de 2006/2007.

Conforme já discutido na entressafra anterior, o período de entressafra é caracterizado por baixas temperaturas e umidade relativa do ar, condições desfavoráveis para o crescimento da soja.

### 7.3.2 - COMPOSIÇÃO MÉDIA DOS MINERAIS EM ESTUDO

Na safra de 2008 não se observou estatisticamente alterações na composição dos minerais das parcelas em relação ao observado nas demais safras anteriores.

Nessa entressafra verificou-se o efeito do hipoclorito de sódio no combate ao oídio da soja. Após a análise visual da incidência foliar do oídio sobre as folhas da soja, os resultados foram tabulados e aparecem a seguir.

### 7.3.3 – RESULTADOS OBTIDOS NA INFLUÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NO COMBATE AO OÍDIO.

A presença do oídio nas áreas cultivadas de soja representa uma preocupação a mais para os produtores. Casos de elevada colonização dos tecidos superficiais da planta por oídio acarreta possível redução no rendimento da soja devido à redução da área fotossinteticamente ativa<sup>31</sup>.

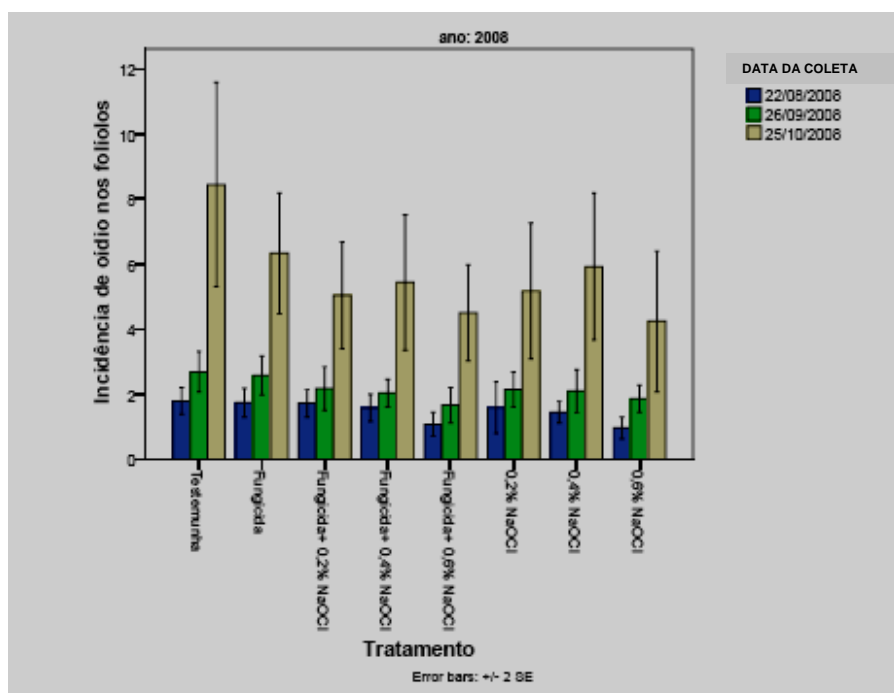
A tabela a seguir mostra o número de indivíduos envolvidos no estudo, o número e nome dos tratamentos e a quantidade de amostras para cada tratamento.

**TABELA.** Número de tratamentos, de indivíduos, de amostras e dias de coletas para análise por tratamento.

		Nome do Tratamento	N
Tratamento	1	testemunha	240
	2	fungicida	240
	3	0.2+F	240
	4	0.4+F	240
	5	0.6+F	240
	6	0.2	240
	7	0.4	240
	8	0.6	240
dia	22		640
	25		640
	26		640

Ao total 80 folíolos (20 folíolos por parcelas) foram analisados para cada tratamento, incluindo a testemunha e tiveram registrados os percentuais de área folicular afetada pelo oídio.

A figura 16 mostra os tratamentos, os resultados para cada tratamento e a testemunha, além do desvio padrão e a média de área foliar afetada pelo oídio, de acordo com as datas de coletas dos folíolos.



**FIGURA 16.** Distribuição da média da porcentagem da área do folíolo de soja afetada pelo oídio segundo o tipo de tratamento, em porcentagem da solução de NaOCl e o período de coleta da amostra.

De acordo com os valores da Anova a 2 fatores após análises das três amostragens realizadas observou-se estatisticamente que não há diferença entre os diversos tratamentos dentro do mesmo dia de coleta ( $P > 0,05$ ).

Dentro do mesmo tratamento, observou-se que no dia 25 de outubro, as amostras possuíam maior área folicular afetada, e esta diferença entre os demais dias era significativa ( $P < 0,05$ ), exceto para o tratamento hipoclorito a 0,6% sem

fungicida, no qual não houve diferença entre o dia 26 de setembro e 25 de outubro, conforme a figura 16.

Observou-se conforme mencionado acima maior incidência de oídio e conseqüentemente maior área foliar afetada na coleta do dia 25 de setembro. Segundo INMET (2008)<sup>120</sup> nessa data a umidade relativa do ar estava mais acentuada em virtude da data ter sido entre dias chuvosos.

A infecção da soja por oídio é favorecida por temperaturas em torno de 20 °C, alta umidade relativa do ar (50-90%), além de baixa incidência e intensidade de precipitação pluvial<sup>126</sup>. O fungo se desenvolve em uma amplitude de temperatura compreendida entre 18 e 22°C, com alta umidade relativa e presença de luz, na etapa de penetração e formação dos conídios. A irrigação por aspersão, associada ao aumento da umidade do ar e às precipitações ocorridas próxima à segunda coleta podem ter interferido no aumento da incidência do fungo sobre o folíolo. Esse aumento na incidência do fungo não foi verificado no período da terceira coleta. Essa baixa incidência pode ser explicada pela ausência de precipitação e conseqüentemente na queda da umidade do ar e no acúmulo do sanitizante empregado.

A figura 17 apresenta o índice pluviométrico para o mês de setembro de 2008 e nela observa-se o dia 25 isento de chuva, porém entre dias chuvosos 21, 22, 26 e 27 com conseqüente aumento na umidade relativa do ar.

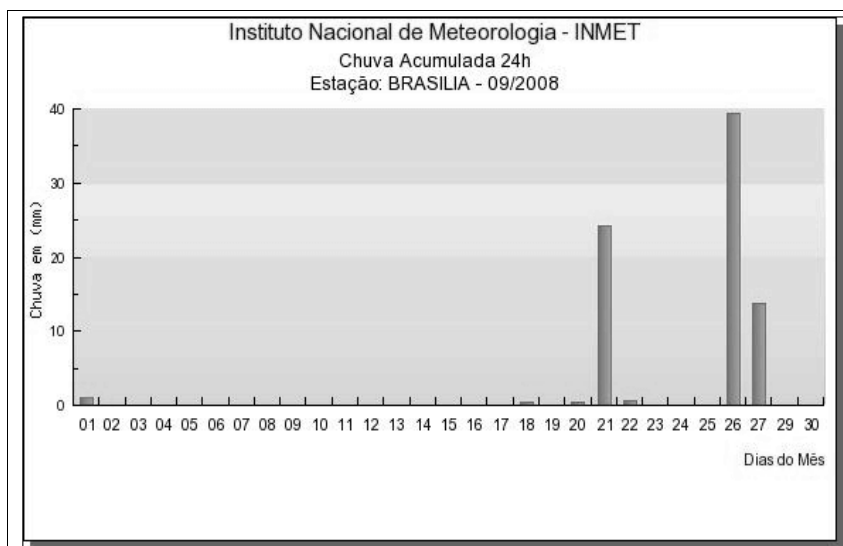
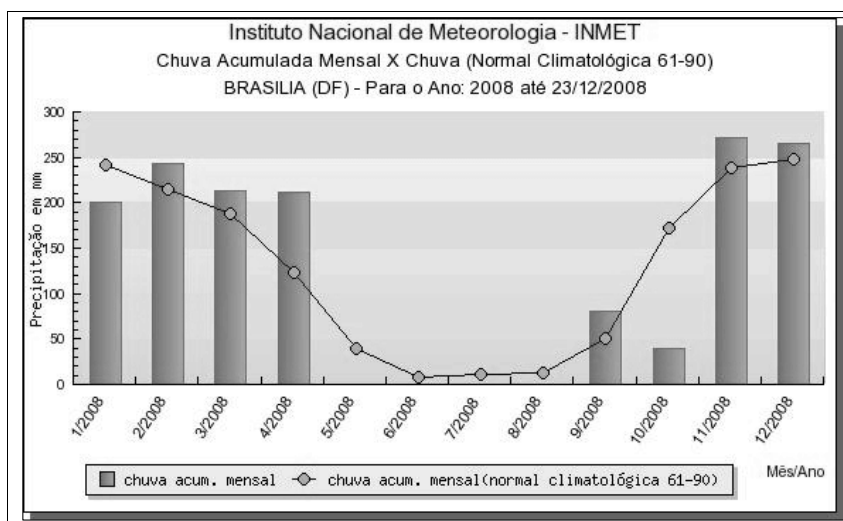


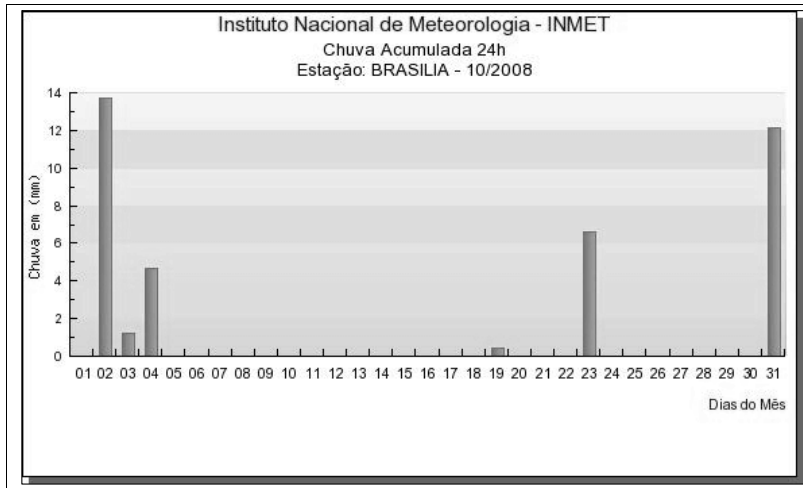
Figura 17. Chuva acumulada (24h) durante o mês de setembro. Brasília, 2008.

Com base em dados obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia<sup>120</sup> durante os meses de julho e agosto não houve registro de chuvas na estação meteorológica de Brasília, onde se pode observar o volume total de precipitação em cada mês de 2008 (figura 18) e a média climatológica. O mês de setembro apresentou um volume de 80 mm (figura 17), um pouco acima da média. As chuvas foram concentradas no último decênio do mês, quando a umidade do ar registrada girou em torno dos 78%. Durante o início do mês havia um bloqueio atmosférico que impediu a formação de nuvens de chuva.



**Figura 18.** Comparativo entre a chuva acumulada mensal e a chuva normal climatológica no ano de 2008. BRASÍLIA, 2008.

O volume de chuvas do mês de outubro ficou muito abaixo da média climatológica, ficando abaixo de 40 mm, quando a média é de 170 mm (figura 19). Isso ocorreu por causa da intensificação do bloqueio atmosférico sobre o Brasil central, inibindo a ocorrência de chuvas intensas ou prolongadas, mantendo a umidade do ar em torno dos 26%. A figura 19 mostra os dias em que ocorreram chuvas em outubro de 2008.

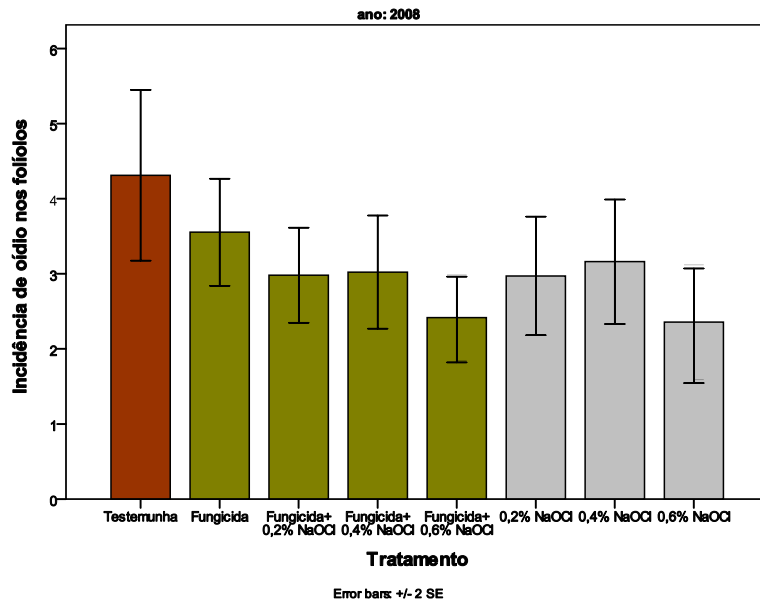


**Figura 19.** Chuva acumulada (24h) durante o mês de outubro de 2008. Brasília, 2008.

Alguns esclarecimentos importantes devem ser feitos. Um mm de chuva equivale a um litro por metro quadrado. Nos gráficos de chuva em 24 horas, cada dia corresponde ao acumulado entre as 9 horas do dia atual e às 9 horas do dia anterior. Isso significa que, a chuva do dia 23 de outubro, por exemplo, é o que choveu das 9 horas do dia 22 até as 9 horas do dia 23 (quando foi feita a leitura do pluviômetro).

Percebe-se com base nos resultados apresentados na figura 20, maiores eficiências dos tratamentos Fungicida com 0,6% de hipoclorito de sódio e 0,6% de hipoclorito de sódio sem a aplicação do fungicida. Com base nisso, deduz-se que a aplicação do hipoclorito com essa concentração mencionada faz o mesmo papel do fungicida, o que aponta o hipoclorito de sódio com alternativa para o combate ao oídio em relação aos fungicidas tradicionais.

A figura 20 mostra a média da área foliar afetada em (%) em função do tratamento aplicado.



**FIGURA 20.** Incidência em porcentagem de área afetada pelo oídio em função dos tratamentos aplicados. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média.

Apesar dos esforços na obtenção de cultivares resistentes, ainda não se pode abrir mão da proteção química com aplicação de fungicidas na parte aérea para o controle das doenças<sup>127</sup>. Pesquisas têm sido realizadas na tentativa de buscar produtos que ativam mecanismos de defesa da planta, propiciando mais uma alternativa de controle. Nessa nossa pesquisa foi comprovada ação similar do NaOCl quando aplicado a 0,6%, em relação ao fungicida + 0,6% de NaOCl.

O hipoclorito de sódio (NaOCl) a 5% tem boa eficiência como desinfetante na contaminação fúngica, proporcionando redução nas taxas de contaminação no estabelecimento *in vitro* em vegetais<sup>128</sup>. Independente do período de embebição em hipoclorito de sódio, com o emprego de hipoclorito de sódio, a cinco e 10%, com 0,5 e 1,0% de cloro ativo e pH 11,62, foi constatado menor ocorrência de fungos do gênero *Aspergillus*, assim como menor ocorrência de *Penicillium* spp. nas sementes de amendoim<sup>129</sup>.

O fungicida Folicur 200CE (grupo químico TRIAZOL) utilizado no estudo apresenta o ingrediente ativo Tebuconazole. O Tebuconazole é classificado como fungicida de baixa toxicidade (Classe IV). Apesar disso, a utilização de defensivos agrícolas deve se dar sempre com muita cautela. As atividades no campo podem

causar danos à saúde humana, ao solo e às águas e conseqüentemente ao ambiente aquático.

A concentração de 3,88 ppm (3,8 mg/Kg) de solução contendo Folicur para os alevinos de tilápia de comprimento entre 4,3 cm e 8,5 cm, foi letal para dois dos cinco alevinos em cada um dos ensaios, ou seja, houve a morte de 40% dos exemplares. Para os alevinos de pacu, registrou-se a morte de todos os exemplares, mostrando com isso a toxicidade do fungicida quando em contato com a vida aquática<sup>130</sup>.

Ao final das oito aplicações foram gastos 6 L de solução de hipoclorito de sódio a 5% para todos os tratamentos. No orçamento de novembro de 2008, o litro de hipoclorito de sódio a 5% foi cotado a R\$ 8,26. Com isso foram gastos R\$49,56. No mesmo período o fungicida utilizado foi cotado a R\$ 76,00 o litro. Foram gastos 51,2 L de calda. Para o preparo desse volume seriam necessários 64 mL do fungicida, ao custo final de R\$ 4,86, valor bem menor que o gasto com hipoclorito de sódio.

Considerando que não foi observada diferença estatística significativa entre as concentrações de hipoclorito de sódio utilizadas e o fungicida, recomenda-se mais estudos para verificar a viabilidade de utilização do sal como alternativa aos tratamentos convencionais, uma vez que o hipoclorito de sódio pode ser aplicado na concentração de 0,6% isento de fungicida no combate ao oídio da soja.

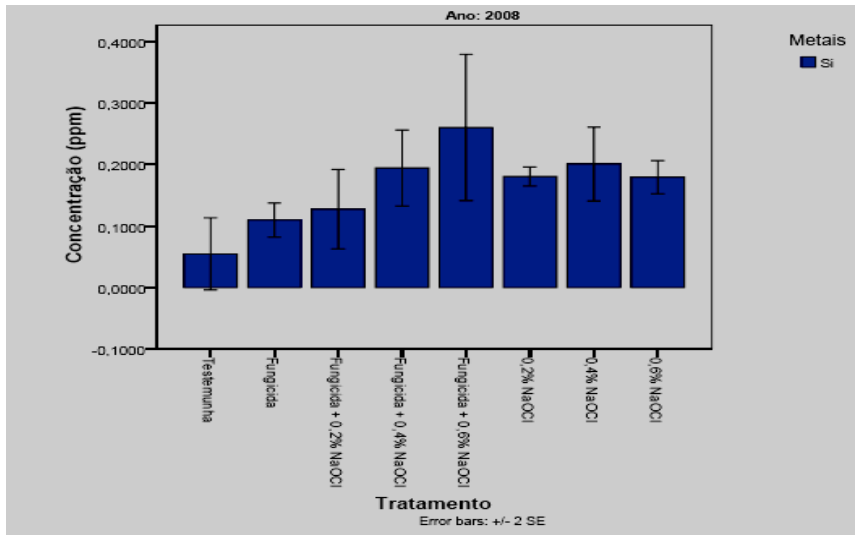
Foi apresentada a ação do hipoclorito de sódio no combate ao oídio da soja e assim como nas safras anteriores torna-se importante verificar a interferência do mesmo na absorção de cálcio, silício, magnésio e zinco, cobre.

#### **7.3.4 – ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA ABSORÇÃO DE SILÍCIO.**

Não há um consenso na literatura a respeito da essencialidade do silício (Si) como nutriente para as culturas. Entretanto, o Si é um elemento absorvido em grandes quantidades por espécies acumuladoras, como o arroz, e considerado benéfico para o desenvolvimento destas plantas<sup>131</sup>. O fornecimento de silício tem beneficiado muitas espécies vegetais, estimulando o crescimento e a produção, impedindo a penetração e a mastigação pelos insetos devido ao endurecimento da parede das células vegetais<sup>132</sup>.



A figura 21 mostra a influência dos tratamentos na concentração de silício nos grãos da soja.



**FIGURA 21.** Influência dos tratamentos na concentração de silício nos grãos da soja.

A aplicação do *post test* de Bonferroni mostra que os tratamentos responderam positivamente para o mineral silício, uma vez que os tratamentos fungicida associado com 0,4% de NaOCl, fungicida com 0,6% e todos os tratamentos apenas com hipoclorito de sódio, apresentaram a quantidade média do elemento silício superior, estatisticamente, em relação ao grupo testemunha.

É bom salientar que o tratamento que apresentou maior eficiência no combate ao oídio também resultou em maior biodisponibilidade de silício para a soja.

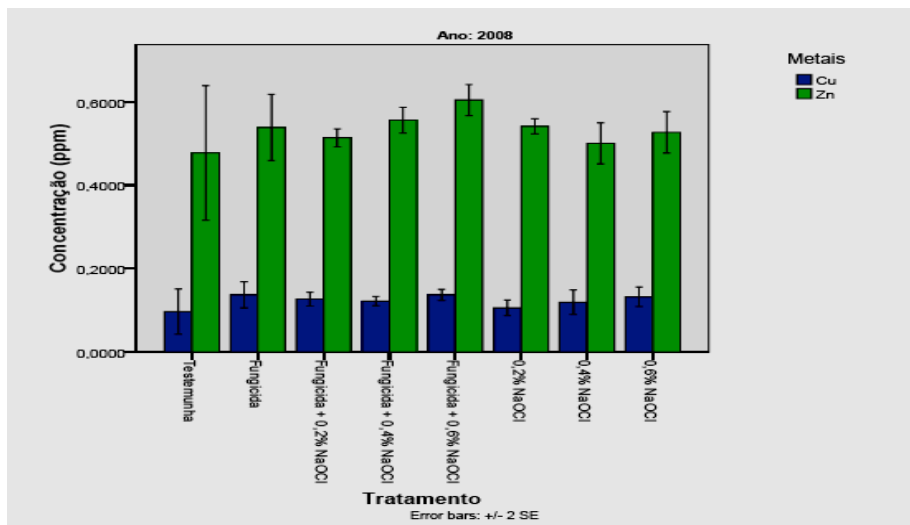
Assim como para silício, também foi monitorada a ação do hipoclorito de sódio na absorção de zinco e cobre pela soja. Os resultados aparecem no tópico a seguir.

### 7.3.5 – ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA ABSORÇÃO DE COBRE E ZINCO.

Estudar a interferência da aplicação de hipoclorito de sódio na absorção de zinco e cobre torna-se importante uma vez que nas condições de cerrado, a deficiência de Zn tem provocado reduções sensíveis no rendimento de algumas culturas, como a do milho e da soja<sup>133</sup>.

A redução de cobre na soja poderá ser prejudicial principalmente para os animais que incorporam esse vegetal em sua alimentação. O papel biológico do

cobre refere-se, sobretudo, a sua atuação como agente catalítico oxidativo, estando envolvido em diversos processos metabólicos sob forma de cuproenzimas<sup>134</sup> e a redução nos níveis de cobre poderia comprometer a proteção do tecido vegetal contra infecção por bactérias e na redução da população bacteriana na superfície foliar.



**FIGURA 22.** Concentrações de zinco e cobre em função dos tratamentos empregados. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média.

Na quantificação dos minerais observou-se que as quantidades médias de cobre (ANOVA ( $p=0,72$ )) e zinco (ANOVA,  $p=0,20$ ) encontrados não diferiram estatisticamente entre os diferentes tratamentos o que mostra que independente do tratamento aplicado a disponibilidade desses minerais não sofreu alterações. Valores semelhantes aos do zinco para o tratamento testemunha também foram obtidos na safra de 2006/7 e entressafra de 2007.

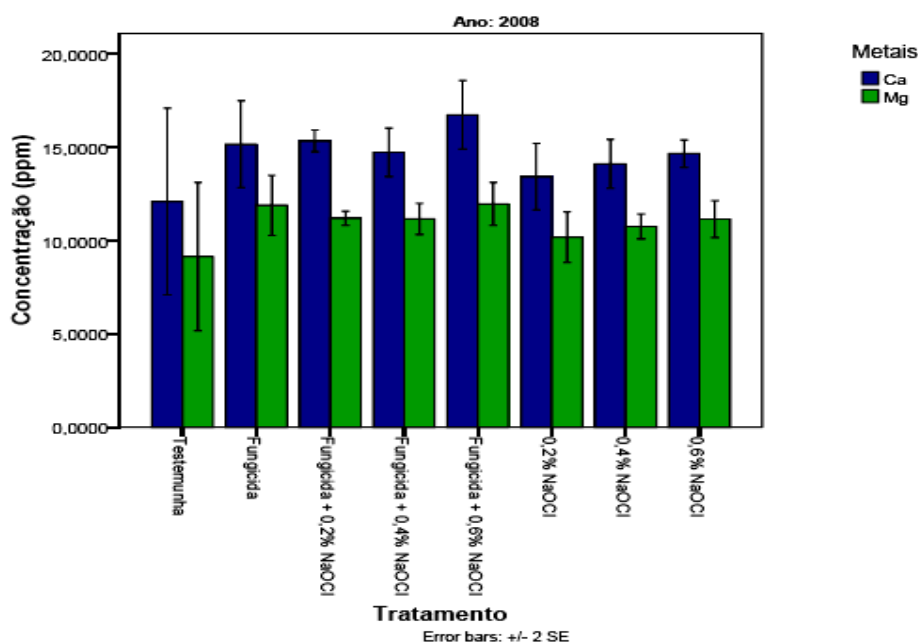
A possível interferência negativa do sal na absorção de zinco acarretaria em desequilíbrio nutricional em relação ao mineral, podendo reduzir o crescimento e a qualidade dos cultivares, colocando em risco os resultados do estudo.

As soluções aplicadas 0,2%, 0,4% e 0,6% apresentaram pH respectivamente iguais a 7,6, 7,64 e 7,74, embora levemente alcalinas não afetaram quantitativamente as concentrações de zinco e cobre. O Hipoclorito de sódio como sal alcalino poderia elevar o pH reduzindo a disponibilidade de micronutrientes catiônicos como o zinco e o cobre<sup>135</sup>.

### 7.3.6 - ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA ABSORÇÃO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO.

Nessa safra foram quantificadas as concentrações desses minerais para posterior conferência com valores de pesquisas anteriores.

A figura 23 mostra esses valores em função dos tratamentos recebidos pelas parcelas.



**FIGURA 23.** Concentrações de cálcio e magnésio (em mg/Kg de soja) em função dos tratamentos empregados. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média.

Com base na figura 23 percebe-se como na entressafra anterior que não houve interferência na absorção de cálcio e nem de magnésio pela planta, uma vez que as concentrações não diferiram estatisticamente da concentração média de cálcio na testemunha. É possível que a ausência dessa interferência esteja ligada à grande variação na barra de erro. Essa grande variação observada na parcela testemunha corresponde à resposta da planta às condições ambientes e pode estar ligada também à disponibilidade irregular do mineral nas parcelas testemunhas.

É importante ressaltar ainda a baixa disponibilidade de ambos minerais nos grãos. Há possibilidade de queda na disponibilidade dos mesmos no solo e para isso há necessidade das análises da próxima safra para se confirmar essa hipótese

Foi observado nessa entressafra, então, que a aplicação dos tratamentos 0,6% + F e 0,6% apresentaram resultados similares no combate ao oídio. O tratamento 0,6% + F foi eficiente também no aumento da concentração de silício na soja e nenhum tratamento interferiu nas quantidades dos elementos Ca, Mg, Si, Zn e Cu.

Com a intenção de se verificar a eficiência desses tratamentos de acordo com a sazonalidade de cultivos a metodologia utilizada na entressafra de 2008 foi repetida para a safra de 2008/2009.

#### **7.4 – SAFRA DE 2008/2009**

Entre os dias 18 de dezembro de 2008 e 26 de maio de 2009 foi cultivado o último experimento para essa pesquisa. Com duração de 159 dias, teve-se nessa safra novamente o cultivar tardio da variedade de sementes de soja MGBR 46, mantendo-se a mesma argumentação da safra anterior, ou seja, com maior tempo de cultivo há maior tempo de exposição do plantio a ação do fungo.

Com resultados satisfatórios na entressafra anterior no combate ao oídio, teve-se como objetivo nessa safra novamente o estudo do efeito de hipoclorito de sódio no combate ao oídio durante o período de safra. Torna-se importante esse monitoramento uma vez que o período de safra é mais chuvoso, as condições climáticas interferem no crescimento do fungo e na possibilidade da remoção do hipoclorito de sódio das folhas.

Outro importante objetivo desenvolvido nessa safra foi a influência do hipoclorito de sódio no combate à ferrugem asiática. A rápida dispersão e potencial para severas perdas de produção tornam a ferrugem a mais destrutiva doença foliar dentre as mais de uma centena que afetam a soja. Doença que mais assusta os agricultores, sua prevenção deve ser iniciada assim que se verificam os primeiros focos ou há risco de perdas de até 100% do cultivo<sup>136</sup>.

A seguir serão apresentados os resultados obtidos nessa safra e as comparações com safras anteriores.

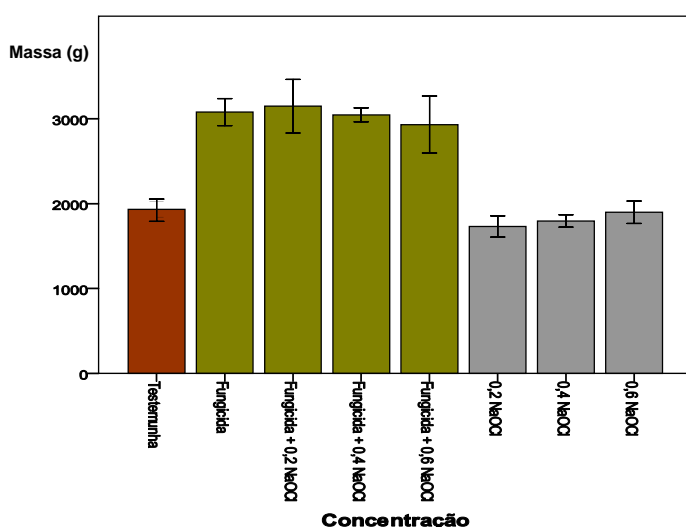
##### **7.4.1 - COMPOSIÇÃO MÉDIA DOS MINERAIS EM ESTUDO**

Na safra de 2008/2009 não se observou estatisticamente alterações na composição dos minerais das parcelas em relação ao observado nas demais safras anteriores, ou seja, há predomínio dos minerais cálcio e magnésio.

### 7.4.2 - INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS NA PRODUTIVIDADE DAS PARCELAS.

Nessa safra a incidência da ferrugem foi intensa e com base na próxima figura percebe-se a influência negativa da mesma na produtividade das parcelas que não receberam a aplicação de fungicidas.

A figura 24 mostra a produtividade média das parcelas (em gramas) em função do tratamento recebido.



**FIGURA 24.** Influência dos tratamentos na produtividade (em gramas) das parcelas. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média.

Observa-se na figura produtividade reduzida tanto nas parcelas que receberam apenas o hipoclorito de sódio, quanto na testemunha. Essa queda na produtividade reflete pouca ação do hipoclorito de sódio sobre a ação do fungo responsável pela ferrugem asiática.

Durante essa safra houve intensa ação do fungo responsável pela ferrugem. As parcelas que receberam controle com a aplicação de fungicida sofreram menos a ação e apresentaram estatisticamente a mesma produtividade entre si.

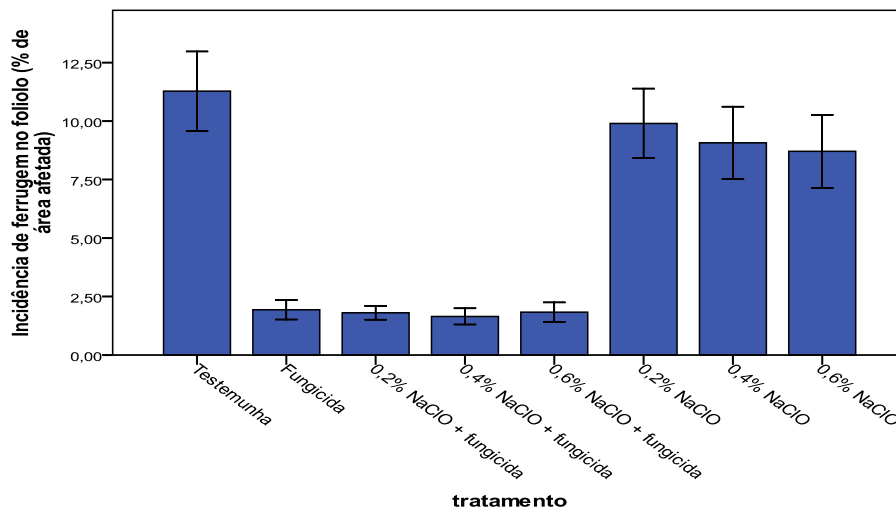
As aplicações de hipoclorito de sódio isoladamente, sem o fungicida, não foram eficientes no aumento da produtividade das parcelas ficando estatisticamente menor que a produtividade das parcelas que receberam a ação dos fungicidas.

No próximo tópico serão apresentados os valores referentes a ação do hipoclorito de sódio no controle da ferrugem asiática na soja.

### 7.4.3 – AÇÃO DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA.

Conforme mencionado acima o hipoclorito de sódio quando aplicado isoladamente não resultou aumento na produtividade das parcelas.

A figura 25 mostra a incidência da ferrugem em porcentagem de área afetada do foliolo em função do tratamento.



**FIGURA 25.** Incidência da ferrugem em porcentagem de área afetada do foliolo em função do tratamento. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média.

Não se observa estatisticamente, ação positiva do hipoclorito de sódio nas concentrações do estudo, no controle da ferrugem asiática. A utilização do fungicida, como mostra a figura 25, quando utilizado só ou associado ao NaOCl foi eficiente no combate ao fungo, diferindo estatisticamente da testemunha. O que se presume é que a ação tenha sido apenas do fungicida.

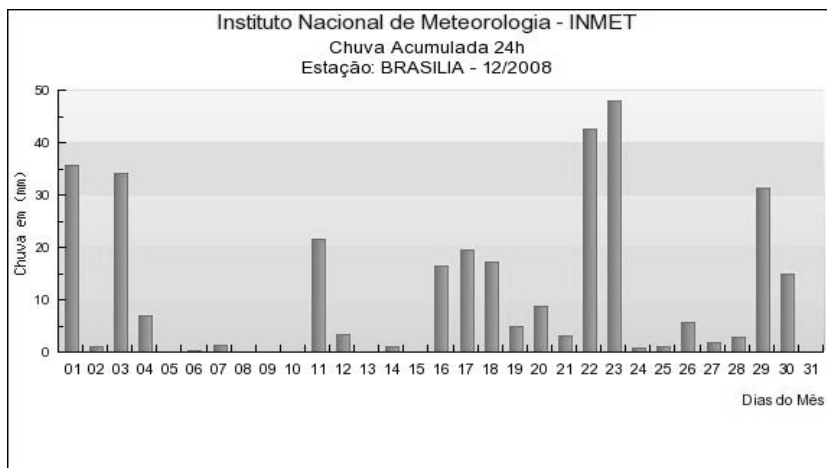
O controle da ferrugem asiática da soja depende, dentre outras medidas, da utilização racional de fungicidas. Existem evidências de que alguns arranjos espaciais de plantas proporcionam maior potencial de rendimento, porém estes podem dificultar a aplicação dos fungicidas<sup>137</sup> e os fungicidas se constituem em uma medida adicional de controle de doenças foliares, principalmente quando ocorrem

condições climáticas favoráveis, e quando as cultivares que possuem resistência genética não são recomendadas para a região de cultivo ou não estão disponíveis para o plantio<sup>126</sup>.

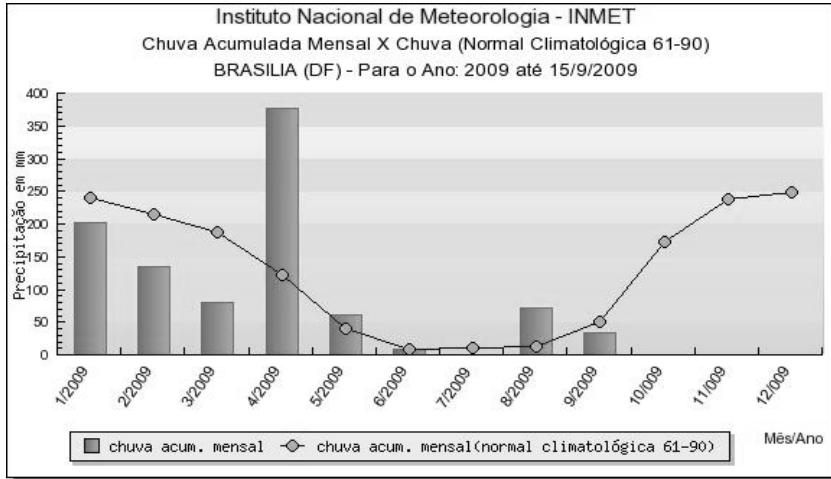
Em função da alta incidência da ferrugem na área cultivada, foram realizadas ao longo do cultivo quatro aplicações de dois fungicidas, sendo que um deles tem como princípio ativo o Tebuconazole. O Tebuconazole propiciou bom controle da ferrugem, refletindo na produtividade de grãos, que foi, em média, 41% superior à obtida na testemunha<sup>138</sup>.

O fungo é extremamente agressivo e dependente de umidade. Necessita de longos períodos de molhamento foliar, o que torna a doença mais severa e permanente em regiões com abundante formação de orvalho no verão<sup>139</sup>.

A figura 26 mostra que o mês de Dezembro de 2008 ficou acima da média, com um acumulado de 323,4mm e a figura 27, mostra que os três primeiros meses de 2009 apresentaram anomalias negativas, porém a anomalia positiva do mês de abril foi superior a soma das anomalias negativas dos três meses anteriores e maio, que é um mês de transição entre os períodos chuvoso e seco, ficou um pouco acima da média. Esses valores positivos de índices pluviométricos indicam condições satisfatórias para o desenvolvimento e a severidade dos fungos.



**FIGURA 26.** Chuva acumulada (24h) durante o mês de dezembro de 2008. Brasília, 2009.



**FIGURA 27.** Comparativo entre a chuva acumulada mensal e a chuva normal climatológica no ano de 2009. BRÁSILIA, 2009.

As figuras 28, 29 e 30 mostram a incidência do fungo sob as parcelas e como reagiram de formas diferentes com o fungicida e com os tratamentos com hipoclorito de sódio. Percebe-se nitidamente maior proteção do fungicida.



**FIGURA 28.** Incidência da ferrugem na parcela 0,6% de NaOCl e ao fundo parcela protegida com fungicida.





**FIGURA 29.** Parcela tratada com fungicida + 0,2% de NaOCl e ao fundo parcela que recebeu apenas tratamento com 0,2% de NaOCl.



**FIGURA 30.** Parcela Testemunha e a incidência da ferrugem asiática.

Assim percebe-se nenhum efeito das concentrações em estudo de hipoclorito de sódio no combate à ferrugem asiática.

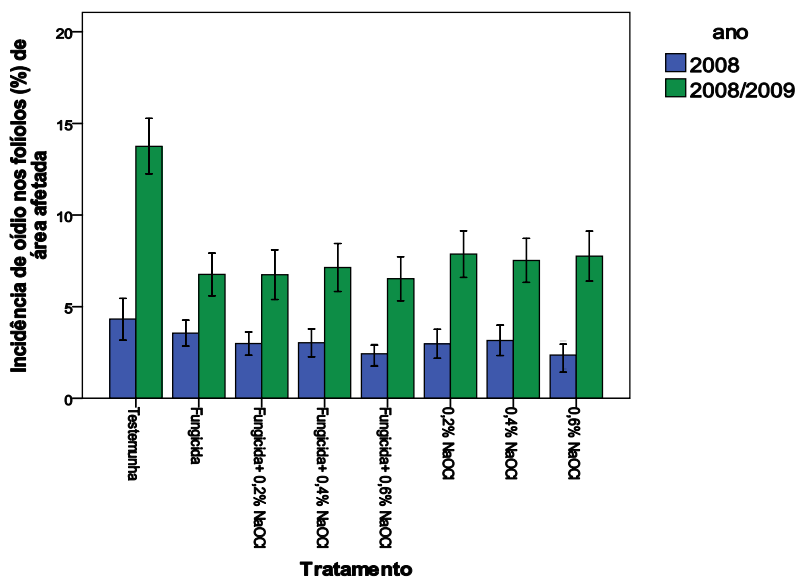
Outro objetivo nessa safra foi o monitoramento da ação do hipoclorito de sódio no combate ao oídio da soja, cujos resultados aparecem a seguir.

#### 7.4.4 – AÇÃO DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NO CONTROLE DO OÍDIO.

Percebe-se com base no tratamento testemunha, que em função dos maiores índices pluviométricos teve-se maior incidência do oídio que a safra anterior (figura 31).

A figura 31 compara a incidência do oídio na entressafra 2008 com a safra de 2008/2009 em função dos tratamentos aplicados.

**FIGURA 31.** Incidência de oídio nos folíolos, em porcentagem de área afetada em função dos tratamentos. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média.



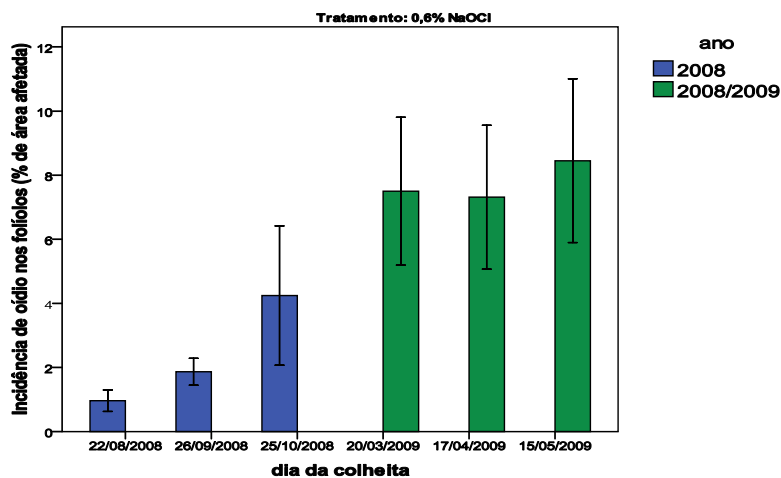
dos tratamentos. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média.

Estatisticamente não se observa diferença entre a ação do hipoclorito de sódio e/ou do fungicida na safra de 2008/2009 o que indica que o hipoclorito de sódio pode ser utilizado isoladamente com as concentrações desse estudo, sem a aplicação do fungicida, no combate ao oídio.

A rotação de culturas, o uso de cultivares e aplicação foliar de fungicidas são métodos eficientes para o controle de doenças de final de ciclo (DFC) da soja<sup>140</sup>. Nesse trabalho foi reafirmada a importância química do hipoclorito de sódio como mais um agente eficiente no combate ao oídio.

Na safra anterior os tratamentos 0,6% + F e 0,6% apresentaram maior eficiência em detrimento dos demais. Nessa safra estatisticamente todos os tratamentos tiveram o mesmo fator de ação sobre o oídio em relação ao tratamento testemunha, que apresentou maior porcentual de área afetada.

A figura 32 mostra a evolução da incidência em porcentagem de área afetada no folíolo pelo oídio. Percebe-se que no período de março a maio de 2009 as incidências foram estatisticamente iguais e iguais à incidência em 25 de outubro de 2008. Essas incidências foram maiores que a incidência em agosto e setembro de 2008, em função da baixa umidade relativa e dos baixos índices pluviométricos registrados.



**FIGURA 32.** Incidência em porcentagem de área afetada no folíolo pelo oídio em função do dia da colheita. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média.

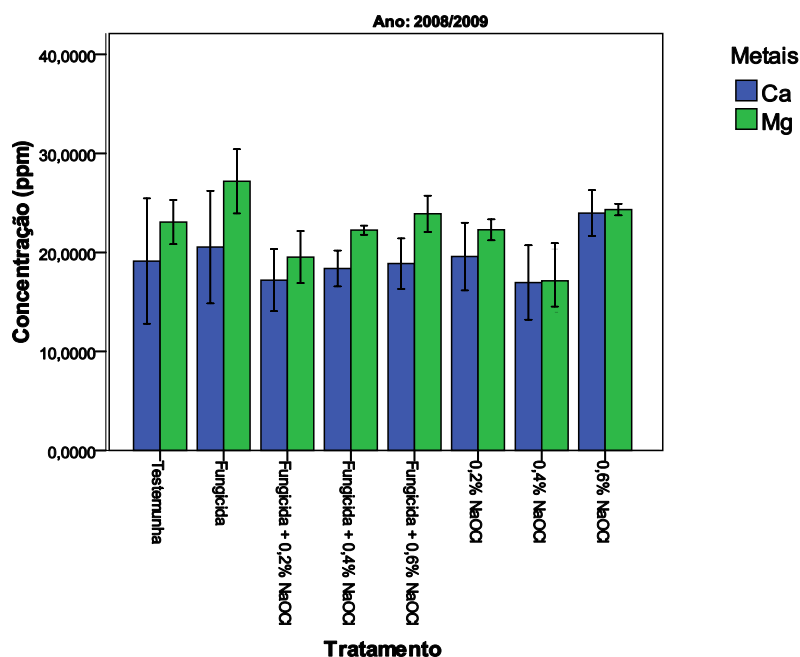
O desenvolvimento do oídio na soja pode ocorrer entre as temperaturas de 18°C a 30°C. O desenvolvimento micelial é mais rápido à temperatura de 18°C do que à de 24°C ou 30°C. Observações a campo têm demonstrado que o desenvolvimento da doença é mais rápido quando a temperatura do ar é inferior a 30°C<sup>141</sup>. No período de agosto a outubro de 2008 a temperatura média foi de 27,33°,

enquanto no período de março a maio de 2009 a média caiu para 25°C, além do aumento pluviométrico já mencionado.

#### 7.4.5 – ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA ABSORÇÃO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO.

Assim como discutido nas safras anteriores, a redução dos níveis de cálcio e magnésio torna-se prejudicial para a soja, o que torna importante o monitoramento dessas concentrações nessa safra.

A figura 33 mostra a influência dos tratamentos aplicados na safra 2008/2009 nas concentrações de cálcio e magnésio.



**FIGURA 33.** Concentrações de magnésio e cálcio (em mg/Kg de soja) em função dos tratamentos. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média.

Não foram observadas em relação ao magnésio, alterações quantitativas em nenhuma das parcelas em estudo em relação ao tratamento testemunha. Em relação ao cálcio foram obtidos valores próximos aos da safra anterior e nenhuma concentração de hipoclorito de sódio utilizada no estudo provocou alterações quantitativas do elemento cálcio nos grãos analisados.

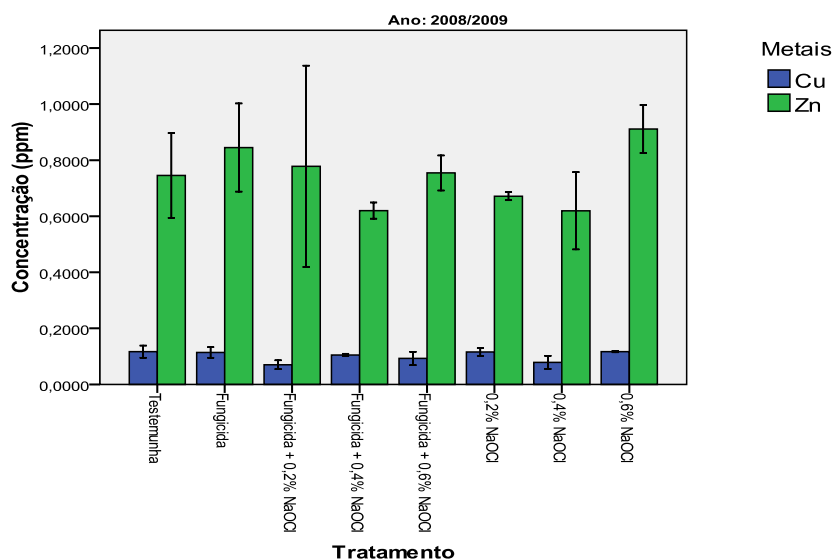
As concentrações do sal aplicadas nessa safra não resultaram em aumento da salinidade do solo, a ponto de resultar em efeitos negativos na planta. O aumento da salinidade do solo decorrente da irrigação com água salina eleva os teores de sódio, as relações  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+/\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  e reduz os teores de cálcio, magnésio e potássio, refletindo dessa forma, o desequilíbrio nutricional causado pelo estresse nutricional conseqüente do estresse salino progressivo<sup>142</sup>.

#### 7.4.6 – ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA ABSORÇÃO DE COBRE E ZINCO.

Nessa safra verificou-se as concentrações de zinco e cobre nos grãos de soja com o intuito de se monitorar a ação do hipoclorito de sódio na absorção destes.

Com os resultados obtidos nessa safra torna-se possível a comparação com as anteriores.

A figura 34 apresenta as concentrações de zinco e cobre em função dos tratamentos submetidos às parcelas.



**FIGURA 34.** Concentrações de magnésio e cálcio (em mg/Kg de soja) em função dos tratamentos. Influência dos tratamentos na concentração dos elementos zinco e cobre na soja. As barras representam as médias e as barras de erro, +/- 2 vezes o erro padrão da média.

Nenhuma das concentrações aplicadas interferiu na disponibilidade de zinco para a soja. Valores semelhantes para o zinco foram obtidos nas safras de 2006/7 e nas entressafras analisadas. Para o cobre os valores para o tratamento testemunha

na entressafra anterior foram semelhantes. Nessa safra de 2008/2009, observou-se queda na quantidade de cobre no tratamento 0,2% + fungicida em relação ao tratamento testemunha.

A deficiência de cobre geralmente causa necrose nas pontas dos folíolos das folhas novas, retardando o crescimento a soja. Essa necrose prossegue pelos bordos dos folíolos, resultando em folhas com aparência de perda de turgidez e de água<sup>143</sup>.

Com escassa bibliografia sobre o efeito de soluções salinas em soja cultivada em campo na absorção de cobre pela soja, sugere-se novos experimentos para se confirmar resultados e estudos em nível de metabolismo celular vegetal para se elucidar esse fenômeno, uma vez que o efeito do tratamento 0,2% + F na absorção de cobre pela soja não apresentou esse mesmo resultado na entressafra de 2008.

## 8. CONCLUSÃO

Ao longo de quatro anos de pesquisa e quatro colheitas, os resultados foram satisfatórios, tendo os objetivos atingidos em sua maioria.

A aplicação de hipoclorito de sódio resultou em queda na produtividade apenas em concentrações acima de 1,0%. As demais concentrações não interferiram negativamente na produtividade por apresentar resultados estatisticamente iguais aos das testemunhas.

Não se verificou, por exemplo, em nenhuma das amostras colhidas a existência de aflatoxinas nos grãos durante a colheita. É bom ressaltar que a excelente qualidade das sementes teve relevante interferência nos resultados. A partir disso é importante ressaltar que a boa seleção de sementes torna-se procedimento obrigatório para que a existência dos fungos no campo não seja veiculada pela própria semente e que não hajam falhas nos procedimentos pós-colheita dos grãos, como na temperatura e umidade de armazenamento para não ocorrer favorecimento no desenvolvimento do fungo.

Observou-se ao longo dos diversos tratamentos aplicados no estudo que aplicações de soluções de hipoclorito de sódio em concentrações acima de 1,0%, tornam-se prejudiciais ao crescimento e desenvolvimento da soja. Pelos altos custos de produção da soja, a aplicação de defensivos que venham a reduzir os lucros com o plantio não serão bem aceitos pelos agricultores. Os demais tratamentos por sua vez, independente da concentração ou da sazonalidade do cultivo não interferiram na produtividade das parcelas.

Durante o cultivo da soja, percebe-se que não há comportamento homogêneo da mesma em relação à interferência na absorção dos minerais, independente da época em que a mesma é cultivada ou das concentrações aplicadas de hipoclorito de sódio, conforme foi verificado, por exemplo, houve redução na biodisponibilidade de cobre quando aplicado o tratamento 0,2% + F na safra e o mesmo não ocorre na entressafra.

O tratamento da soja com as aplicações foliares de diferentes concentrações de hipoclorito de sódio em estudo não apresenta benefício no combate à ferrugem quando administradas isoladamente, porém pode ser utilizado como alternativa aos tratamentos convencionais no combate do oídio na safra ou entressafra, uma vez que apresentou a mesma eficiência que o fungicida em questão.

Apesar do custo demonstrado ter sido elevado em relação aos fungicidas convencionais, a aplicação do hipoclorito de sódio pode servir como alternativa pelo fato desse não apresentar um impacto ambiental aparentemente tão grande quanto aos dos defensivos agrícolas de um modo geral.

São necessários mais trabalhos com outros tratamentos de hipoclorito de sódio no sentido de se ter maior espectro de ação do mesmo no combate as pragas da soja e que não venha a alterar a composição nutricional da soja, despertando o interesse dos produtores no sentido de se ter a redução na utilização de defensivos agrícolas.



## 9. PERSPECTIVAS FUTURAS

A partir desses estudos sugere-se o monitoramento da ação do hipoclorito de sódio no controle de doenças fúngicas no arroz (Si). O aumento na absorção de silício pela soja proporcionado pelo hipoclorito pode ser verificado no arroz, o que seria benéfico para essa cultura.

Com ação bactericida e fungicida exercida pelo hipoclorito, acredita-se em novas formulações de fungicidas com acréscimo de NaOCl na composição ou até mesmo a adição do mesmo na calda preparada no campo.

Observou-se ação eficiente do NaOCl sobre o oídio da soja. Essa metodologia poderia ser aplicada em outras culturas como a do amendoim que é constantemente prejudicado pela ação de *Aspergillus* sp, com eventual produção de aflatoxina e demais fungos existentes nessa cultura.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. <http://www.fao.org/docrep/011/i0291s/i0291s00.htm>. Acessada em julho de 2009.
2. [www.cotrisoja.com.br/noticias/2004](http://www.cotrisoja.com.br/noticias/2004). Acessada em 2006.
3. [www.aptaregional.sp.gov.br/artigo](http://www.aptaregional.sp.gov.br/artigo). Acessada em 2006.
4. Bortolini, M. F.; Fortes, A. M. T.; *Semina: Ciênc. Agr.*, **2005**, 26, 113.
5. Barros, H. B.; Dediya, T.; Reis, M. S.; Cecon, P. R. *Biosci. J.*, **2006**, 22, 75.
6. Da Silva, F. A. *PhD. Thesis*. Centro Universitário Claretiano, Brazil, 2005.
7. Ribeiro, D.M.; Corrêa, P. C.; Furtado, B. F.; Goneli, A. L. D.; Resende. *Eng. Agríc. [online]*. **2007**, 27, 493.
8. [www.iea.sp.gov.br](http://www.iea.sp.gov.br). Acessada em 2007.
9. <http://www.cnpso.embrapa.br>. Acessada em 2008.
10. <http://www.deere.com.br/soy.html> acessada em 2009.
11. Martins, F. G. *PhD. Thesis*. Universidade de Passo Fundo, Brazil, 2007.
12. Waitzberg, D.L; *Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica*. 3ª. ed. Atheneu: São Paulo, 2000.
13. Ciabotti, S.; Barcellos, M. F. P.; Mandarino, J.M.G.; tarone, A.G. *Ciênc. agrotec.* **2006**, 30, 115.
14. De Angelis RC. *Fome oculta: bases fisiológicas para reduzir seu risco*. Atheneu: São Paulo, 1999.
15. Salgado JM. *Nutr Pauta*. **2001**; 48, 104.
16. Felberg, I.; Deliza, R; Gonçalves, E. B.; Antoniassi, R.; Freitas, S. C.; Cabral, L. C.; *Alim. Nutr.*, **2004**, 15, 163.
17. Godoy, C.V.; Canteri, M.G. *Fitop. Bras.* **2004**, 29, 526.
18. Meurer F.; Hayashi, C.; Barreto, L. M.; Santos, L. D. ; Bombardelli, R. A.; Colpini, L. M. S. *Rev. Bras. Zootec* , **2008**, 37, 791.
19. Gonçalves, E. C. P.; Centurion, M. P. C.; Mauro, A. O. *Summa phytopathol.*, **2009**, 23, 151.
20. Christovam, R. S. *MsC. Thesis*. Universidade do estado de São Paulo. Brazil, 2008.
21. Schaecter, M.; Engleberg, N. C.; Eisenstein, B. I.; Medoff, G. *MICROBIOLOGIA. Mecanismos das doenças infecciosas*. 3th ed. Editora Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2002.
22. Pelczar Jr.; Michael J.; Chan, E.C.S.; Krieg, N. R. *Microbiologia. Conceitos e aplicações*, Pearson Education do Brasil: São Paulo, 2004.
23. Hussein, H. S.; Brasel, J. M. *Review: Toxicology*, **2001**, 167, 101.
24. Galli, J. A; Panizi R. C; Vieira, R. D. *Rev. Bras. de Sem.* **2007**, 29, 205.
25. Stadnik, M. J.; Rivera, M. C. *Oídios. Embrapa Meio ambiente*: São Paulo, 2001.
26. Knebel, J. L.; Guimarães, V. F.; Andreotti, M.; Stangarlin J. R. *Sc. Agr. Paran.* **2006**, 28, 385.
27. Godoy, C.V. *Ensaio em rede para controle de doenças na cultura da soja. Safra 2004/2005*. Embrapa Soja: Londrina, 2005.
28. Pereira, D.G.; Sediya, T. C. D.; Reis, M. S.; Gomes, J. L. P.; Teixeira, R. C.; Nogueira, A. P. O. *Cienc. Rural*, **2008**, 38, 117.
29. Tozze Jr., H. J.; Garcia Jr, D.; Mazolla Jr., N. S. *Summa Phytopathol.* **2006**, 32, 198.
30. Gonçalves, E. C. B.; Teodoro, A. J.; Takase, I. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, **2007**, 27, 121.
31. Blum, L. E. B.; Reis, E. F.; Prade, A. G.; Tavela, V. J. *Fitop. Brás.* **2002**, 27, 316.

Formatados: Marcadores e numeração

Formatados: Marcadores e numeração

32. Pereira, D.G.; Sediyaama, T. C. D.; Reis, M. S.; Gomes, J. L. P. *Biosci. J.*, **2009**, 25, 42.
33. Bizi, R. M.; Grigoletti Jr., A.; Auer, C. G.; Mio, L. L. M. *Summa phytopathol.*, **2008**, 34, 112.
34. Bettiol, W.; *Leite de Vaca Cru para o Controle de Oídio*. EMBRAPA – Comunicado técnico: São Paulo, 2004.
35. Constantin, J., Oliveira Jr., R.S., Cavalieri, S.D., Arantes, J.G.Z., Alonso, D.G.; Roso, A.C. *Plan dan. [online]*. **2007**, 25, 237.
36. Machado, A. Q.; Cassetari Neto, D.; Bonfanti, J., Hanel, A.; Miguel, P. E., Andrade Jr., E. R. *Fitop. Brás.* **2003**, 28, 316.
37. Medice, R.; Alves, E.; Assis, R. T.; Magno Jr, R. G. L.; Leite, E. A. G. *Ciênc. agrotec.*, **2007**, 31, 101.
38. Neves, J.S. *MsC. Thesis*. Universidade de Brasília. Brazil, 2006.
39. Martins, J. A. S. *MsC. Thesis*. Universidade Federal de Uberlândia, Brazil, 2006.
40. Yorinori, J. T.; Lazzaroto, J. J.; *Situação da Ferrugem Asiática da Soja no Brasil e na América do Sul*. EMBRAPA- SOJA: Londrina, 2004.
41. Viero, V. C. *MsC. Thesis*. Universidade de Passo Fundo, Brazil, 2008.
42. Balardin, R. S.; Dallagnol, I. J.; Didoné, H. T.; Navarini, I. *Fitop.bras.*, **2006**, 31, 462.
43. Azevedo, L. A. S. ; Juliatti, F. C.; Barreto, M. *Summa phytopathol.*, **2007**, 33, 207.
44. [http://www.biologico.sp.gov.br/rifib/XI\\_RIFIB/furlan.PDF](http://www.biologico.sp.gov.br/rifib/XI_RIFIB/furlan.PDF). Acessada em 2007.
45. Godoy, C. V.; Henning, A. A. *Pesq. agropec. bras.*, **2008**, 43, 81.
46. <http://www.campogrande.news.com.br>; acessada em 2008.
47. Cunha, J.P.A.; Reis, E. F.; Santos, R. O.; *Ciênc. Rur.* **2006**, 36, 55.
48. <http://www.sa.df.gov.br>; acessada em 2007.
49. Silva, J.C.C. *MsC. Thesis*. Universidade Estadual Paulista, Brazil, 2007.
50. Srebernich, S. M. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, **2007**, 27, 334.
51. Silva Jr., E. A. *Manual de controle higiênico-sanitário em alimentos*. Livraria Varela São Paulo, 2002.
- 60-52. Henning, A.A. *In: França Neto, J. de B. e Henning, A. A. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja*. Embrapa-Soja: Paraná 1984.
53. Henning, A.A.; França Neto, J.B. *Rev.Bras. de Sem.* **1980**, 3, 197.
54. Mentem, J.O.M.; Bueno, J.T. *In: SOAVE, J. e WETZEL, M.M.V.S.. Patologia de Sementes. Fundação Cargill: Campinas, 1987.*
55. Saver, D.B.; Burroughs R. *Phytopat*, **1986**, 76, 879.
56. Del Claro, G. R.; Zanetti, M. A. ; Correa, L. B. Netto, A. S.; Paiva, F. A. ; Salles, M. S. V. *Ciênc. Rur.*, **2006**, 36, 222.
57. Krause, M.V.; Mahan, L.K. *Alimentos, Nutrição e Dietoterapia*. 7ed. Roca: São Paulo, 2001.
58. Borkert, C. M.; Iepker, D.; Oliveira, F. Á.; Sfredo, G. J.; Castro, C.; *Abstract of the IV Congresso Brasileiro de Soja*, Londrina, Brazil, 2006.
59. Franzote, B.P.; Silveira, L.S.M. ; Andrade, M.J.B.; Vieira, N.M.B.; Silva, V.M.P.; Carvalho, J.G. *Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, Goiânia, Brazil*, 2005.
60. Ramos, L. A. Korndorfer, G. H.; Nolla, A. *Bragantia*, **2008**, 67, 36.
61. Dalto, G.; *PhD Thesis*. Universidade Federal de Uberlândia, Brazil, 2003.
62. Carneiro, C. E. A.; Fioretto, R. A.; Fonseca, I. C. B.; Carneiro, G. E. S. *Semina: Ciênc. Agr.* **2006**, 27, 53.
63. Macari, M.; Furlan, R.L.; Gonzales, L. *Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte*. Editora FUNEP/UNESP: São Paulo, 2002.

64. Pereira, G. A. P. *MSc, Thesis*. Universidade de São Paulo. *Brazil*, 2008.
65. Underwood, E.J. *Mineral Nutrition of Livestock*. London, CAB International Publishers: London, 3th ed., 1999.
66. Amorim, A. G.; Tirapegui, J. *Rev. nut.*, **2008**, 21, 45
67. Avelar, A. C.; Ferreira, W. M.; Menezes, M. A. B. *Rev. Bras. Saúde Prod. An.*, **2008**, 9, 327.
68. Heaney, R. P.; Dowell, M. S.; Rafferty, K.; Bierman, J. *Am J Clin Nutr.*, **2000**, 71, 1166.
69. [http://www.cnpso.embrapa.br/soja\\_alimentacao](http://www.cnpso.embrapa.br/soja_alimentacao). Acessada em 2009.
70. Neven, L. *AgroFood Ind. Hi-Tec.*, **1998**, 4, 39.
71. Deliza, R.; Saldivar, S. O. S.; Germani, R.; Benassi, V. T.; Cabral, L. C.. *J. Sens. Stud.*, **2002**, 17, 121.
72. Muniz, E. B.; Arruda, A. M. V.; Fazzani, A. S. T. *Rev. Caatinga*, **2007**, 20, 58.
73. Belivaquia, G. A. P.; Silva Filho, P. M.; Possenti, J. C. *Cienc. Rural*, **2002**, 32, 91.
74. Santos, J.B., Ferreira, E.A., Reis, M.R., Silva, A.A., Fialho, C.M.T. Freitas, M.A.M. *Rev. Plant. Dan.*, **2007**, 25, 165.
75. APHA. APHA: Washington (DC), USA, 1992.
76. Mafra, D.; Cozzolino, S. M. F. *Rev. Nutr.*, **2004**, 17, 144.
77. França, J.; Saad, F. M. O. B.; Silva Jr., J. W.; Numajiri, L. N.; Pinto, A. B. F.; Chizzotti, A. F. *Rev. Bras. Saúde Prod. An.*, **2008**, 9, 449.
78. DOREA, J.G. *Arch. Latinoam. Nut.* (Suplemento). **1997**, 33, 56.
79. \_\_\_\_\_ *J. Am. Coll. Nut.* **2002**, 21, 84.
80. Koury, J. C.; Donangelo, CC. M.; *Rev. Nutr.* **2003**, 16, 124.
81. Honkaniemi, J.; Zhang, J.; Longo, F.; Sharp, F. *Brain-Res.*, **2000**, 87, 203.
82. Chagas, W. F.; *MSc Thesis*. Fundação Oswaldo Cruz, Brazil, 2000.
83. Teixeira, I. R. Borém, A.; Araújo, G. A. A.; Andrade, M. J. B. *Rev. Brag.*, **2005**, 64, 83.
84. Salvador, J. O.; Moreira, A.; Muraoka, T. *Pesq. agropec. bras.*, **1999**, 34, 93.
85. Fernandes, A. R.; Carvalho, J. G.; Melo, P. C. *Cerne*, **2003**, 9, 221.
86. Natchtingall, G. R.; Nogueirol, R. C.; Alleoni, L. R. F. *Pesq. agropec. bras.*, **2007**, 42, 153.
87. Andrade, É. C. B; Teodoro, A. J. ; Takase, I. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, **2004**, 24, 28.
88. Mejía, O. R.; Ruiz, M.; Grimaldi, D. C.; García G. A.; Ruiz, A. L.; Cardona, A. G.; Casadiego, C. A. *Universitas Médica*, **2006**, 47, 55.
89. Koury, J. C.; Oliveira, C. F.; Dongangelo, C. M. *Rev Bras Med Esp.*, **2007**, 13, 241.
90. Cantão ~~antão~~, F. O. *MSc. Thesis*. Universidade de Lavras, Brazil, 2006.
91. Silva, L. A. F; Cunha, P. H.; Jardim, E. A.; Fioravanti, A. C. S.; Trindade, B. R. *Sem. Ciênc. Agr.*, **2004**, 25, 225.
92. Meneguim, L., Rinaldi, D.A.M.F., Santos, A.C.A., Rodrigues, L.S., Silva, M.R.L., Canteri, M.G.; Leite Júnior, R.P. *Fitopat. Bras.* **2007**, 32, 247.
93. Tomazela, A. L. *Ver. Bras. Milho e Sorg.* **2006**, 5, 192.
94. Reis, M. A. B.; Velloso, L. A.; Reyes, F. G. *Rev. Nut.* **2002**, 15, 333.
95. Taiz, L.; Zeiger, E.; *Fisiologia Vegetal*. 3ª ed., Artmed: Porto Alegre, 2004.
96. Korndorfer, G. H.; Pereira, H. S.; Camargo, M. S. *Silicato de cálcio e magnésio na agricultura*. UFU/ICIAG: Uberlândia, 2004.
97. Ferreira, A. C. B.; Araújo, G. A. A.; Pereira, P. R.; Cardoso, A. A. *Sci. agric.* **2001**, 58, 131.

98. Ceretta, C. A.; Pavinato, A.; Pavinato, P. S.; Moreira, I. C. L.; Giroto, E. *Ciênc. Rur.*, **2005**, 35, 576.
99. Marschner, H.; *Academic Press*, **1986**, 4, 674.
100. Gris, E. P.; Castro, A. M. C.; Oliveira, F. F.; *Rev. Bras. Ci. Solo*, **2005**, 29:151.
101. Parducci, S.; Santos, O.S. e Camargo, R.P. *Micronutrientes. Biocrop*, Microquímica: Rio de Janeiro, 1989.
102. Lavres Jr., J.; Moraes, M. F.; Cabral, C. P.; Malavolta, E. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, **2008**, 32, 173.
103. TORTI, A. *Gli oligoelementi nel futuro terapeutico*. Giuseppe Mario Ricchiuto Editore: Milão, Italy, 1988.
104. Hendler, S.S. *Vitamin and Mineral Encyclopedia*. Simon e Schuski: San diego, 1990.
105. Magalhães, G. C. *MsC. Thesis*. Universidade de São Paulo, Brazil, 2002.
106. Tanaka, R. T.; Mascarenhas, H. A. A.; Bulisani, E. A. *Pesq. Agrop. Brás.*, **1992**, 27, 247.
107. Ribeiro, N. R.; Jost, E.; Cerutti, T.; Mazieiro, S. M. *Bragantia*, **2008**, 6, 267.
108. SILVA, S. M.S.; MURA J.D.P. **Tratado de alimentação, nutrição e dietoterapia**. Roca: Roca, São Paulo, 2007.
109. MAROCO, João. *Análise Estatística com utilização do SPSS*. Edições Sílabo: Lisboa, 2003.
110. Rodrigues, P. B.; Rostagno, H. S.; Albino, L. F. T.; Gomes, P. C. *Rev. Bras. Zootec.*, **2002**, 31,1771.
111. Sueli, C.; Píccolo, M. F.; Barcellos, J. M.; Tarone, A. G. *Rev. Ciênc. Agrot.* **2006**, 30, 920.
112. Fontoura T. B. *MsC. Thesis*. Universidade Federal do Paraná, Brazil, 2005.
113. Parcianello, G. *MsC. Thesis*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil, 2002.
114. [Castro, S. H.; Reis, R. P.; Lima, A. L. R. \*Ciênc. agrotec.\*, \*\*2006\*\*, 30, \*\*1146\*\*.](#)
115. Cachorro, P.; Ortiz, A.; Cerdá, A. *Plant Soil*, **1994**, 159, 205.
116. Fernandes, A. R.; Carvalho, J. G.; Curi, N.; Pinto, J. E. B. P.; Guimarães, P. T. *Pesq. Agrop. Bras.* **2002**, 37, 1613.
117. Hu, Y.; Schmidhalter, U. *J. Plant Nut.* **1997**, 20, 1169.
118. Person, O. C.; Botti, A. S.; Féres, M. C. *Arq. Méd. ABC*, **2006**, 31,146.
119. <http://www.inmet.gov.br/html/observacoes.php?Ink=Gráficos>. Acessada em 2009.
120. Wolf, J. *Climate Research*, **2002**, 20, 55.
121. Nicodemo, M. L. F.; Laura, V. A. *Elementos minerais em forrageiras: formas químicas, distribuição e biodisponibilidade*. Documentos 115. Embrapa Gado de Corte: Campo Grande, **2001**.
122. Cañizares, K.A.L.; Rodrigues, J.D.; Goto, R.; Vilas Boas, R.L. *Hortic. Bras.*, **2005**, 23, 9.
123. Saliba, L. F.; Tramonte, V. L. C.; Faccini, G. L. *Rev. Nutr.* ,**2006**, 19, 59.
124. Domingues, M. R; Buzetti, S; Alves, M. C; Sasaki, N. *Científica*, **2004**, 32, 147.
125. Toigo, S.; Santos, I.; Carnieletto, C.E.; Mazaró, S.M. *Sci. Agr.*, **2008**, 9, 491.
126. Dallagnol, L. J.; Navarini, L.; Ugalde, M. G.; Balardin, R. S.; Catellam, R. *Summa phytopathol.*, **2006**, 32, 255.
127. Picolotto, L.; Schuch, M. W.; Souza, J. A.; Silva, L. C.; Ferri, J.; Fachinello, J. C.; *Sci.Agr.*,**2007**, 8,19.
128. Araújo, A. E. S.; Castro, A. P. G.; Rosseto, C. A. V. *Rev. Brás. Sem.* **2004**, 26, 45.

129. Hussar, G. J.; Paradelo, A. L.; Jonas, T. C.; Serra, W.; Gomes, J. P. R.; Peres, M. R. *Eng.ambient.*, **2004**, 1, 35.
130. Silva, L. S.; Bohnen, H. *Rev. bras. Agroci.*, **2003**, 1, 49.
131. Costa, R. R.; MORAES, J. C. *Neotrop. Entomol.* **2006**, 35, 6.
132. Leal, R.; Franco, C.; Barghirolli, L.; Artur, A.; Sabonaro, D.; Bettini, M.; Prado, R. *Acta Scien. Agron.* **2008**, 9, 145.
133. Silva, L.; Cunha, P.; Jardim, E.; Fioravanti, M.; Trindade, B.; Silva, M.; Gonçalves, J.; Gonçalves, P.; Prazeres, A. *Sem.: Ciênc. Agr.* **2004**, 25, 225.
134. Fernandes, A. R.; Carvalho, J. G.; Melo, P. C. *Cerne*, 2003, 9, 221.
135. Silva, A. J. Da, Canteri, M. G., Santiago, D. C., Hikishima, M., Silva, A. L. *Summa Phytopat.*, **2009**, 35, 53.
- ~~135-136.~~ Yazici, F.; Alvarez, V.B.; Hansen, P.M.T. *J. Food Sci.*, **1997**, 62,3.
137. Ferreira, M. C. MsC. *Thesis*. Universidade de Passo Fundo, Brazil, 2009.
138. Cunha, J. P. A.; Teixeira, M. H.; Fernandez, H. C. *Plan. Dan.*, **2007**, 27, 10.
139. Costa, M. M. MsC, *Thesis*. Universidade do estado de São Paulo. *Brazil*, 2008.
140. Hoffmann, L. L.; Reis, E. M.; Forcelini, C. A.; Panisson, E.; Mendes, C. E.; Casa, R. T. *Fitopatol. bras.* **2004**, 29, 163.
141. Yorinori, J. T. *Oídio da soja*. Comunicado Técnico 59, *EMBRAPA-CNPSO*: Campo Grande, 1997.
142. Garcia, G.O.; Ferreira, P.A.; Miranda, G.V.; Neves, J.C.L.; Moraes, W. B.; Santos, D. B. *Idesia (Chile)* **2007**, 25, 93.
143. <http://www.ipni.net>. Acessada em 2009.

Formatados: Marcadores e numeração

## 11. APÊNDICE

ESCALA DIAGRAMÁTICA UTILIZADA PARA AVALIAR A SEVERIDADE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA EM PORCENTAGEM DE ÁREA FOLIAR AFETADA.



**100% de SEVERIDADE**



**90% SEVERIDADE**



**80% SEVERIDADE**



**70% SEVERIDADE**





**60% SEVERIDADE**



**50% SEVERIDADE**



**40% SEVERIDADE**



**35% SEVERIDADE**



**30% SEVERIDADE**



**25% SEVERIDADE**



**10% SEVERIDADE**



**3% SEVERIDADE**



**2% SEVERIDADE**



**0% SEVERIDADE**