



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS DA AMAZÔNIA**

**ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE LATOSSOLO
AMARELO EM ÁREAS DE OCORRÊNCIA DA SOJA
LOUCA II NA REGIÃO OESTE DO PARÁ.**

AVNER BRASILEIRO DOS SANTOS GASPAR

**Santarém, Pará
Abril, 2016**

AVNER BRASILEIRO DOS SANTOS GASPAR

**ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE LATOSSOLO
AMARELO EM ÁREAS DE OCORRÊNCIA DA SOJA
LOUCA II NA REGIÃO OESTE DO PARÁ.**

ORIENTADOR: Dr. RAIMUNDO COSME DE OLIVEIRA JR
Pesquisador Embrapa Amazônia Oriental

COORIENTADOR: Dr. EDGARD SIZA TRIBUZY

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Oeste do Pará- UFOPA como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, junto ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais da Amazônia.

Área de Concentração: Estudos e Manejos de Ecossistemas Amazônicos

**Santarém, Pará
Abril, 2016**

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus familiares que sempre me apoiaram e deram força para continua no árduo caminho da pesquisa, em especial minha Mãe e minha Esposa.

Agradecimentos

À Deus pela vida, por me mostrar que quem acredita e persiste sempre alcança seus objetivos.

Aos meus pais: Valdo Luiz dos Santos Gaspar e Rosaldina Borges dos Santos pela generosidade, paciência, ensinamentos e por nunca medirem esforços para educar a mim e aos minhas irmãs; aos seus respectivos cônjuges, Ângela Aquino e Joílson Amaral pelo companheirismo e amor de décadas e dedicados aos meus pais que foram e sempre serão meu porto seguro. Essa conquista também pertence a vocês!

Ào Professor Dr. Raimundo Cosme de Oliveira Junior, pela orientação, pela confiança e todo o conhecimento compartilhado e ao Professor Dr. Edgard Siza Tribuzi pela co-orientação. Aos colaboradores de Núcleos de Apoio à Transferência de Tecnologia-NAPT Médio Amazonas da EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL pelo apoio logístico para a realização deste trabalho, em especial a Dona Alda.

Aos meus colegas de trabalho Bruno Costa, Milane Pontes e Andréa Vinente pelo apoio moral, psicológico, conselhos, puxão de orelha e companheirismo. Aos colegas estudantes do curso de Agronomia da UFOPA Vinicius Costa, Ricardo Patrese, Lucas Nobre, Marcelo Diniz e Ricardo Feline pelo apoio nas coletas de campo e principalmente pela preciosa amizade

Aos professores do PPGRNA, pelos preciosos ensinamentos repassados. Aos colegas de mestrado, turma 2015, pelo companheirismo, incentivo, força e pelos bons momentos de descontração até o fim.

Ao Senhor Pio e o Senhor Sergio pela autorização para realizar minhas coletas de campo em suas propriedades.

À minha companheira Leidielly Portela Ghizoni que me acompanhou nas coletas de campos, me incentivou quando eu queria desistir, me deu forças nos momentos de fraqueza, foi paciente ao ouvir minhas reclamações e sabia com as palavras de incentivo.

E a todas as pessoas que, direta e indiretamente, contribuíram com a realização deste trabalho.

Muito obrigado!

GASPAR, Avner Brasileiro dos Santos. **Atributos Físicos e Químicos de Latossolo Amarelo em áreas de ocorrência da Soja Louca II na Região Oeste do Pará.** 2017 69p. Dissertação de Mestrado em Recursos Naturais da Amazônia. Área de Concentração: Estudos e Manejos de Ecossistemas Amazônicos - Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais da Amazônia Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, Santarém, 2017.

RESUMO

A dinâmica dos nutrientes no solo é resultado da interação de vários fatores, e, no SPD, os mecanismos que governam são modificados em velocidade e/ou intensidade pela redução do revolvimento do solo e manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo. Anomalias em plantas relacionadas a solo são diretamente ligadas aos níveis críticos e tóxicos dos atributos físico, químico ou biológicos de solo, logo, a fertilidade do solo é um dos fatores de predisposição das plantas aos patógenos. A soja louca-II é uma anomalia que causa cerca de 40% perdas em lavouras e sem causa definida. Objetivo do trabalho foi avaliar os teores e variância dos atributos químicos de solos em áreas de ocorrência da Soja Louca II. Realizaram-se 180 amostras em 20 cm, 40cm e 60cm de profundidades em áreas com e sem a ocorrência da anomalia em propriedades nos municípios de Santarém, Belterra e Mojuí dos Campos na região oeste do Pará. Os Atributos químicos Ph, P, K, Na, Ca, Mg, Al, Fe, Cu, Zn, Mn e CTC e Teor de Argila natural foram submetidos a análise descritiva e análise de variâncias no programa Biostat versão 5.3. Não foram encontradas diferenças significativas entre os atributos nos tratamentos, sendo consideradas estatisticamente semelhantes as áreas com e sem ocorrência da Soja Louca II, porém com teores de micronutriente em níveis tóxicos na maior parte das amostras em ambos os tratamentos em todas as profundidades coletadas. Os atributos que apresentaram maior e menor Coeficiente de Variação foram pH (7,45%) e Zn (198,17%) a 20cm, pH (6,66%) e Cu (250,70%) a 40cm e pH (5,84%) e Cu (238,74%) a 60m de profundidade. A análise de variância dos atributos químicos não apresentou diferenças significativa entre as profundidades.

Palavra chave: fertilidade do solo, interação solo- planta, fitotoxidez,

GASPAR, Avner Brasileiro dos Santos. **Atributos Físico e Químicos de Latossolos Amarelo em áreas de ocorrência da Soja Louca II na Região Oeste do Pará.** 2017 xxx p. Dissertação de Mestrado em Recursos Naturais da Amazônia. Área de Concentração: Estudos e Manejos de Ecossistemas Amazônicos - Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais da Amazônia Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, Santarém, 2017.

ABSTRACT

Soil nutrient dynamics are the result of the interaction of several factors, and in the SPD, the mechanisms that govern are modified in speed and / or intensity by the reduction of soil rotation and maintenance of cultural residues on the soil surface. Anomalies in soil-related plants are directly linked to the critical and toxic levels of the physical, chemical or biological attributes of soil, so soil fertility is one of the factors predisposing plants to pathogens. Mad soy-II is an anomaly that causes sow 40% crop losses and no definite cause. The objective of this study was to evaluate the levels and variance of chemical attributes of soils in areas of occurrence of Mad Soybean II. A total of 180 samples were analyzed in 20 cm, 40 cm and 60 cm depth in areas with and without the occurrence of the anomaly in the municipalities of Santarém, Belterra and Mojui dos Campos in western Pará Chemical attributes Ph, P, K, Na , Ca, Mg, Al, Fe, Cu, Zn, Mn and CTC and natural clay content were submitted to descriptive analysis and analysis of variances in the program Biostat version 5.3. There were no significant differences between the attributes in the treatments, being considered statistically similar the areas with and without occurrence of Soja Louca II, but with micronutrient errors in toxic levels in most of the samples in both treatments in all the depths collected. The attributes that presented higher and lower Coefficient of Variation were pH (7.45%) and Zn (198.17%) at 20cm, pH (6.66%) and Cu (250.70%) at 40cm and pH (5.84%) and Cu (238.74%) at 60m depth. The analysis of variance of the chemical attributes did not present significant differences between the depths.

Key words: soil fertility, soil-plant interaction, phytotoxicity,

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vii
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
INTRODUÇÃO GERAL	9
1.REFERENCIAL TEÓRICO	13
1.1.Amazônia x Soja	13
1.2 Característica da cultura estudada	14
1.2.1 Solo	15
1.2.2 Luz (radiação).....	15
1.2.3 Fotoperíodo.....	16
1.2.4 Umidade.....	17
1.2.5 Temperatura.....	18
1.2.6 Época de semeadura.....	19
1.2.7 Aspectos fenológicos da soja	21
1.2.8 Soja louca II	25
1.3 Propriedades do solo	26
1.3.1 Solução do solo	28
1.4 Herbicidas na agricultura	30
1.4.1 Comportamento de herbicidas em solo	31
1.4.2 Comportamento do herbicida na planta	32
1.4.3 Glifosato.....	34
1.5 OBJETIVO GERAL	37
1.5.1Objetivos específico	38
4.Referencias Bibliográficas.....	39
CAPITULO I –Atributos químicos de latossolos amarelos em áreas de ocorrência da Soja Louca II na Região Oeste do Pará.....	51
CONCLUSÃO.....	66
ANEXOS.....	71

Lista de Tabelas

Tabela 1: Série Histórica da Produtividade da Safra 2000/2001 a 2014/15 em Kg/ha.....	14
Tabela 2: Descrição dos estádios fenológicos da Soja.....	23
Tabela 3: Local de coletas das Amostra de solo.....	55
Tabela 4: Método de coleta das amostras de solo.....	56
Tabela 5 : Resultados da análise de solo a 20 cm de profundidade.....	60
Tabela 6: Análise descritiva e análise de variância dos atributos a 20cm de profundidade.....	61
Tabela 7: Resultados da análise de solo a 40 cm de profundidade.....	62
Tabela8: Análise descritiva e análise de variância dos atributos a 40cm de profundidade.....	63
Tabela 9: Resultados da análise de solo a 60 cm de profundidade.....	64
Tabela 10: Análise descritiva e análise de variância dos atributos a 60cm de profundidade.....	65

INTRODUÇÃO GERAL

Originária do leste da Ásia, a soja (*Glycine max* (L.) Merr.) é cultivada e considerada umas das culturas mais antigas, apesar de não ser conhecida mundialmente como alimento básico, a soja é umas das oleaginosas mais importantes do mundo, principalmente como fonte de proteína e óleo vegetal (SEDIYAMA et. al., 2015).

Chegou ao ocidente no final do século XV e início do século XVI, sendo implantada a primeira vez na Europa no Jardim Botânico de Paris em 1730. Segundo PIPER & MORSE (1923) a soja chegou às Américas entre o final do século XVII e início do século XVIII no EUA, entretanto, no Século XIX, foi difundida pelo continente tornando-se conhecida no Canadá, Argentina, Cuba, Brasil e etc. (SEDIYAMA et. al., 2009).

O grão de soja é rico em proteínas, que pode variar de 30% a 53% sendo o teor médio dos cultivares brasileiros de 40%. Essas características fazem da soja importante matéria-prima utilizada como adubo verde e forrageiro na alimentação animal. O óleo extraído de seu grão é utilizado na alimentação humana, produção de biodiesel, como desinfetantes, lubrificantes e outros fins. Em razão da qualidade da proteína da soja e do baixo custo relativo de sua produção, essa oleaginosa tornou-se importante fonte proteica para a complementação da dieta, principalmente nos países em desenvolvimento (BEZERRA et al, 2015).

No Brasil os primeiros registros de soja foram em 1882 na Bahia, com a introdução de cultivares oriundas dos Estados Unidos que não tiveram boa adaptação, porém apenas em 1935, teve início no Rio Grande do Sul a produção de grãos em escala comercial produzida unicamente com a finalidade de ser utilizada *in natura* na alimentação de suínos (BEZERRA et al, 2015). Em 1950 a cadeia produtiva da soja passa ter mais um atrativo com a instalação da primeira indústria de extração de óleo, com fins alimentícios o que também proporcionou a expansão da leguminosa para as regiões Sudeste, Norte e Nordeste (CAMPOS, 2010).

Segundo CAMPOS (2010), a soja foi a cultura eleita como “carro chefe” das mudanças na base técnica da produção, desencadeada a partir de meados da década de 1960. Sua expansão teve suporte estatal nunca visto no Brasil, por meio de oferta de crédito abundante para a compra de máquinas e insumos. Até mesmo quando a política não era dirigida à soja, esta obteve benefícios.

A boa aclimação dos cultivares introduzidas na região sul do Brasil, consideradas semelhantes às do local de origem, favoreceu a evolução constante da produção de soja brasileira no que se diz respeito a área plantada e produção (CONAB, 2015), garantindo ao país o título de segundo maior produto mundial segundo dados da EMBRAPA (2015).

Entretanto, outros fatores de suma importância contribuíram para a expansão da sojicultura nas outras regiões do Brasil: i) Aquecimento do mercado internacional na década de 1970, que, posteriormente, avançou para o mercado interno; ii) Estabelecimento de parque industrial de processamento de soja, máquinas agrícolas e insumos; iii) Organização em redes de pesquisa dos setores públicos e privado; iv) Baixo valor de terra, devido à ampliação da fronteira agrícola; v) Topografia plana dos solos do cerrado; vi) Desenvolvimento de tecnologias para a produção em baixas latitudes, nos aspectos genéticos e de fertilidade do solo; vii) Regime pluviométrico favorável, coincidindo com o período de entressafra da produção dos Estados Unidos; e viii) Políticas governamentais (TECNOLOGIAS, 2005).

As pesquisas de melhoramento genético da soja desenvolvidas, pela iniciativa Privada e Públicas como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Embrapa e o Instituto Agrônomo de Campinas –IAC, foram fundamentais para sua expansão no território nacional. Os principais objetivos das pesquisas foram o aumento da produtividade, a resistência a pragas e doenças, adubação, densidade e época de semeadura (MIYASAKA & MEDINA, 1982).

Atrelado ao avanço nas pesquisas de melhoramento teve também o uso agressivo de produtos fitossanitários (fungicidas, inseticidas, herbicidas e etc.) em lavouras de soja como alternativa na garantia de uma boa produtividade. Os herbicidas são o grupo de produtos fitossanitários mais empregado no mundo e tem sido usados extensivamente em práticas agrícolas para o controle de plantas daninhas como o glifosato [n-(fosfometil)glicina], C₃H₈NO₅P, representando cerca de um terço do volume total de praguicidas comercializados no mercado brasileiro; estima-se que no Brasil o consumo seja de 200 milhões de litros por ano (QUEIROZ *et. al*, 2011).

Conforme SILVA (2010), os estudos envolvendo a sorção de herbicidas em solos brasileiros, sob condições de clima tropical, são também fundamentais para avaliação da eficiência de controle das plantas daninhas do local, pois elevados índices de sorção podem comprometer a eficiência do herbicida. Com isso, cresce a importância do entendimento do

destino final dessas moléculas e do estudo do comportamento no ambiente onde são aplicados. No que diz respeito ao uso do glifosato no controle de plantas daninhas e seu impacto sobre a planta e a microbiota do solo, nas condições edafoclimáticas do Brasil, ainda não foram devidamente elucidados e não constituem consenso (DALLMANN, et. al. 2010.).

Conforme ZAMBOLIM (2008), os sistemas agrícolas de produção dependem diretamente da qualidade física e química dos solos cultivados, assim como as condições tecnológicas e climáticas do meio, entretanto a qualidade ambiental também passou a ser fator limitante de produção, sendo comprometida pelo desequilíbrio e pela destruição dos meios naturais de regulação de dos sistemas. Além disso, o uso intensivo de agroquímicos fundamentalmente os herbicidas, tem modificado substancialmente a microbiota do solo sendo as alterações variáveis para cada composição ambiente x herbicidas, o que constitui uma dinâmica condicionada às características edafoclimáticas e as especificidades físico-químicas de cada molécula ou composto (ZAMBOLIM, 2008).

O avanço da soja na Amazônia, especialmente nos Estados do Mato Grosso e do Pará, tem sido impulsionado pelo aumento da demanda externa, especialmente dos países asiáticos, pela desvalorização do real, por investimentos em infraestrutura de transporte, pela existência de grandes áreas aptas para a agricultura mecanizada e pela introdução de novas variedades de soja que toleram as condições climáticas locais (ALENCAR et al., 2004).

No entanto, os diversos avanços tecnológicos para do desenvolvimento da sojicultura não foram capaz de conter o avanço da Soja Louca II (SL-II), anomalia que provoca redução da produtividade em função do elevado índice de abortamento de flores e vagens e do alto percentual de desconto no valor da soja, devido a presença de impurezas, ou seja, pedaços de tecido verde e grãos podres, que propiciam apodrecimento da massa de grãos (MEYER, 2010).

Os maiores índices de ocorrência da SL-II foram em anos com maior frequência de chuvas, na entressafra e início de safra e desde 2005 preocupa produtores nacionais de soja, teve forte incidência, principalmente, nas regiões produtoras mais quentes do Brasil, nos estados do Maranhão, Tocantins, Pará e Mato Grosso. (MEYER, 2010). A SL-II é um problema de causa desconhecida e que pode levar a perdas de até 40% na produção e apesar de estar mais concentrada as regiões mais quentes do Norte do Brasil, já se tem ocorrência em regiões de clima temperado (MAGALHÃES et. al., 2014.).

Um outro fator limitante para o desenvolvimento da soja em regiões tropicais é a baixa a fertilidade dos solos, limitada pela baixa disponibilidade de fósforo e pela disponibilização de boa parte do mesmo fornecido na adubação (TANAKA; MASCARENHAS, 1992; VENTIMIGLIA et al., 1999). Nas regiões tropicais do Brasil, os solos possuem baixa fertilidade e a adubação se faz necessária, principalmente quando o cultivar necessita de nutrientes que o solo não dispõe em grandes quantidades (NATALE et al., 2009).

O cultivo de culturas em sistemas integrados reflete positivamente na física e química do solo, visto que proporciona grande volume de raízes em profundidade, aumento da reciclagem de nutrientes, dos teores de matéria orgânica e de nutrientes no solo (CRUSCIOL e BORGHI, 2007).

O cultivo de milho consorciado com pastagem refletiu positivamente na física e química do solo, devido à grande produção de palhada e ao grande volume de raízes em profundidade, aumentando a reciclagem de nutrientes, os teores de matéria orgânica e nutrientes no solo, como relatado por CRUSCIOL & BORGHI (2007). As propriedades do manejo dos solos e das culturas geram mudanças no perfil do solo no sistema plantio direto que influenciam na dinâmica da acidez e da disponibilidade dos nutrientes e, por consequência, no manejo da fertilidade do solo (KLUTHCOUSKI et al., 2003).

Portanto o bom funcionamento e boa qualidade do solo, principal meio de crescimento das plantas, é fundamental para garantir capacidade produtiva do agroecossistemas e importante para a preservação de outros serviços essenciais, incluindo o fluxo da água, a biodiversidade e o equilíbrio de gases atmosféricos (WRI, 2000). A qualidade do solo pode ser medida por meio da quantificação de alguns atributos físicos, químicos e biológicos, que possibilitem o monitoramento de mudanças, a médio e longo prazo, no estado de qualidade desse solo (NOVAIS et al., 2007).

Este trabalho tem por objetivo avaliar os atributos físicos e químicos de solos em lavouras de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) com ocorrência da Soja Louca II no oeste do Pará.

1.REFERENCIAL TEÓRICO

1.2 AMAZÔNIA X SOJA

O Bioma Amazônia não é totalmente constituída de florestas é uma extensa região apresentando elevada diversidade geológicas, geomorfológicas, edáficas, climáticas e de vegetação assemelhando-se a uma colcha de retalho. A floresta amazônica ocupa aproximadamente 6.000.000 km² da América do Sul. É o maior reservatório natural da diversidade vegetal do planeta, onde cada um de seus diferentes ambientes florestais possui um contingente florístico rico e variado, muitas vezes exclusivo de determinado ambiente (OLIVEIRA e AMARAL, 2004).

A Amazônia Legal caracteriza-se por possuir vegetação típica de trópico úmido, onde a umidade e a temperatura são elevadas e com elevadas precipitações (JUNK *et al.*, 1989). Nessas condições, comumente desenvolve-se uma floresta densa, onde a competição entre as espécies depende da eficiência no aproveitamento de luz, ou outras rotas de capacidade de absorção de água e nutrientes do solo para produzir biomassa (VALOIS, 2003).

Segundo Vale Júnior *et. al.* (2011), os solos da Amazônia são uma combinação de diversidade de fatores geológicos, geomorfológicos, vegetação e clima, a partir do mesozoico, durante o plioceno-pleistoceno até os dias atuais. Climaticamente, a Amazônia é uma região úmida, ou seja, tropical chuvoso em sua maioria, cujas variações vai desde Af, Am até Aw segundo a classificação climática de Köppen. No extremo Norte da Amazônia verifica-se um clima do tipo Aw, pertencente ao domínio de clima Tropical Chuvoso, quente e úmido, apresentando período seco e chuvoso bem definido, após sofrer alternados períodos secos e úmidos no passado. A temperatura média é da ordem de 25° C e a precipitação pluviométrica anual é distribuída de modo irregular, registrando em torno de 2.900 mm na porção central, e na fronteira com a Venezuela precipitações atingindo em torno de 1.100mm e período seco mais prolongado, assemelhando-se ao semiárido do Brasil (VALE JÚNIOR *et. al.*, 2011).

A rápida expansão da soja no Brasil foi consequência de dois fatores importantes: do apoio do governo brasileiro e das condições edafoclimáticas favoráveis ao seu desenvolvimento. De acordo com Igreja *et. al.* (1988), a partir da década de 80 a soja se expandiu para outras regiões, como os estados de Goiás, Oeste de Minas Gerais, Sul do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul; em alguns casos, como no cerrado, a expansão da soja ocorreu

devido ao relevo plano da região, à fácil correção química do solo e ao apoio técnico-científico oferecido pelo Governo (ANDERSON et al., 2003).

Na década de 2000 a soja chegava à Amazônia, mas seu cultivo (73 mil hectares) em relação ao restante do País, era ainda insignificante (MUELLER & BUSTAMANTE, 2006). No estado do Pará, mais especificamente, a área plantada era de apenas 1.2 mil hectares no ano de 2000, porém a região já vinha recebendo incentivos governamentais desde 1994, para o aumento da produção de grãos, principalmente nas regiões de Santarém e Paragominas (SAGRI, 2007). Em 2005, a quantidade de área plantada no estado já chegava a 68 mil hectares, com produtividade média de 3 t/ha. Apesar da baixa fertilidade dos solos tropicais do Brasil registrados por NATALE et al., (2012) a produtividade em da Região Norte é elevada, ficando acima da média nacional nas safras 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014 (Tabela 1).

Tabela 1: Série Histórica da Produtividade da Safra 2000/2001 a 2014/15 em Kg/ha

REGIÃO/UF	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10	10/11	11/12	12/13	13/14	14/15
Norte	2,362	2,604	2,659	2,593	2,721	2,473	2,630	2,845	2,841	2,943	3,063	3,027	2,952	2,877	2,987
Nordeste	2,157	1,888	2,031	2,674	2,741	2,395	2,658	3,057	2,588	2,852	3,213	2,880	2,193	2,544	2,818
Centro-oeste	2,952	2,940	2,924	2,548	2,669	2,590	2,910	3,022	2,943	2,997	3,137	3,036	2,981	3,005	3,045
Sudeste	2,452	2,714	2,732	2,449	2,512	2,409	2,727	2,853	2,778	2,801	2,824	2,899	3,086	2,520	2,775
Sul	2,718	2,294	2,850	1,979	1,538	2,200	2,782	2,519	2,223	2,881	3,124	2,037	3,038	2,792	3,067
Brasil	2,751	2,577	2,816	2,329	2,245	2,419	2,823	2,816	2,629	2,927	3,115	2,651	2,938	2,854	3,012

Fonte: Adaptado de Conab,2015

1.2 CARACTERÍSTICAS DA CULTURA DA SOJA

O cultivo da soja no Brasil foi inicialmente restrito a Região Sul, por ser um a planta originada e domesticada na China (30 a 45° de Latitude Norte) encontrando assim, condições semelhantes nessa Região do Brasil, no entanto a partir de 1970, os programas de melhoramento genético conseguiram introduzir genes que condicionaram as plantas a um período juvenil longo, possibilitando assim o cultivo em baixas latitudes. Com a correção química de solos das regiões Centro Oeste e Norte do Brasil, aliado as boas características físicas e de topografia e com melhorias nas práticas de manejo da cultura, a soja encontrou

condições favoráveis para sua expansão e exploração do potencial produtivo e além do solo, as condições de temperatura e umidade também foram fatores fundamentais. O conhecimento das condições de fotoperíodo, temperatura e umidade são fundamentais para expressão da capacidade produtiva da soja em cada época e local adequado (SILVA,2015).

1.2.1 SOLOS

A cultura da soja exige solos profundos, que favorecem o desenvolvimento do sistema radicular, possibilitando que a planta explore maior volume de solo e, conseqüentemente, maiores quantidades de nutrientes e água. Os solos de cerrado e amazônico, predominantemente Latossolos (D'ANDRÉA, et. al., 2002), apresentam boa profundidade e, após a correções necessárias, permitem que a cultura alcance elevada produtividade. Além disso, solos mais profundo também são mais tolerantes a perda por erosão. A textura deve ser média, sendo uma das mais importantes características do solo. Aliados à textura, o solo deve apresentar boa estrutura formando agregados que estão diretamente relacionados à absorção e movimentação de água no solo, aeração, penetração de raízes, facilidade de cultivo e erosão. O sistema plantio direto da soja tem proporcionado formação de boa estrutura na camada superficial do solo, melhorando suas características físicas e químicas. (SILVA et. a l. 2015) (EMBRAPA, 2010).

CÂMARA(2000) recomenda que a topografia para o cultivo da soja dever ser plana ou com leve declividade, o que facilita as técnicas mecânicas de cultivo, além de ser uma característica importante para a conservação do solo evitando erosão. Também devem ser bem drenados, pois a soja não suporta encharcamento, e boa aeração para o desenvolvimento do sistema radicular.

1.2.2 LUZ (RADIAÇÃO)

A disponibilidade de Radiação solar é um dos fatores que mais limitam o crescimento e desenvolvimento das plantas, pois toda a energia necessária para a realização da fotossíntese, processo que transforma o CO₂ atmosférico em energia metabólica, é proveniente da radiação solar (SILVA et. Al. 2015). No caso da cultura da soja, a radiação solar está relacionada com a fotossíntese, alongação da haste principal e ramificação,

expansão foliar, pegamento de vagens e grão e fixação biológica (CÂMARA, 2000). Maior eficiência no uso da radiação solar é importante para o rendimento da cultura da soja, principalmente durante o período de enchimento de grãos. (SHIBLES; WEBER, 1966).

Por ser uma planta C3, a soja é menos eficiente na utilização da radiação solar e água, encontrando-se em desvantagem quando comparada com as plantas daninhas do tipo C4, que competem por esses recursos durante o ciclo de desenvolvimento. A quantidade de luz e CO₂ determina a resposta fotossintética das folhas. (TAIZ; ZEIGER, 2004).

1.2.3 FOTOPERÍODO

O fotoperíodo (número de horas luz por dia) é o fator mais importante para se determinar a proporção relativa entre os vegetativos e reprodutivos em plantas de soja. Além do crescimento, o fotoperíodo afeta a maturação, altura de planta, peso de sementes, número de ramificações, vagens por planta. (BARROS; SEDIYAMA, 2009).

De acordo com SILVA et. Al. (2015), a soja é uma planta de dias curtos (PDC), ou seja, floresce em fotoperíodos menores que um máximo crítico. A planta de soja é induzida a florescer se a duração dos dias for igual ou inferior àquele valor crítico que caracteriza o cultivar. Dessa forma, na ausência do comprimento de dia favorável para induzir a expressão dos processos reprodutivos, a planta de soja pode continuar seu crescimento vegetativo. Ao contrário, sob influência do fotoperíodo adequado, o florescimento pode ser induzido mais precocemente. Portanto a diferença de resposta à luz pela planta de soja está relacionada ao fotoperíodo crítico inerente a cada cultivar, ou seja, o número de horas luz (fotoperíodo) menor ou máximo capaz de induzir uma planta ao florescimento.

Na cultura da soja, há uma diversidade de cultivares com exigências fotoperiódicas diferentes sendo muito importante do ponto de vista agrícola, pois possibilita ao melhoramento genético grande variabilidade de respostas das plantas, podendo então adaptar os genótipos às disponibilidades de cada região de cultivo (SILVA et. Al. 2015), apesar de cada cultivar possuir fotoperíodo crítico específico, a percepção deste para que o cultivar seja induzido ao florescimento depende do período juvenil, que pode ser curto ou longo.

Nos cultivares com período juvenil mais curto (PJC), a percepção fotoperiódica ocorre quando surge a folha unifoliolada (Estádio V1), ou seja, se a partir desse estágio o fotoperíodo for menor ou igual ao fotoperíodo crítico desse cultivar, o florescimento poderá

ocorre entre 15 a 20 dias após indução (Estádio V3 e V4) (BARROS; SEDIYAMA, 2009). Nos cultivares com período juvenil longo (PJL), a indução ao florescimento ocorre a partir da 5ª e a 7ª folha trifoliolada, ou seja até esse estágio, mesmo na condição de fotoperíodo crítico, as plantas não são induzidas a florescer, possibilitando que ela tenha período vegetativo suficiente para atingir seu potencial produtivo, logo cultivares PJL são mais indicado para regiões tropicais do Brasil (SILVA et. Al. 2015)..

1.2.4 UMIDADE

A água constitui aproximadamente 90% do peso da planta, atuando em, praticamente, todos os processos fisiológicos e bioquímicos. Desempenha a função de solvente, através do qual gases, minerais e outros solutos entram nas células e movem-se pela planta. Tem, ainda, papel importante na manutenção e distribuição do calor. A disponibilidade de água é importante, principalmente, em dois períodos de desenvolvimento da soja: germinação-emergência e floração-enchimento de grãos. Durante o primeiro período, tanto o excesso quanto o déficit de água são prejudiciais à obtenção de uma boa uniformidade na população de plantas. A semente de soja necessita absorver, no mínimo, 50% de seu peso em água para assegurar boa germinação. Nessa fase, o conteúdo de água no solo não deve exceder a 85% do total máximo de água disponível e nem ser inferior a 50% (SILVA et. Al. 2015).

A necessidade de água na cultura da soja vai aumentando com o desenvolvimento da planta, atingindo o máximo durante a floração-enchimento de grãos (7 a 8 mm/dia), decrescendo após esse período. *Déficits* hídricos expressivos, durante a floração e o enchimento de grãos, provocam alterações fisiológicas na planta, como o fechamento estomático e o enrolamento de folhas e, como consequência, causam a queda prematura de folhas e de flores e abortamento de vagens, resultando, por fim, em redução do rendimento de grãos. A necessidade total de água na cultura da soja, para obtenção do máximo rendimento, varia entre 450 a 800 mm/ciclo, dependendo das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração do ciclo (SILVA et. Al. 2015).

1.2.5 TEMPERATURA

A soja melhor se adapta a temperaturas do ar entre 20° C e 30° C, a temperatura ideal para seu crescimento e desenvolvimento está em torno de 30° C. Sempre que possível, a semeadura da soja não deve ser realizada quando a temperatura do solo estiver abaixo de 20° C porque prejudica a germinação e a emergência. A faixa de temperatura do solo adequada para semeadura varia de 20° C a 30° C, sendo 25° C a temperatura ideal para uma emergência rápida e uniforme. O crescimento vegetativo da soja é pequeno ou nulo a temperaturas menores ou iguais a 10° C. Temperaturas acima de 40° C têm efeito adverso na taxa de crescimento, provocam distúrbios na floração e diminuem a capacidade de retenção de vagens. Esses problemas se acentuam com a ocorrência de *déficits* hídricos (Embrapa, 2010).

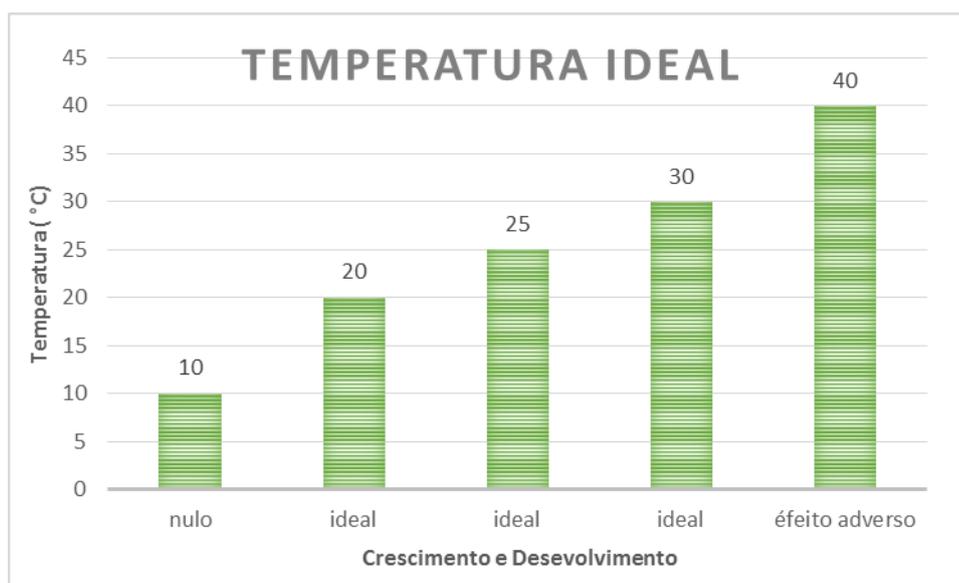


Figura 1: Temperatura ideal para crescimento e desenvolvimento da soja

A floração da soja somente é induzida quando ocorrem temperaturas acima de 13° C. As diferenças de data de floração, entre anos, apresentadas por uma cultivar semeada numa mesma época, são devido às variações de temperatura. Assim, a floração precoce ocorre, principalmente, em decorrência de temperaturas mais altas, podendo acarretar diminuição na altura de planta. Esse problema pode se agravar se, paralelamente, houver insuficiência hídrica e/ou fotoperiódica durante a fase de crescimento. Diferenças de data de floração entre cultivares, numa mesma época de semeadura, são devido, principalmente, à resposta diferencial das cultivares ao comprimento do dia (fotoperíodo). A maturação pode ser

acelerada pela ocorrência de altas temperaturas. Quando vêm associadas a períodos de alta umidade, as altas temperaturas contribuem para diminuir a qualidade da semente e, quando associadas a condições de baixa umidade, predispõem a semente a danos mecânicos durante a colheita. Temperaturas baixas na fase da colheita, associadas a período chuvoso ou de alta umidade, podem provocar atraso na data de colheita, bem como haste verde e retenção foliar (EMBRAPA, 2010; SILVA et. Al. 2015).

A nodulação da soja também é influenciada pela temperatura. Maior massa de nódulos e fixação de nitrogênio são observados quando a temperatura do solo está em torno de 27°. As temperaturas elevadas e o estresse hídrico, muitas vezes atuando juntos, são os principais fatores ambientais limitantes à fixação biológica de N no trópicos, afetando a simbiose em todos os estádios (HUNGRIA et al. 2001).

A adaptação de diferentes cultivares a determinadas regiões depende, além das exigências hídricas e térmicas, de sua exigência fotoperiódica. A sensibilidade ao fotoperíodo é característica variável entre cultivares, ou seja, cada cultivar possui seu fotoperíodo crítico, acima do qual o florescimento é atrasado. Por isso, a soja é considerada planta de dia curto. Em função dessa característica, a faixa de adaptabilidade de cada cultivar varia à medida que se desloca em direção ao norte ou ao sul. Entretanto, cultivares que apresentam a característica “período juvenil longo” possuem adaptabilidade mais ampla, possibilitando sua utilização em faixas mais abrangentes de latitudes (locais) e de épocas de semeadura (SILVA et. Al. 2015).

1.2.6 ÉPOCA DE SEMEADURA

A época de semeadura como um conjunto de fatores ambientais que reagem entre si e integram com a planta, causando variação na produção e afetando outras características agronômicas (BARROS et al. 2003). Dessa forma, a época de semeadura é fator preponderante para o sucesso da lavoura, uma vez que alteram as relações hídricas, bem como, a temperatura, o fotoperíodo e a radiação solar disponível as plantas (POPP et al., 2002; SUBEDI et al. 2007).

A resposta da soja à época de semeadura depende principalmente das condições ambientais, sendo temperatura, fotoperíodo e distribuição das precipitações pluviais os fatores mais importantes. O fotoperíodo geralmente é o limitantes, porém, para cultivares

pouco sensíveis, as épocas de florescimento e de maturação são determinadas pelo acúmulo de somas térmicas. Já em condições tropicais de baixa latitudes, com amplas disponibilidade de luz e de temperatura, a distribuição de chuvas é de maior importância (CÂMARA, 2012).

A escolha da época de semeadura visa propiciar a “desejada” coincidência entre a ocorrência de condições climáticas favoráveis e os estádios de desenvolvimento da cultura, em que tais condições sejam requeridas. No caso da soja, a época de semeadura deve coincidir com o período do ano em que seja maior a probabilidade de se encontrar água armazenada no solo, em quantidade suficiente para atender ao processo de germinação das sementes e emergência epígea das plântulas, que resultarão no estabelecimento da cultura no campo. Em seguida, o ambiente deve proporcionar níveis de umidade, temperatura e radiação solar que atendam a fase de crescimento e desenvolvimento vegetativo das plantas, de maneira que o porte destas possibilite a expressão da produtividade do cultivar e seja compatível com a colheita mecanizada (altura final > 60cm) (SILVA et. Al. 2015).

As épocas de semeadura da cultura da soja, para as condições brasileiras, variam de acordo com as regiões e os cultivares, apresentando faixa recomendável de outubro a dezembro (NAKAGAWA et al. 1986; URBEM FILHO; SOUZA, 1993). De acordo com EMBRAPA (2011), a época de semeadura na Região Norte e Nordeste do Brasil varia de estado para estado, visto que as áreas se diferenciam muito quanto a ocorrência de chuva, geralmente a semeadura nessas regiões ocorrem a partir de novembro. No Sul do estado do Maranhão, no sudoeste do Piauí, no norte do Tocantins e Sul do Pará, a época preferencial de semeadura é de novembro a meados de dezembro. No Nordeste do Estado do Pará, esse período é de 15 de dezembro ao final de janeiro. No nordeste do Maranhão, os plantios de soja são realizados durante o mês de janeiro. No oeste do Pará, a época preferencial para a semeadura compreende do período de 10 de março ao final de abril e no Região central do Estado de Roraima é preferível o mês de abril para semeadura.

Além de todas essas características SILVA et al. (2015) ainda chama atenção para a densidade de plantas, logo visando melhor aproveitamento das condições de solo e ambiente e, conseqüentemente, maior produtividade a campo, tem-se almejado uma população de plantas ideal para a cultura e que esta população seja distribuída a campo em uma arranjo espacial, permitindo mínima competitividade intraespecífica, máxima absorção de água e nutrientes, detrimento de desenvolvimento de plantas daninhas, facilidade de penetração de

defensivos agrícolas e que proporcionem um microclima desfavorável ao desenvolvimento de doenças.

Com a simples variação dentro de certos limites do espaçamento entre fileiras e densidade nas fileiras de semeadura, é possível variar a produtividade de grãos, altura de plantas e da inserção da primeira vagem, grau de acamamento, número de ramificações da planta, diâmetro do caule, número de vagens por planta e o peso médio das sementes. Com o aumento do espaçamento há diminuição na altura da planta, na inserção da primeira vagem, no grau de acamamento e aumenta o número de ramificações e o de vagens por planta, a produtividade por planta e o peso médio das sementes (SEDIYAMA, 2009).

1.2.7 ASPECTOS FENOLÓGICOS DA SOJA

Ao longo da vida (fenologia), as plantas acumulam matéria seca (crescimento em massa) que se diferencia fisiologicamente (desenvolvimento) em tecidos e órgãos com função específica. No caso da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), toda essa diferenciação é visualizada em sua parte aérea, na forma de haste principal, e suas ramificações, que dão sustentação física e fisiológica às folhas (unifólios e trifólios), às flores (inflorescências) que, predominantemente via autofecundação, dão origem aos frutos (infrutescência) e às sementes dentro delas. Na parte subterrânea encontra-se o sistema radicular com eixo principal (raiz pivotante) intensamente ramificada. Na raiz principal e na coroa radicular tem-se a concentração de nódulos, dentro dos quais as bactérias pertencentes ao gênero *Bradyrhizobium* realizam, eficientemente, a fixação biológica do N₂ atmosférico (CÂMARA, 2015).

Segundo CÂMARA (1998), a caracterização dos estádios desenvolvimento é fundamental para o estabelecimento de um organizado sistema de produção, por meio do manejo adequado da lavoura, portanto a padronização da terminologia utilizada para a descrição dos estádios de desenvolvimento da soja é essencial para melhor compreensão dos profissionais e produtores que trabalham com a cultura. O desenvolvimento da soja compreende duas fases principais, a vegetativa e a reprodutiva. A duração de cada uma delas é controlada geneticamente e influenciada por condições ambientais. A classificação dessas fases é feita com base na observação das folhas, flores e no desenvolvimento da vagem e semente que se encontram nos nós da haste principal da planta (NOGUEIRA et al., 2013).

A Fase vegetativa se inicia no processo de germinação, cuja primeira etapa é a absorção de água ou embebição, onde as sementes atingem grau de umidade de 35% a 50% (MARCOS FILHO, 1986), após a embebição, ocorre a retomada imediata do metabolismo, por meio da ativação de sistemas enzimáticos que catalisam a digestão das reservas e estimulam o aumento da atividade respiratória nas células da semente. Em seguida, as reservas são transformadas em substâncias mais simples, solúveis e difusíveis, translocando-se, por difusão, até os pontos de crescimento do eixo embrionário (radícula e plúmula), onde são assimiladas para a formação de novos tecidos. Dessa forma, o embrião volta a crescer, originando uma plântula (MARCOS FILHO, 1986). A emergência das plantas de soja (estádio VE), normalmente tem início 5 a 7 dias após a sementeira. Os cotilédones assumem coloração verde e são os principais responsáveis pela nutrição da plântula durante, aproximadamente, duas a três semanas após a emergência (CÂMARA, 1992).

Simultaneamente à formação das primeiras raízes e folhas unifolioladas e trifolioladas, ocorre o esgotamento gradativo das reservas contidas nos cotilédones, que em consequência, amarelecem e caem. Nesta fase, a planta apresenta uma a duas folhas definitivas (estádios V_2 a V_3) e encontra-se apta para seguir seu desenvolvimento autotrófico. As folhas unifolioladas são básicas para os processos iniciais de fotossíntese da jovem planta, podendo durar 4 a 6 semanas a partir da sua formação, conforme o cultivar e época de sementeira. Normalmente, antes ou durante o florescimento, amarelecem e caem (CÂMARA, 1992). A fotossíntese líquida inicia-se na planta de soja a partir do 2º ao 5º dia após a emergência, com a capacidade fotossintética surgindo primeiro nos cotilédones (estádio VC). O desenvolvimento inicial da soja, desde a sementeira até a iniciação da fotossíntese, ocorre igualmente bem no ar natural ou no ar livre de CO_2 . (CURTIS et al., 1969).

Conforme FARIAS (2007), os estádios vegetativo denominados VE apresenta a emergência dos cotilédones, isto é uma plântula recém emergida. Uma planta pode ser considerada emergida quando se encontra com os cotilédones acima da superfícies do solo e os mesmo formam um ângulo de 90, ou maior, com seus respectivos hipocótilos. O estágio vegetativo denominado VC representa o estágio em que os cotilédones se encontram completamente abertos e expandidos. Um a planta é considerada em VC quando as bordas de suas folhas unifolioladas não mais se tocam, a partir do VC, as subdivisões dos estádios

vegetativos são numeradas sequencialmente (V1,V2,V3... Vn, onde n é o número de nós, acima do nó cotiledonar, com folha completamente desenvolvida) conforme a Tabela 2.

A partir do momento em que a planta de soja inicia sua atividade fotossintética líquida, começa a adquirir e a acumular matéria seca em seus distintos órgãos, principalmente na haste principal, ramificações, pecíolos e folhas. A taxa de acúmulo de matéria seca acentua-se a partir da expansão do 4º ou 5º trifólio, intensifica-se durante o período de crescimento vegetativo, mantendo-se elevada até o início da granação, quando acentua-se a translocação da massa seca dos órgãos vegetativos para os reprodutivos. O mesmo desempenho é observado em relação à absorção e acúmulo de nutrientes, evapotranspiração da cultura, intensidade de nodulação radicular e fixação biológica do N₂. Com o desenvolvimento dos sucessivos estádios fenológicos da soja, ocorre o aumento da área foliar da planta, aumentando portanto, a capacidade de interceptação da luz incidente sobre o dossel da cultura. Como existe correlação direta e positiva entre interceptação e absorção da luz e acúmulo de matéria seca da planta, tem-se que, a produção de matéria seca aumenta à medida que a área foliar aumenta. Entretanto existe um limite, determinado pelo índice de área foliar denominado crítico, definido como o índice de área foliar que absorve 95% da radiação solar incidente (BUTTERY, 1970; SHIBLES & WEBER, 1965; SHIBLES et al., 1975).

Em FARIAS (2007), os estádios reprodutivos são denominados pela letra R seguida dos números um até oito e descrevem detalhadamente o período florescimento-maturação. Os estádios reprodutivos abrangem quatro distintas fases do desenvolvimento reprodutivo da planta, ou seja, Florescimento (R1 e R2), desenvolvimento da vagem (R3 e R4), desenvolvimento do grão (R5 e R6) e maturação da planta (R7 e R8) conforme a Tabela 2.

Tabela 2: Descrição dos estádios fenológicos da Soja.

Estádios	Denominação	Descrição
VE	Emergência	Os cotilédones estão acima da superfície do solo
VC	Cotiledonar	As folhas unifolioladas estão suficientemente estendidas, de tal modo que os bordos não se tocam.
V1	Primeiro nó	Folhas unifolioladas completamente desenvolvidas
V2	Segundo nó	Folha trifoliolada completamente desenvolvida, localizada no nó acima dos nós das folhas unifoliolada

V3	Terceiro nó	Três nós sobre a haste principal com folhas completamente desenvolvidas, iniciando-se a contagem dos nós a partir dos nós das folhas unifolioladas
Vn	E-nésimo nó	n número de nó sobre a haste principal com folhas completamente desenvolvidas, iniciando-se a contagem dos nós a partir dos nós das folhas unifolioladas
R1	Início da floração	Uma flor aberta em qualquer nó da haste principal
R2	Floração plena	Flor aberta em um dos dois últimos nós da haste principal com folha completamente desenvolvida
R3	Início da formação das vagem	Vagem com 5 mm de comprimento em um dos quatro últimos nós superiores com folha completamente desenvolvidas, sobre a haste principal
R4	Vagem completamente desenvolvida	Vagem com 20 mm de comprimento em um dos quatro últimos nós superiores com folha completamente desenvolvidas, sobre a haste principal
R5	Início da formação da semente	Semente com 3 mm de comprimento em uma vagem localizada em um dos quatros últimos nós superiores com folha completamente desenvolvidas, sobre a haste principal
R6	Semente completamente desenvolvida	Vagem contendo semente verde preenchendo a cavidade da vagem localizada em um dos quatros últimos nós superiores com folha completamente desenvolvidas, sobre a haste principal
R7	Início da maturação	Vagem normal sobre a haste principal que tenha atingido a cor de vagem madura
R8	Maturação plena	95% de vagem que tenham atingido a cor de vagem madura. Após R8, são necessários de a 10 dias de tempo seco para que a semente de soja apresente menos de 15% de umidade

Fonte: Adaptado de FEHR & CAVINESS, 1977.

1.2.8 SOJA LOUCA II

Nas últimas safras, em diferentes regiões produtoras, especialmente no Mato Grosso, têm sido observadas anomalias em plantas de soja, que estão sendo denominadas de Soja Louca 2. Os seus principais sintomas, na fase vegetativa, são enrugamento e afilamento das folhas e engrossamento das nervuras. Na fase reprodutiva, as vagens podem apresentar lesões necróticas marrons, rachaduras, menor pilosidade, apodrecimento e redução no número de grãos. Nas plantas atingidas há maior abortamento de flores, especialmente na parte superior das plantas, reduzindo a demanda dos grãos por fotoassimilados, o que dificulta a secagem do caule. Alguns desses sintomas são diferentes daqueles da Soja Louca 1, que apresentavam caules verdes em função da infestação de percevejos (BALBINOT JUNIOR, 2011). A perda na produtividade causada pela “Soja Louca II” pode chegar a 50%, principalmente em Santarém e Paragominas (MEYER, 2011)

Segundo MEYER et. al (2010), o distúrbio que faz com que a planta não produza vagens, o que a impede de concluir seu ciclo, as perdas nas áreas afetadas pela soja Louca 2 têm sido caracterizadas pela redução da produtividade em função do elevado índice de abortamento de flores e vagens e do alto percentual de desconto no valor da soja, devido a presença de impurezas, ou seja, pedaços de tecido verde e grãos podres, que propiciam apodrecimento da massa de grãos, após exaustivos estudos da doença, foram descartadas as hipóteses de possíveis causas por ácaros ou vírus. "Ainda não foi confirmada nenhuma das causas abióticas estudadas, tais como desequilíbrio nutricional, efeito de herbicidas e efeito de ambiente", além disso observou ainda que sistemas de cultivo com rigoroso controle de plantas invasoras, em pré e pós semeaduras, têm revelado maiores reduções da incidência de soja louca II.

Sob o ponto de vista agrônomo essa anomalia é bastante preocupante, pois existe redução de produtividade e qualidade de grãos, dificuldade de colheita em virtude de talos verdes e, além disso, alongamento do período em que há folhas verdes de soja, aumentando a sobrevivência de fungos biotróficos, como a ferrugem asiática. Até o momento, esse problema foi observado com maior Intensidade na região central do Brasil. No entanto, há suspeitas de casos semelhantes no norte do Paraná que precisam ser confirmados pela pesquisa. Como ainda não foi identificada a causa, ou as causas da anomalia, não têm-se indicações de técnicas específicas para evitar o problema (BALBINOT JUNIOR, 2011).A

maior ocorrência de relatos da anomalia “Soja Louca II” nas fronteiras agrícolas próximas às regiões amazônicas pode estar relacionada ao clima peculiar destas regiões. As elevadas precipitações durante a estação das águas, muito superior às relatadas nas regiões tradicionais, podem levar a problemas de oxigenação das raízes. Cultivos em SPD, aliados a inadequação de manejo, ausência de rotação de culturas ou cultivos de entressafra que busquem a produção de matéria seca de raiz e parte aérea para a elevação da qualidade do solo, podem levar a limitações físicas do solo, tendo como prejuízo a aeração e/ou drenagem do excedente hídrico (ALVES et al. 2014).

Em estudos realizados por ALVES et al. (2014), avaliaram a relação de propriedades físicas do solo com a ocorrência da anomalia “Soja Louca II”, logo os resultados nos tratamentos em Sistema Plantio Direto (SPD) apresentaram maior densidade do solo, maior microporosidade e menor macroporosidade em relação ao tratamento em Sistema Plantio Convencional SPC. A cultura da soja implantada e conduzida em SPC apresentou menor valor de densidade do solo e menor incidência de “Soja Louca II”. A cultura de soja, conduzida em cultivo mínimo (Pousio), propiciou maior ocorrência de “Soja Louca II” em relação ao SPD e SPC. Há correlação positiva da ocorrência de “Soja Louca II” com a densidade do solo, e negativa com a macroporosidade do solo, evidenciando a necessidade do bom manejo do SPD, para minimizar as perdas ligadas a esta anomalia.

1.3 PROPRIEDADES DO SOLO

De acordo com VEZZANI & MIELNICZUK, (2009) solo é considerado um sistema dinâmico cuja funcionalidade emerge de interações entre componentes físicos, químicos e biológicos. Entretanto, as interações edafoclimáticas predominantes durante o ciclo da cultura aumentam a complexidade do entendimento dos fatores que governam o desempenho das culturas. A acidez do solo pode limitar expressivamente a produtividade de grãos de soja, já que reduz o crescimento de suas raízes. No solo, existem diversas inter-relações entre os atributos físicos, químicos e biológicos que controlam os processos e os aspectos relacionados à sua variação no tempo e no espaço. Assim, qualquer alteração no solo pode alterar diretamente sua estrutura e sua atividade biológica e, conseqüentemente, sua fertilidade, com reflexos nos agroecossistemas (BROOKES, 1995), podendo promover prejuízos à qualidade do solo e à produtividade das culturas.

A qualidade do solo é definida pela sua capacidade em desempenhar funções, dentro dos limites de ecossistemas naturais ou manejados, para sustentar a produtividade das plantas e dos animais, manter ou melhorar a qualidade da água e do ar, e dar suporte à saúde e habitação humanas. A qualidade do solo pode ser medida por meio da quantificação de alguns atributos físicos, químicos e biológicos, que possibilitem o monitoramento de mudanças, a médio e longo prazo, no estado de qualidade desse solo (DORAN, 1994).

A adoção de sistemas conservacionistas de manejo do solo como plantio direto tem-se apresentado como uma alternativa para contribuir com a sustentabilidade econômica e ambiental do agroecossistema (SILVA et al., 2000). A integração agricultura-pecuária em conjunto com o plantio direto merece destaque nesse contexto (KLUTHCOUSKI et al., 2003). A qualidade desses atributos propicia condições adequadas para o crescimento e o desenvolvimento das plantas e para a manutenção da diversidade de organismos que habitam o solo (DORAN & PARKIN, 1994).

O sistema de preparo convencional (SPC) pode promover a deterioração dos solos tropicais quando realizado com teor de umidade inadequado, pois o revolvimento provocado pelas sucessivas mobilizações pode propiciar o rompimento dos agregados, a compactação e a decomposição da matéria orgânica incorporada (ALVES, 2014; SILVA et. al,2011). Com a ausência de cobertura vegetal aumenta a exposição do solo aos impactos diretos das gotas de chuva, facilitando a erosão hídrica e eólica, principalmente quando não se utilizam práticas conservacionistas associadas como o preparo do solo e semeadura em nível ou terraceamento, logo a a manutenção destes resíduos sobre o solo e sua posterior decomposição é uma variável importante na ciclagem de nutrientes e o conhecimento da sua dinâmica é fundamental para a compreensão do processo, podendo resultar em maior eficiência na utilização dos nutrientes pelas culturas subsequentes (FABIAN, 2009).

Segundo SOUZA & MELO (2000), A maior parte dos nutrientes das plantas encontra-se nos resíduos vegetais exercendo função estrutural ou como substância de reserva. Parte do estoque de nutrientes torna-se disponível para as plantas em um intervalo curto de tempo, contribuindo com a elevação da produtividade das culturas subsequentes. A ciclagem biológica dos nutrientes por meio dos resíduos vegetais é um mecanismo que resulta na conservação de nutrientes no sistema agrícola, permitindo a sobrevivência e a produção de grande quantidade de biomassa mesmo em ambientes com solos relativamente

pobres. A utilização de plantas de cobertura associadas à rotação das culturas anuais é uma das alternativas para o manejo sustentável dos solos (DAROLT, 1998).

A decomposição dos resíduos culturais destas plantas favorece a ciclagem de nutrientes, a agregação, o armazenamento da água, manutenção ou incremento dos teores de matéria orgânica do solo quando comparados aos monocultivos anuais, com isso promovem efeitos positivos na fertilidade do solo (BOER et al., 2007).

O estabelecimento da população de plantas de soja deve ser de forma adequada para proporcionar o desenvolvimento de caule, ramos, raízes e área foliar, de modo que produzam maior número de estruturas reprodutivas (PIRES et al., 2000). Além de oferecer as condições favoráveis ao crescimento e desenvolvimento da cultura, a adoção de sistemas de preparo com mínimo revolvimento do solo e o uso de plantas de cobertura, fundamentam a sustentabilidade dos sistemas de produção (CAVALIERI et al., 2006).

O sistema plantio direto e a integração agricultura-pecuária são alternativas de manejo que conciliam a manutenção e até mesmo a elevação da produção, com maior racionalidade dos insumos empregados (SANTOS et al., 2008). Além disso, melhoram as condições físicas do solo devido à maior produção de palha proporcionada pelo consórcio, favorecendo a infiltração de água, permitindo maior exploração do perfil do solo pelas raízes, diminuição do processo erosivo e, conseqüentemente, a manutenção da estabilidade do sistema. CARNEIRO et al., (2009), afirma que são conhecidos, hoje, efeitos isolados de diferentes preparos e plantas de cobertura nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Entretanto, no solo existem diversas interrelações entre esses atributos que controlam os processos e os aspectos relacionados à sua variação no tempo e no espaço, de maneira que qualquer alteração no solo pode alterar diretamente sua estrutura e atividade biológica e, em conseqüência, a fertilidade, com reflexos na sua qualidade e na produtividade das culturas.

1.3.1 SOLUÇÃO DO SOLO

O solo é constituído por 3 fases, a sólida composta pela matéria orgânica e inorgânica, a fase líquida composta pela solução do solo e a fase gasosa composta pelo ar do solo. Os processos físico, químicos e biológicos do solo são altamente dependentes de sua fase líquida aquosa. na ausência de água não há vida e, portanto, não há solo, apenas fragmentos ou resíduos produzidos pelo intemperismo físico de rochas e minerais. O

nutrientes na solução do solo poderão ter suas concentrações diminuídas pela absorção pelas plantas que também podem exsudar nutrientes minerais e compostos orgânicos para a solução, porém a solução do solo pode ter ganhos de nutrientes por meio de aplicação de fertilizantes minerais, orgânicos, fixação livre ou simbiótica do N₂ atmosférico e pelas chuvas, e perdas dos nutrientes da solução solo por meio da erosão, lixiviação e perdas gasosas (NOVAIS & MELLO, 2007).

Segundo MIRANDA et al, (2006), o solo é uma massa porosa, com parte dos espaços vazios normalmente ocupados pela água. Na realidade, não se trata de água pura, mas de uma solução que contém diversos solutos que influem no desenvolvimento das plantas. Mesmo em um ecossistema em estado natural, ocorrem modificações de umidade e temperatura em decorrência de variações climáticas que influenciam os processos físico-químicos e biológicos do solo, modificando algumas características, tais como: umidade do solo, atividade microbiológica, teor e composição da matéria orgânica, complexo argilo húmico, capacidade de troca catiônica e lixiviação de nutrientes.

A água é um componente dinâmico e sensível às trocas ambientais, funcionando como um solvente e como um agente de transporte para outros elementos dentro do solo (RANGER; NYS, 1994). Ela auxilia de forma decisiva na descrição dos processos atuais de formação do solo e no monitoramento de alterações naturais e/ou induzidas, o que nem sempre é possível pela análise da fase sólida. Segundo VEDY & BRUCKERT (1982) a água do solo foi conceituada em dois tipos: a primeira delas é a água livre ou água de drenagem, que envolve o transporte de material em solução e em suspensão durante a drenagem; a segunda é a água adsorvida nas superfícies e presa em pequenos poros, que é a fase aquosa na qual as reações de intemperismo, a dissolução e precipitação de complexos organometálicos e outras reações têm lugar.

A disponibilidade dos íons para as raízes das plantas é controlada por várias reações, a saber: equilíbrio entre ácido e base, complexação iônica, precipitação e dissolução de sólidos, oxidação, redução e trocas iônicas. A cinética dessas reações e a taxa de absorção biológica controlam a concentração do íon na solução de solo (CHAVES et al., 1991). A absorção de elementos químicos pelas raízes das plantas dá-se a partir da solução do solo (RAIJ, 1991). O conhecimento da composição química da solução de solo fornece subsídios importantes para o entendimento das alterações físicas e químicas advindas do uso e manejo e para o monitoramento das várias práticas de melhoramento do solo.

O uso de soluções do solo também gera informações sobre as condições existentes em ecossistemas para o crescimento das plantas (disponibilidade de nutrientes) (SINGER et al., 1978) e para ecossistemas de clima temperado a composição química da solução do solo tem-se mostrado mais sensível aos efeitos das trocas de uso ou de perturbações ambientais do que a fase sólida do solo (RASMUSSEM, 1998). A relevância dessas proposições é consolidada por Pearson (1971) ao afirmar que a composição da solução do solo é a mais apropriada expressão do ambiente do solo governando a resposta das plantas, além disso, considerando a atual preocupação com o meio ambiente, principalmente com a qualidade da água, autores têm enfatizado a participação da solução do solo como meio de transporte de contaminantes orgânicos (geralmente, agroquímicos e derivados de petróleo) e inorgânicos (nitrato e metais pesados) do solo para grandes mananciais de água potável, com efeitos ecotoxicológicos desastrosos (KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 1992).

1.5 HERBICIDAS NA AGRICULTURA

As pesquisas com herbicidas visando ao controle químico de plantas daninhas foram iniciadas entre 1897 e 1900, quando Bonnet (França), Shultz (Alemanha) e Bolley (EUA) evidenciaram ação dos sais de cobre sobre algumas folhas largas. Em 1908, o sulfato ferroso foi avaliado por Bolley, nos Estados Unidos, para controle de folhas largas na cultura do trigo. Somente em 1942, Zimmerman e Hitchcock, nos EUA, descobriram o 2,4-D. Este herbicida é a base de muitos outros produtos sintetizados em laboratório (2,4-DB; 2,4,5-T, etc.) e marcou o início do controle químico de plantas daninhas em escala comercial (ZAMBOLIN, 2014).

O uso do controle químico em plantas daninhas, constitui-se prática indispensável para a agricultura em larga escala, tornando-se indiscutível a utilização de herbicidas no sistema agrícola. No entanto, é fundamental que eles sejam adequadamente aplicados, para que seja preservada a qualidade final dos produtos colhidos, assim como dos recursos naturais que sustentam a produção, especialmente o solo e a água, outro fator relevante é que 60 a 70% do total dos pesticidas aplicados nos campos agrícolas não atingem a superfície alvo de interesse (LAW, 2001) e acabam alcançando direta ou indiretamente o solo, o qual atua como o principal receptor e acumulador desses compostos. (SILVA, 2010). O consumo de herbicida no Brasil representa 7-9% do consumo total do mundo. Este valor, em milhões de

dólares, evoluiu de US\$546,6 em 1990 para mais de US\$2.356,0 em 2008 (ANDEF/SINDAG, 2009). A tendência ainda é de aumento, uma vez que esta tecnologia, quase exclusivamente utilizada por grandes e médios produtores, hoje está se tornando prática comum entre os pequenos. Atualmente estão sendo comercializadas no mercado brasileiro em torno de 459 marcas comerciais de herbicidas (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011).

Pesquisas brasileiras com herbicidas e sua dinâmica nos mais variados solos brasileiros são escassas e de difícil parametrização. A extensa variabilidade de solos e clima no país também dificulta a padronização de comportamento dos compostos no ambiente por isso a compreensão dos processos que governam a dinâmica de herbicidas no solo é estudada com o objetivo de melhorar a eficácia de seu uso e, principalmente, reconhecer os riscos provenientes da sua utilização. (ZAMBOLIN, 2008). Segundo SILVA (2014), o estudo do comportamento de herbicidas no solo e no ambiente visa pelo menos dois objetivos principais: primeiramente, conhecer os fatores do ambiente, além do próprio herbicida, que afetam direta ou indiretamente a eficiência no controle de uma planta daninha; segundo, uma vez que o herbicida é uma substância exógena ao meio, procura-se descobrir as interações do herbicida com os componentes do solo, de modo a minimizar os eventuais efeitos negativos que a sua presença possa causar ao ambiente.

Um dos fatores relevantes é que o solo atua na manutenção dos processos vitais, sendo responsável pelo suporte físico e armazenagem dos nutrientes para as plantas. Promove a retenção e o movimento da água, suportando as cadeias alimentares. É responsável, também, pela ciclagem dos nutrientes, atividade e diversidade microbiana, além da remediação e imobilização de poluentes (GRANATSTAIN BEZDICEK, 1992). No entanto, embora a capacidade de permanência do herbicida e sua degradação no solo sejam processos-chave na determinação do seu efeito na qualidade ambiental (HINZ, 2001), a sua avaliação é de difícil mensuração e repetibilidade. Isso ocorre em razão do solo ser considerado um ambiente heterogêneo sob influência de diversos fatores, onde interagem inúmeros processos

1.5.1 COMPORTAMENTO DE HERBICIDAS EM SOLO

O solo é um sistema aberto e dinâmico no qual os seus constituintes podem, constantemente, movimentar-se ou sofrer transformação física, química e biológica. Como

os herbicidas movem-se, normalmente, a partir da superfície do solo na forma de solução, a compreensão dos fatores que regulam as interações de retenção é essencial para entender o comportamento dessas substâncias no solo. Sabe-se que as moléculas dos herbicidas, quando em contato com o solo, estão sujeitas aos processos de movimento, retenção, transporte e transformação, o que resulta na dissipação destas. Entretanto, o processo de retenção constitui-se num dos processos mais importantes para prever a movimentação dos herbicidas no solo e sua taxa de degradação (física, química e biológica), assim como, conhecer qual a eficiência quando estes forem aplicados para o controle de plantas daninhas (SILVA, 2014).

Ao atingirem o solo, inicia-se o processo de redistribuição e degradação dos herbicidas aplicados, o qual pode ser extremamente curto, como o que ocorre para algumas moléculas simples e não-persistentes, ou perdurar por meses ou anos para compostos altamente persistentes. O seu tempo de permanência no ambiente depende, entre outros fatores, da capacidade de sorção do solo, da dinâmica do fluxo hídrico e do transporte de solutos, além da sua taxa de degradação, a qual está relacionada à atividade microbiológica, biodisponibilidade e recalcitrância do herbicida (SILVA,2010).

A **retenção** refere-se à habilidade do solo de reter um pesticida ou outra molécula orgânica, evitando que ela se mova tanto dentro como para fora da matriz do solo. Entretanto, o processo de retenção, por sua vez, pode ser entendido como um processo geral de sorção de herbicidas no solo, que engloba mecanismos específicos de dissipação dos herbicidas: absorção, precipitação e adsorção. A distinção entre **adsorção** verdadeira (na qual camadas moleculares se formam na superfície de uma partícula de solo), **precipitação** (formação e separação de superfícies sólidas, assim como, ligações covalentes com a superfície da partícula de solo) e **absorção** dos herbicidas pelas plantas e organismos é difícil. Na prática, a adsorção é usualmente determinada apenas através do desaparecimento da substância química da solução do solo; em razão disso, o termo adsorção é normalmente substituído por outro mais geral, denominado de **sorção** (KOSKINENE & HARPER, 1990).

1.5.2 COMPORTAMENTO DE HERBICIDAS EM PLANTA

A atividade biológica de um herbicida na planta é função da absorção, da translocação, do metabolismo e da sensibilidade da planta a este herbicida e, ou, a seus metabólitos. Por isso, o simples fato de um herbicida atingir as folhas da planta e, ou, ser

aplicado no solo onde se desenvolve esta planta não é suficiente para que ele exerça a sua ação. Há necessidade de que ele penetre na planta, transloque e atinja a organela onde irá atuar. A atrazina, por exemplo, quando aplicada ao solo, penetra pelas raízes, transloca até as folhas e, aí, atinge e penetra nos cloroplastos, onde atua, destruindo-os. Por outro lado, o 2,4-DB precisa ser absorvido, translocado e, ainda, metabolizado para exercer sua ação herbicida. Os herbicidas podem penetrar nas plantas através das suas estruturas aéreas (folhas, caules, flores e frutos) e subterrâneas (raízes, rizomas, estolões, tubérculos, etc.), de estruturas jovens como radículas e caulículo e, também, pelas sementes. A principal via de penetração dos herbicidas na planta é função de uma série de fatores intrínsecos e extrínsecos (ambientais) (SILVA,2010) .

Quando os herbicidas são aplicados diretamente na parte aérea da planta (pós-emergência), as folhas são a principal via de penetração. Por sua vez, as raízes, as estruturas jovens das plântulas (radícula e caulículo) e as sementes são as vias de penetração mais importantes para os herbicidas aplicados e, ou, incorporados ao solo. O caule (casca) de árvores ou arbustos pode também ser uma via de penetração de herbicidas, principalmente quando se deseja controlar apenas algumas plantas, dentro de uma população mista, ou quando, em um reflorestamento, se deseja que as cepas das árvores não rebrotem após a derrubada. A absorção de herbicidas pelas raízes ou pelas folhas é influenciada pela disponibilidade dos produtos nos locais de absorção e com fatores ambientais (temperatura, luz, umidade relativa do ar e umidade do solo), que influenciam também a translocação destes até o sítio de ação. (ZAMBOLIN, 2008).

A absorção foliar de um herbicida requer que o produto seja depositado sobre a folha e permaneça ali por um período de tempo suficiente, até ser absorvido. A interceptação da gota pulverizada é função do método de aplicação e da distância entre o alvo e o bico do pulverizador, que serão discutidos no item referente à tecnologia de aplicação. Além disso, também, a morfologia da planta e as condições ambientais exercem grande influência.

A morfologia da planta influencia a quantidade de herbicida interceptada e retida. Dentre os aspectos relacionados com a morfologia da planta destacam-se o estágio de desenvolvimento (idade da planta), a forma e a área do limbo foliar, o ângulo ou a orientação das folhas em relação ao jato de pulverização e as estruturas especializadas, como tricomas (pêlos). Também o número e a abertura dos estômatos exercem pequena influência sobre a penetração dos herbicidas (SILVA, 2014; SILVA, 2005).

A absorção de herbicidas pode ocorrer pelo caule das plantas jovens (durante emergência) e das adultas. Nas plantas jovens, é um sítio de entrada importante para muitos herbicidas aplicados ao solo que são ativos em sementes e durante a germinação e na emergência das plântulas. O caule da plântula durante a emergência tem uma cutícula muito pouco desenvolvida, desprovida da camada de cera, tornando-a mais permeável aos herbicidas, sendo esta uma rota de entrada de herbicidas em muitas espécies de gramíneas (SILVA, 2014; STERLING,1994).

Muitos herbicidas aplicados ao solo são absorvidos pelas raízes. A entrada dos herbicidas pelas raízes não é tão limitada quanto pelas folhas, uma vez que nenhuma camada significativa de cera ou cutícula está presente nas partes das raízes onde a maior parte de absorção de herbicidas ocorre (FIRMINO, 2001; SILVA, 2014). A rota mais importante de entrada é a passagem do herbicida junto com a água através dos pêlos radiculares existentes nas extremidades das raízes. Os pelos radiculares são responsáveis por aumento significativo da área disponível para a absorção de água e de herbicidas (DOMINGOS,2001; COHEN et al. 1984). A disponibilidade dos herbicidas para as raízes é função das propriedades físico-químicas dos herbicidas e do solo e da distribuição espacial destes compostos e das raízes no solo. Os herbicidas têm que entrar em contato com a raiz, o que pode ocorrer pelo crescimento desta ou pela difusão do herbicida no estado gasoso e, ou, em solução com a água, até a zona de absorção das raízes. Muitos herbicidas com estruturas moleculares, tamanhos e solubilidades diferentes são prontamente absorvidos pelas raízes (BLANCO, 1997; BLUMHORST, 1996; CAMPANHOLA 1982).

1.5.3 GLIFOSATO

O glifosato [n-(fosfonometil) glicina] é um herbicida um herbicida amplamente utilizado no Brasil como dessecantes em cultivos sob plantio direto, nas entre linhas de plantio de culturas e na eliminação de plantas daninha em ambientes aquáticos (OLIVO et. al 2015 &). De ação sistêmica, não seletivo, absorvido pelas folhas e translocado via floema até a raiz. Apresenta rápida adsorção aos colóides do solo, com uma atividade residual insignificante na maioria dos solos, porém varia bastante com o tipo de solo (PRATA et. al., 2000) .

Segundo WARDLE & PARKINSON (1990), diferentes trabalhos têm sido apresentados com resultados que afirmam que após a morte das plantas alvo, existe o efeito

residual da exudação das raízes, destas que promove a intoxicação dos cafeeiros, comprometendo o seu desenvolvimento nos anos posteriores. Uma das mais importantes características do glifosato é sua rápida translocação das folhas da planta tratada para as raízes, rizomas e meristemas apicais. Esta propriedade sistêmica resulta na destruição total de plantas invasoras perenes, difíceis de matar, tais como rizomas de *Sorghum halepense*, *Agropyron repens*, *Cirsium arvense*, *Cyperus* spp., *Cinodon dactylon*, *Imperata cilindrica* e mesmo *Pueraria lobata* (FRANZ, 1985; GRUYS e SIKORSKI, 1999).

Quando o glifosato é aplicado sobre as plantas, ocorre inicialmente uma rápida penetração, seguida por uma longa fase de lenta penetração, sendo que a duração dessas fases depende de numerosos fatores, incluindo espécie, idade, condições ambientais e concentração do glifosato e surfatante. Sua ação na planta ocorre pela inibição da atividade da enzima enopiruvil-chiquimato-3fosfato sintase, que participa da rota do ácido chiquímico, nas plantas. (FOLONI et. al, 2005 & MALTY et. al 2006)

O glifosato é móvel no floema e é rapidamente translocado por todas as partes da planta, mas tende a se acumular nas regiões meristemáticas. Foi sugerido que as cargas negativas da parede celular e do plasmalema repelem o glifosato, fortemente aniônico. Essa falta de uma forte ligação pode contribuir para o movimento do glifosato no apoplasto, ou seja, ele apresenta movimentação tanto simplástica como apoplástica. (YAMADA & CASTRO, 2007).

Os sintomas comuns observados após a aplicação de glifosato são clorose foliar seguida de necrose. Outros sintomas foliares são: enrugamento ou malformações (especialmente nas áreas de rebrotamento) e necrose de meristema e também de rizomas e estolões de plantas perenes. Em contraste com muitos herbicidas de contato, os sintomas fitotóxicos de danos pelo glifosato geralmente desenvolvem-se lentamente, com a morte ocorrendo após vários dias e mesmo semanas (YAMADA & CASTRO, 2007).

Segundo FUNGHETO et al (2004), a soja RR contém um gene (*cp-4 epsps*) originário da bactéria de solo *Agrobacterium sp* que codifica a enzima CP4-EPSPS naturalmente tolerante à ação do glifosato. Na soja RR, quando o glifosato é aplicado sobre a superfície das plantas, estas não são afetadas devido à ação contínua da enzima CP4-EPSPS que supre as necessidades da planta em aminoácidos aromáticos, tornando-a tolerante ao herbicida. Sintomas de injúria após o tratamento ou aplicação de glifosato são geralmente mostrados lentamente nas plantas. A clorose é seguida por necrose e a eventual morte da

planta pode levar até mais de duas semanas. O sintoma ocorre principalmente como resultado de carência por aminoácidos, proteínas e produtos vegetais secundários.

A extensão pela qual o glifosato é absorvido pelas plantas é geralmente dependente de fatores tais como a espécie vegetal, idade da planta, propriedades cuticulares da superfície foliar, condições ambientais, a concentração usada do glifosato, os adjuvantes usados e o método de aplicação (GOMES et. al., 2014).

O cultivo intensivo de soja GMRR com o gene da enzima EPSPS, que confere resistência ao glifosato, incorporou nova sistemática de manejo de plantas daninhas, possibilitando uma ou mais aplicações de um herbicida que até então não vinha sendo utilizado na pós-emergência. O uso intensivo de produtos químicos, em sua maioria xenobióticos, tem provocado a formação e deposição de grandes quantidades de resíduos. Dentre esses produtos, podem-se citar os herbicidas que estão entre os produtos mais comercializados no mundo devido à necessidade de controle das ervas daninhas. O glifosato, pesticida da classe dos herbicidas, apresenta elevada eficiência na eliminação de ervas daninhas, sendo um produto não-seletivo, sistêmico e pós-emergente, cuja venda contabiliza o total de US\$ 1,2 bilhão/ano (AMARANTE e SANTOS, 2002).

Os mecanismos que levam à morte das plantas podem também estar relacionado aos efeitos secundários ou indiretos do glifosato na fisiologia da planta uma vez que plantas podem metabolizar Glifosato em ácido aminometilfosfônico (AMPA) ou ser exposto a AMPA a partir de matrizes ambientais diferentes e sua co-ocorrência com glifosato pode modificar os a fisiologia das plantas (GOMES et. al., 2014) e plantas de GR também podem ter sus processos fisiológicos afetada pelo glifosato, embora, em menor medida comparado plantas sensíveis ao glifosato (ZOBIOLO et. al. 2012).

Estudos de campo, estufa e laboratoriais relatam diferentes efeitos causados glifosato na planta dentre eles, a diminuição taxa fotossintética em plantas após exposição ao glifosato (YANNICCARI et al., 2012 & ZOBIOLE et al., 2012), à diminuição teor de clorofila em plantas após aplicação de glifosato devido à degradação ou inibição da biossíntese de clorofila (MATEOS-NARANJO et al., 2009; HUANG Et al., 2012). O glifosato e a AMPA também afetam a fotossíntese modificando Metabolismo C em plantas, uma vez que, a troca líquida de Carbono e a condutância estomática diminuiu após a aplicação foliar (MATEOS-NARANJO et al., 2009; DING et al., 2011;). O glifosato pode influenciar o metabolismo de

N através de efeitos diretos na simbiose entre o rizóbio e a planta ou indiretamente afetando a fisiologia das plantas hospedeiras (ZOBIOLE et al., 2010)

Os efeitos adversos decorrentes da introdução do glifosato no meio ambiente podem ser sentidos pela comunidade biótica, ocasionando desequilíbrios bioquímicos como na decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes. Os microrganismos, principalmente bactérias e fungos, têm sido descritos como os principais degradadores de matéria orgânica presente no solo e na água. A introdução de compostos químicos nesses ambientes acaba servindo como fonte de nutrientes, principalmente de carbono, nitrogênio e fósforo (ARAUJO et. al. 2003 & MONTEIRO, 2001).

A adsorção do glifosato no solo pode ocorrer devido à presença de matéria orgânica, óxidos de ferro e alumínio e, também, devido às argilas que compõem o solo. Uma vez adsorvido, o glifosato pode persistir durante anos no solo. O glifosato apresenta elevada capacidade de adsorção, com coeficiente de partição entre o carbono orgânico do solo e a água de 21699 mL g⁻¹, variando entre 884 mL g⁻¹, em solo arenoso, e 60000 mL g⁻¹, em solo argilo-siltoso. A mobilidade de um herbicida depende da capacidade de adsorção do solo. (QUEIROZ et al., 2011)

Solo com elevada capacidade de adsorção torna os herbicidas pouco móveis e, como consequência, a permanência dos herbicidas no ambiente pode se tornar elevada. A permanência dos herbicidas também é influenciada pelos processos de degradação física, química ou biológica da substância. A presença do herbicida glifosato tem sido detectada em águas superficiais 60 dias após a aplicação do produto, indicando que essa substância é capaz de persistir no ambiente por determinado período de tempo (ARAUJO et. al. 2003 & PRATA et. al., 2000).

Além disso o uso intensivo de herbicidas esta tornando-se cada vez mais uma questão de preocupação ambiental, devido aos efeitos adversos desses produtos químicos em microorganismos do solo, uma vez que, a degradação microbiana é considerada o mais importante dos processos de transformação que determinam a persistência de herbicidas no solo. A presença de glifosato no solo pode causar alterações na população microbiana e na atividade de um solo e a sua mineralização está relacionada tanto com a atividade como a biomassa dos microrganismos do solo, e como resultado a degradação microbiana do glifosato produz o principal metabolito o ácido aminometilfosfônico (AMPA) e afeta a disponibilidade de nutrientes envolvidos na resistência de doenças fisiológicas (ARAUJO et. al. 2003; JOHAL & HUBER 2009)

2 OBJETIVO GERAL

Caracterizar os atributos físicos e químicos de solos em lavouras de soja com ocorrência da Soja Louca II.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Avaliar os teores e variância dos atributos físicos e químicos de solos com ocorrência da Soja Louca II

2. Verificar o conteúdo e variância de Glifosato e seus sub produtos em áreas de ocorrência de "Soja louca II".

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA FITOSANITÁRIA – ANDEF. **Dados estatísticos**, 2008. Disponível em: <www.andef.gov.br>. Acesso em: 2 set. 2009

ANDERSON, L. O.; ROJAS, E. H. M.; SHIMABUKURO, Y. E. **Avanço da soja sobre os ecossistemas cerrado e floresta no Estado do Mato Grosso**. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11, 2003, São Jose dos Campos. Anais**. São José dos Campos: INPE, 2003. p.19-25.

ALENCAR, A.; NEPSTAD, D.; MCGRATH, D.; MOUTINHO, P.; PACHECO, P.; VERA DIAZ MC, SOARES FILHO, B. **Desmatamento na Amazônia indo além de uma emergência crônica**. Belém, PA: IPAM, 2004.

ALVES, L. W. R.; SILVA, S. R.; CASTRO, G. S. A. **Avaliação das propriedades físicas do solo e ocorrência da anomalia “Soja louca II” em sistemas de produção agrícola na Amazônia**. – Macapá: Embrapa Amapá; Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014.

AMARANTE, O.P.; SANTOS, T.C. **Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação**. Química Nova, v. 25, n. 4, p. 589-593, 2002.

ARAUJO, A.S.F.; MONTEIRO, R.T.R.; ABARKELI, R.B. **Effect of glyphosate on the microbial activity of two Brazilian soils**. Chemosphere 52, 799–804. 2003.

BALBINOT JUNIOR, A. A. **Soja louca 2**. Correio do Norte, Canoinhas, 11 fev. 2011. Rural, p.14. Disponível em <https://www.embrapa.br/buscadenoticias/noticia/3437451/pesquisaidentificaprovavelcausadasojalouca2>, acesso em 20/11/2015.

BARROS, H.B.; PELÚZIO, J.M.; SANTOS, M.M.; BRITO, E.L.; ALMEIDA, R.D. **Efeito da época de semeadura no comportamento de cultivares de soja, no sul do estado do Tocantins**. Revista Ceres, v. 50, p. 565-572, 2003.

BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T. Luz, umidade e temperatura. In: SEDIYAMA, T. (Org.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. 1. ed. Londrina, PR: Mecenas, 2009, v. 1. 314 p.

BENINCASA, Margarida M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 364p.

BLANCO, F.M.; BLANCO, H.G.; MACHADO, T.R. **Persistência e lixiviação do herbicida simazina em solo barrento cultivado com milho**. Planta Daninha, v.15, n.2, p.130-140, 1997

BLUMHORST, M.R. **Environmental Parameters used to study pesticides degradation in soil.** Weed Technology, v.10, p.169-173, 1996.

BOER, C.A.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F.R. **Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.42, n.9, p.1269-1276, 2007.

BORKERT, C. M.; YORINORI, J. T.; FERREIRA, B. S. C.; ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; SFREDO, J. G. **Seja o doutor da sua soja.** Informações Agronômicas - nº 66 - junho/94.

BROOKES, P.C. **The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals.** Biol. Fert. Soils, 19:269-279, 1995.

BUTTERY, B. R. Effects of variation in leaf area index on growth of maize and soybeans. **Crop Science**, n. 10, p. 9-13, 1970

CÂMARA, G.M.S. **Fenologia da soja.** Informações Agronômicas, v. 82, p, 1-16 1998.

CÂMARA, G.M.S. (Ed.). **Soja: tecnologia de produção II.** Piracicaba, SP, 2000. 450p.

CÂMARA, G.M.S Adubação. In: SILVA, F; BORÉM, A; SEDIYAMA, T. **Soja: do plantio à colheita.** Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015. cap. 5, p.110-148.

CÂMARA, G.M.S.; BERNADES, M.S.; OLIVEIRA, T.P.; NAVARRO, B.L.; BRIGLIADORI, L.D. **Crescimento e produtividade de soja em tres arranjos espaciais.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6.2012, Cuiabá, MT. Resumos. 2012 p. 156.

CÂMARA, G. M. S. **Ecofisiologia da cultura da soja.** In: CÂMARA, G. M. S.; MARCOS FILHO, J.; OLIVEIRA, E. A. M. (Org.) SIMPÓSIO SOBRE CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA. Piracicaba-SP, 1991. **Anais.** Piracicaba-SP: CÂMARA, G.M.S.; MARCOS FILHO, J.; OLIVEIRA, E.A.M. (Ed.), 1992. P. 129-142

CAMPOS, M.C. **A expansão da soja no território nacional: o papel da demanda internacional e da demanda nacional.** Revista Geografares, n. 8, 2010.

CAMPANHOLA, C.; BROMILOW, R.H.; LORD, K.A.; RUEGG, E.F. **Comportamento de metribuzin e trifluralina no solo e sua absorção por soja.** Pesq. Agropec. Bras., v.17, n.4, p.565-571, 1982.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D. DE; REIS, E. F. DOS; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. DE. **Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de Cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.33, p.147-157, 2009

CASELEY, J.C.; COUPLAND, D. **Environmental and plant factors affecting Glyphosate uptake, movement, and activity**. In: The Herbicide Glyphosate. Grossbard, E., Atkinson, D., Eds., Butterworths, London. p. 92-123, 1985

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A.; PERES, L. E. P. **Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 2005. 650p.

CAVALIERI, K. M. V.; TORMENA, C. A.; VIDIGAL FILHO, P. S.; GONÇALVES, A. C. A.; COSTA, A. C. S. **Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho Distrófico**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.30, p.137-147, 2006.

COELHO, A. M.; WAQUIL, J. M.; KARAN, D.; CASELA, C. R.; RIBAS, P.M. **Seja o doutor do seu sorgo. Potafos**, Piracicaba, Brasil, 2002.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento: SAFRA -Series Históricas** . Disponível em <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos>. Acessado em 01/09/2015.

CHAVES, C.D.; PAVAN, M.A. & MIYAZAWA, M. **Especiação química da solução do solo para interpretação da absorção de cálcio e alumínio por raízes de caféiro**. Pesq. Agropec. Bras., 26:447-453, 1991.

CHIEN, S.H.; MENON, R.G. **Factors affecting the agronomic effectiveness of phosphate rock for direct application**. Fertilizer Research, v.41, p.227-234, 1995.

COHEN, S.; CREEGER, S.; CARSEL, R.; ENFIELD, C. **Potential for pesticide contamination of ground water resulting from agricultural uses**. In: KRUEGER, R.F.; SEIBER, J.N. (Eds.). Treatment and disposal of wastes. Am. Chem. Symp. Series, 1984, p.297-325.

CROSS, A.F.; SCHLESINGER, W.H. **A literature review and evaluation of the Hedley fractionation: Applications to the biogeochemical cycle of soil phosphorus in natural ecosystems**. Geoderma, v.64, p.197-214, 1995.

CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E. **Consórcio de milho com braquiária: produção de forragem e palhada para o plantio direto**. Revista Plantio Direto, Passo Fundo, ano 16, n. 100, p. 10-14, jul./ago. 2007.

CURTIS, P. E.; OGREN, W. L.; HAGEMAN, R. H. **Varietal effects in soybean photosynthesis and photorespiration**. Crop Science, v. 9, n. 3, p. 323-327, 1969

DALLMANN, C. M.; SCHENEIDER, L.; BOHM, G. M. B.; KUHN, C. R. **Impacto da Aplicação de Glifosato na Microbiota do Solo Cultivado com Soja Geneticamente Modificada**. Revista Thema, 2010.

D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; SIQUEIRA, J.O. & CARNEIRO, M.A.C. **Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de**

manejo na região do Cerrado no sul do Estado de Goiás. R. Bras. Ci. Solo, 26:913-923, 2002

DAROLT, M.R. **Princípios para manutenção e implantação do sistema.** In: DAROLT, M.R. **Plantio direto: pequena propriedade sustentável.** Londrina: IAPAR, 1998. p. 16– 45 (circular 101).

DING, W.; REDDY, K.N.; ZABLOTOWICZ, R.M.; BELLALOU, N.; ARNOLD BRUNS, H. **Physiological responses of glyphosate-resistant and glyphosatesensitive soybean to aminomethylphosphonic acid, a metabolite of glyphosate.** Chemosphere 83, 593–598. 2011.

DOMINGOS, M.; SILVA, A. A.; SILVA, R. F.; SILVA, J. F. **Efeito de dessecantes, épocas de colheita, do enleiramento e da chuva simulada no rendimento e qualidade fisiológica das sementes de feijão.** Revista Ceres, v. 48, n. 277 p. 365-380, 2001

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. **Defining and assessing soil quality.** In: SYMPOSIUM DEFINING SOIL QUALITY FOR A SUSTAINABLE ENVIRONMENT, 1992, Minneapolis, USA. Proceedings... Madison: SSSA, 1994. cap.1, p. 3-21. (SSSA. Special Publication, 35).

EMBRAPA, **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa-soja.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>, acesso em 01/09/2015.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja região central do Brasil 2011.** [S.l.]; Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa agropecuária oeste, 2010.255 p.

FABIAN, Adelar José **Plantas de cobertura: efeito nos atributos do solo e na produtividade de milho e soja em rotação /** Adelar José Fabian. – Jaboticabal, 2009 xiv, 83 f. 28 cm Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009

FARIAS, J. R B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja.** Embrapa soja. Circular Técnica 48.Londrina, PR, setembro, 2007.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development.** Iowa, Ames: Iowa State University os Science and Technology, 1977. 12 p. (Special Report, 80).

FIRMINO, L. E. **Sorção e movimento do imazapyr em três solos.** 2001. 72 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2001.

FUNGHETO,C.I.; TILLMANN, M.A.A.; VILLELA, F. A.; DODE, L. B. **Detecção de sementes de soja geneticamente modificada tolerante ao herbicida glifosato.** Revista Brasileira de Sementes, Pelotas, v.26, n. 1, p.130-138, 2004-10-18.

FOLONI, L. L.; RODRIGUES, D.; FERREIRA, F.; MIRANDA, R.; ONO, E. O. **Aplicação de glifosatos em Pos- emergência, em soja transgênica cultivada no cerrado.** Revista Brasileira de Herbicidas, Passo Fundo- RS, nº. 3, p.47-58, 2005.

GASPAR, A. B. S. **Diagnóstico do uso correto e seguro de Produtos Fitossanitários por produtores agrícolas no município de Santarém -PA.** - Monografia de Pós-Graduação *latu sensu* em Proteção de Plantas. Viçosa-MG, 2015.

GRANATSTAIN, D.; BEZDICEK, D.F. **The need for a soil quality index: local and regional perspective.** Am. J. Alterna. Agric., v,7, p.12-16, 1992.

GRANT, C.A.; FLATEN, D.N.; TOMASIEWICZ, D.J.; SHEPPARD, S. C. **A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta.** Potafos - Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. **Informações Agrônomicas**, 95: 1-5, 2001.

GOMES, M.P.; SMEDBOL, E.; CHALIFOUR, A.; HÉNAULT-ETHIER, L.; LABRECQUE, M.; LEPAGE, L.; LUCOTTE, M.; JUNEAU, P. **Alteration of plant physiology by glyphosate and its by-product aminomethylphosphonic acid: an overview.** Journal of Experimental Botany. **2014.**

HARGER, N.; BRITO, O. R.; RALISCH, R.; ORTIZ, F. R.; WATANABE, T. S. **Avaliação de fontes e doses de fósforo no crescimento inicial do milho.** **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 1, p. 39-44, 2007.

HINZ, C. **Description of sorption data with isotherm equations.** Geoderma, v.99, p.225-243, 2001.

HUNGRIA, M.; CAMPOS, R.J.; MENDES, I.C. **Fixação biológica de nitrogênio na cultura da soja.** Londrina, PR: Embrapa Soja, 2001. 48 p. (Embrapa soja, Circular Técnico, 35; Embrapa Cerrados; Circular Técnico, 13). 2001.

HUANG, J.; SILVA, E. N.; SHEN, Z.; JIANG, B.; LU, H. **Effects of glyphosate on photosynthesis, chlorophyll fluorescence and physicochemical properties of cogongrass (*Imperata cylindrical* L.).** Plant Omics Journal 5, 177–183. 2012.

IGREJA, A. C. M.; PACKER, M. F. E ROCHA, M. B. **A evolução da soja no Estado de Goiás e seu impacto na composição agrícola.** São Paulo: Instituto de Economia Agrícola, 1988. 20p.

JOHAL, G.S.; HUBER, D.M. **Glyphosate effects on diseases of plants.** Europ. J. Agronomy . v31. p.144–152. 2009.

JUNK, W.J., 1989. **Flood tolerance and tree distribution in Central Amazonian floodplains.** In: NIELSEN, L.B., NIELSEN, I.C., BALSLEV. H. (Eds.), Tropical Forests: Botanical Dynamics, Speciation and Diversity. Academic Press, London, p. 47-64.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. 2.ed. Boca Raton: CRC, 1992. 365p

KLIEMANN, H. J.; COSTA, A. de V.; SILVA, F. C. da. **Resposta à calagem e fosfatagem por três cultivos de soja em três solos no estado de Goiás**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCS, 1997.

KOSKINEN, W.C.; HARPER, S.S. The retention process: mechanisms. In: Cheng, H.H. (Ed.). **Pesticides in the soil environment: processes, impacts and modelling**. Madison: Soil Science Society of America, 1990. p.51-57. (Book Series, 2)

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 2003. 570p.

LANTAMANN, A.F.; CASTRO, C. **Resposta da soja a adubação Fosfatada** In: In: YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S. **Anais do Simpósio sobre Fósforo na Agricultura Brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 2004. 726p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, SP: Rima. 531p., 2006.

LAW, S.E. Agricultural electrostatic spray application: a review of significant research and development during de 20th century. **Journal of electrostatics**, v.51/52, p.25-42, 2001.

LOPES, N. F.; LIMA, M. G. S.. **Fisiologia da Produção**.-Viçosa, MG: Ed..UFV, 2015.

MAGALHÃES, A. B.; VILLAS-BOAS, P. R.; BRIGANTI, R.; RANULFI, A. C.; CAMPOS, L. J. M.; MEYER, M. C.; HIROSE, E.; NETO, L. M.; MILORI, D. M. B. P. **Distinção nutricional entre folhas de soja sadias e com sintoma de soja louca ii utilizando a técnica espectroscopia de emissão óptica com plasma induzido por laser**. SIAGRO - Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária , p263-269, 2014.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006.

MALTY, J. S.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. **Efeito do glifosato sobre microrgânicos simbiotróficos de soja, em meio de cultura e casa de vegetação**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.41, n.2, p.285-291, 2006.

MARCOS FILHO, J. **Produção de sementes de soja**. Campinas, SP. Fundação CARGILL. 86 p. 1986.

MATEOS-NARANJO, E.; REDONDO-GÓMEZ, S.; COX, L.; CORNEJO, J.; FIGUEROA, M. E. **Effectiveness of glyphosate and imazamox on the control of the invasive cordgrass *Spartina densiflora***. Ecotoxicology and Environmental Safety 72, 1694–1700. 2009.

MEYER, M. C.; ALMEIDA, A. M. R.; GAZZIERO, D. L. P.; LIMA, D. **Soja louca II: Um problema de causa desconhecida**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa-Soja. Folder nº 07, 2010.

MEYER, M. C. **Soja louca II pode estar ligada a plantas daninhas**. Portal Dia de Campo, 08 fev. 2011. Entrevista concedida a Juliana Royo. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=23642&secao=Pacotes%20Tecnol%F3gicos>>. Acesso em: 06 de ago. 2012.

MIKAMI, E.E.; PINTRO, J.C.; TORMENA, C.A.; COSTA, A.C.S. da; SENGIK, E. **Influência da aplicação de cálcio, de magnésio e de potássio no solo sobre a produção de goiaba (*Psidium guajava* L.) cv. Paluma**. Revista Acta Scientiarum, v. 22, n. 4, p. 1075-1081, 2000.

MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. (Ed.). **A soja no Brasil**. 1º ed. Instituto de Tecnologias de Alimentos, 1982. 1062 p.

MONTEIRO, R.T.R. **Biodegradação de pesticidas em solos brasileiros**. In: VARGAS, M.C.; MARTINS, J.T. Biodegradação. Piracicaba: EMBRAPA Meio Ambiente, 2001

MUELLER, C. C.; BUSTAMANTE, M. **Análise da expansão agrícola no Brasil**. www.worldbank.org/rfpp/news/debates/mueller.pdf. 10 Jan. 2015.

NAKAGAWA, J.; MACHADO, J.R.; ROSOLEM, C.A. **Efeito da densidade de plantas e da época de semeadura na produção e qualidade de sementes de soja**. Revista Brasileira de Sementes, v. 8, p. 99-112, 1986.

NATALE, W. **Calagem, adubação e nutrição da cultura da goiabeira**, 2009. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV/ Unesp, campus Jaboticabal.

NATALE, W.; ROZANE, D. E.; PARENT, L. E.; PARENT, S. E. Acidez do solo com calagem em pomares de frutíferas tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1294- 1306, 2012.

NOGUEIRA, A.P.O.; SEDIYAMA, T.; OLIVEIRA, R.C.T.; DESTRO, D. **Estádio de desenvolvimento**. in: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção de semente da soja**. Londrina, PR: Mecenias, 2013. p.15-44.

NOVAIS, R. F.; MELLO, J. W. V. **RELAÇÃO SOLO- PLANTA**. in: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, N. F. B.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade dos solo**. Viçosa, MG; Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2007. 1017p.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa: UFV, 1999. 399p.

NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. do. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 34, n. 1, p. 21-34, 2004.

OLIVO, V.E.; TANSINI, A.; CARASEK, F.; CORDENUZZI, D.; FERNANDES, S.; MARCIO ANTÔNIO FIORI, M. A.; FRAGOSO, A.; MAGRO, J. D. **Rapid method for determination of glyphosate in groundwater using high performance liquid chromatography and solid-phase extraction after derivatization** *Rev. Ambient. Água* vol. 10 n. 2 Taubaté – Apr. / Jun. 2015

PEARSON, R. W. **Introduction to symposium — The soil solution**. Soil Science Society of America Journal, Madison, USA, v. 35, p. 417-420, 1971.

PIPER, C.V.; Morse, W. J. **The soybean**. New York: Mcgraw Hill Book Company, Inc., 1923. 310p.

PIRES, J. L. F.; COSTA, J. A., THOMAAS, A. L.; MAEHLER, A. R. **Efeito de populações e espaçamentos sobre o potencial de rendimento da soja durante a ontogenia**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.35, p.1541-1547, 2000.

POPP, M.O.; KEISLING, T.C.; MCNEW, R. W.; OLIVER, L.R.; DILLON, C.R.; WALLACE, D.M. **Planting date, cultivar, and tillage system effects on dryland soybean production**. Agronomy Journal, v.94, p. 81-88, 2002.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985, 289p.

PRATA, F.; LAVORENTI, A.; REGITANO, J. B.; TORNISELO, V. L.; **Influência da matéria orgânica na sorção e desorção do glifosato em solos com diferentes atributos mineralógicos**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 24: 947-951, 2000.

PROCHNOW, L. I. et al. **Characterization and agronomic evaluation of single superphosphates varying in iron phosphate impurities**. Agronomy Journal, Madison, v.95, p. 293-302, 2003.

QUEIROZ, G. M. P.; SILVA, M. R.; BIANCO, R. J. F. **Transporte de glifosato pelo escoamento superficial e por lixiviação em um solo agrícola**. *Quim. Nova*, Vol. 34, No. 2, 190-195, 2011.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba:Potafos, 1991. 343 p.
RAIJ, B. van. **Fósforo no solo e interação com outros elementos**. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S. Anais do Simpósio sobre Fósforo na Agricultura Brasileira. Piracicaba: POTAFOS, 2004. 726p.

RANGER, J.; NYS, C. **The effect of spruce (*Picea abies* Karst.) on soil development: an analytical and experimental approach.** European Journal of Soil Science, Oxford, UK, v. 45, 193-204, 1994.

RASMUSSEM, L. **Effects of afforestations and deforestations on deposition, cycling, and leaching of elements.** Agriculture Ecosystems Environment, Amsterdam, NL, v. 67, p. 153-159, 1998.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas.** 6.ed. Londrina, PR: UEL, 2011. 697 p.

ROSOLÉM, C. A.; MARCELLO, C. S. Crescimento radicular e nutrição mineral da soja em função da calagem e adubação fosfatada. **Scientiae Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 3, p. 448-455, 1998.

ROSOLÉM, C. A. **Nutrição mineral e adubação de soja.** Piracicaba: Instituto Potassa e Fosfato, 1982. 80 p. (Boletim técnico, 6).

SANTOS, D. R.; GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J. **Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto.** Ciência Rural, v.38, n.2, mar-abr, 2008.

SANTOS, G. G.; SILVEIRA, P. M.; MARCHÃO, R. L.; BECQUER, T.; BALBINO, L. C. **Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um latossolo vermelho do Cerrado.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.43, p.115-122, 2008.

SEDIYAMA, T. (Org.). **Tecnologias de produção e usos da soja.** 1. ed. Londrina, PR: Mecenas, 2009, v. 1. 314 p.

SHIBLES, R.M.; WEBER, C.R. **Interception of solar radiation and dry matter production by various soybean planting patterns.** Crop Science, v. 6, n. 1, p. 55-59, 1966.

SHIBLES, R. M.; WEBER, C. R. Leaf area, solar radiation interception and dry matter production in soybeans. **Crop Science**, n. 5, p. 575-577, 1965.

SHIBLES, R. M.; ANDERSON, I. C.; GIBSON, A. H. Soybean. In: EVANS, L. T. (ed.). **Crop Physiology: Some Case Histories.** Cambridge University Press, Cambridge, p. 151-189, 1975.

SILVA, A. A.; FERREIRA, E. A.; PIRES, F. R.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, J. B. ; SILVA, J. Ferreira.; SILVA, J. Francisco.; VARGAS, L; FERREIRA, L. R.; VIVIAN, R.; JÚNIOR, R. S. O.; PROCÓPIO, S. **Proteção de Plantas – Manejo de Plantas Daninhas.** Viçosa, 2010.

SILVA, A. A.; FREITAS, F. M.; FERREIRA, L. R.; JAKELAITIS, A.; SILVA, A. F. **Aplicações seqüenciais e épocas e doses e aplicação de herbicidas em mistura com**

chlorpirifos no milho e em plantas daninhas. Planta Daninha, v. 23, n. 3, p. 527-534, 2005.

SILVA, A. A.; VIVIAN, R.; Oliveira JÚNIOR, R. S. Comportamento de herbicida em solo. In: ZAMBOLIM, L; PIKANÇO, M. C; SILVA, A. A. **O que os Engenheiros Agrônomos devem saber para orientar o uso de Produtos Fitossanitários.** 4.ed rev. ampl. Editora UFV. Viçosa, MG, 2014. 564p.

SILVA, F; BORÉM, A; SEDIYAMA, T. **Soja: do plantio à colheita.** Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015.

SILVA, J, C; WENDLING, B; CAMARGO, R ; MENDONÇA, L, B,P; FREITAS, M, C, M. **Análise comparativa entre os sistemas de preparo do solo: aspectos técnicos e econômicos.** ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.12; 2011

SILVA, V.R.; REINERT, D.J. & REICHERT, J.M. **Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo.** R. Bras. Ci. Solo, 24:191-199, 2000.

SINGER, M.; UGOLINI, F. C.; ZACHARA, J. In situ study of podzolization on tephra and bedrock. Soil Science Society of America Journal, Madison, USA, v. 42, p. 105-111, 1978.

SOUZA, W.J.O.; MELO, W.J. **Teores de nitrogênio no solo e nas frações da matéria orgânica sob diferentes sistemas de produção de milho.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.24, p.885 – 896, 2000.

SOUZA, D. M. G.; REIN, T. A.; LOBATO, E. **Eficiência agronômica dos fosfatos naturais na região dos cerrados.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., 1999, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: SBCS, 1999.

STERLING, T. M. **Mechanism of herbicide absorption across plant membranes and accumulation in plant cells.** Weed Sci., v. 42, p. 263-276, 1994

SUBEDI, K.D.; MA, B.L.; VUE, A.G. **Planting date and nitrogen effects on grain yield and protein content of spring wheat.** Crop Science, v. 47, p. 2007.

TAIZ, L. ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A. **Soja, nutrição, correção do solo e adubação.** Campinas: Fundação Cargill, 1992. 60 p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; ANGHINONI, I.; BISSANI, C. A.; CAMARGO, F. A. O.; WIETHOLTER, S. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Norte e Santa Catarina.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Núcleo Regional Sul. Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 10ª Ed., p 400, Porto Alegre, 2004.

URBEN FILHO, G.; SOUZA, P.I.M. **Manejo da cultura da soja sob cerrado: época, densidade e profundidade de semeadura.** In: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I.M.(Ed.). *Cultura da soja nos cerrados. Potafos*, p 267-298, 1993.

VALE JÚNIOR J. F.; SOUZA M. I. L; NASCIMENTO, P. P. R. R.; CRUZ, D. L. S. **Solos da Amazônia: etnopedologia e desenvolvimento sustentável.** *Revista Agro@mbiente On-line*, v. 5, n. 2, p.158-165, maio-agosto, 2011.

VALOIS, A. C. C. **Benefícios e Estratégias de Utilização Sustentável da Amazônia.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003.

YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S. *Anais do Simpósio sobre Fósforo na Agricultura Brasileira.* Piracicaba: POTAFOS, 2004. 726p.

VEDY, J. C.; BRUCKERT, S. **Soil solution: composition and pedogenic significance.** In: BONNEAU, M.; SOUCHIER, B. (Ed.). *Constituents and properties of soil.* London: Academic Press, 1982. p. 184-213.

VEZZANI, F.M.; MIELNICZUK, J. **Uma visão sobre qualidade do solo.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.743-755, 2009

WALKER, T.W.; SYERS, J.K. The fate of phosphorus during pedogenesis. *Geoderma*, v.15, p.01-19, 1976.

WARDLE, D.A.; PARKINSON, D. **Influence of the herbicide glyphosate on soil microbial community structure.** *Plant and Soil*, v. 122, n. 1, p.29-37, 1990.

WORLD RESOURCES INSTITUTE-WRI. *World resources 2000-2001: people and ecosystems. In: The fraying web of life.* Washington, DC: United Nations Development Programme, United Nations Environment Programme, World Bank, World Resources Institute, 2000. 400p

YAMADA, T.;CASTRO, P.R.C. **Efeitos do glifosato nas plantas: Implicações fisiológicas e agronômicas.** IPNI-internacional Plant Nutrition Institute, Piracicaba-SP.INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS Nº 119 – SETEMBRO/2007.

YANNICCARI, M.; TAMBUSI, E.; ISTILART, C.;, CASTRO, A. M. **Glyphosate effects on gas exchange and chlorophyll fluorescence responses of two *Lolium perenne* L. biotypes with differential herbicide sensitivity.** *Plant Physiology and Biochemistry* 57, 210–217. 2012.

ZAMBOLIM, L; PICANÇO, M. C; SILVA, A. A. **O que os Engenheiros Agrônomos devem saber para orientar o uso de Produtos Fitossanitários.** 4.ed rev. ampl. Editora UFV. Viçosa, MG, 2014. 564p.

ZAMBOLIM, L; PICANÇO, M. C; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R; FERREIRA, F. A. **Produtos Fitossanitários (Fungicidas, inseticidas, acaricidas e Herbicidas)**. Viçosa, MG: UFV/DFP, 2008. 652p.

ZOBIOLE, L.H.S.; KREMER, R. J.; DE OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN J. **Glyphosate effects on photosynthesis, nutrient accumulation, and nodulation in glyphosate-resistant soybean**. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 175, 319–330. 2012.

ZOBIOLE, L.H.S.; OLIVEIRA, R.S.; KREMER, R.J.; CONSTANTIN, J. YAMADA, T. CASTRO, C. OLIVEIRA, F.A.; OLIVEIRA, A. **Effect of glyphosate on symbiotic N₂ fixation and nickel concentration in glyphosate-resistant soybeans**. Applied Soil Ecology 44, 176–180. 2010.

CAPÍTULO I

Atributos químicos de latossolos amarelos em áreas de ocorrência da Soja Louca II na Região Oeste do Pará

Avner Brasileiro dos Santos GASPAR
Raimundo Cosme de OLIVEIRA JUNIOR

ATRIBUTOS QUÍMICOS DE LATOSSOLOS AMARELOS EM ÁREAS DE OCORRÊNCIA DA SOJA LOUCA II NA REGIÃO OESTE DO PARÁ

Avner Brasileiro dos Santos Gaspar¹ Raimundo Cosme de Oliveira Junior ²

¹Programa de pós graduação em Recursos Naturais da Amazônia, Universidade Federal do Oeste do Pará PPGRNA-UFOPA, Rua Vera paz Rua Vera Paz, Campus UFOPA - Tapajós. Bairro Sale, CEP 68035-110.

²Núcleo de Apoio à Transferência de Tecnologia- NAPT-Baixo Amazonas, Embrapa Amazônia Oriental, Rua Vera Paz, casa 1, Campus UFOPA - Tapajós. Bairro Sale, CEP 68035-110.

RESUMO

A dinâmica dos nutrientes no solo é resultado da interação de vários fatores, e, no SPD, os mecanismos que governam são modificados em velocidade e/ou intensidade pela redução do revolvimento do solo e manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo. Anomalias em plantas relacionadas a solo são diretamente ligadas aos níveis críticos e tóxicos dos atributos físico, químico ou biológicos de solo, logo, a fertilidade do solo é um dos fatores de predisposição das plantas aos patógenos. A soja louca-II é uma anomalia que causa cerca de 40% perdas em lavouras e sem causa definida. Objetivo do foi avaliar os teores e variância dos atributos químicos de solos em áreas de com ocorrência da Soja Louca II. Realizaram-se 180 amostras em 20 cm, 40cm e 60cm de profundidades em áreas com e sem a ocorrência da anomalia em propriedades nos municípios de Santarém, Belterra e Mojui dos Campos na região oeste do Pará Os Atributos químicos Ph, P, K, Na, Ca, Mg, Al, Fe, Cu, Zn, Mn e CTC e Teor de Argila natural foram submetidos a análise descritiva e análise de variâncias no programa Biostat versão 5.3. Não foram encontradas diferenças significativas entre os atributos nos tratamentos, sendo consideradas estatisticamente semelhantes as áreas com e sem ocorrência da Soja Louca II, porém com teores de micronutriente em níveis tóxicos na maior parte das amostras em ambos os tratamentos em todas as profundidades coletadas. Os atributos que apresentaram maior e menor Coeficiente de Variação foram pH (7.45%) e Zn (198.17%) a 20cm, pH (6,66%) e Cu (250,70%) a 40cm e pH (5,84%) e Cu (238,74%) a 60m de profundidade. A análise de variância dos atributos químicos não apresentou diferenças significativa entre as profundidades.

Palavra chave: fertilidade do solo, interação solo- planta, fitotoxidez,

INTRODUÇÃO

A compreensão dos fenômenos básicos da dinâmica dos atributos químicos e físicos do solo são importantes para a tomada de decisão, um vez que o manejo do solo e das culturas geram mudanças no perfil do solo no sistema plantio direto que

influenciam na dinâmica da acidez e da disponibilidade dos nutrientes e, por consequência, no manejo da fertilidade do solo (SANTOS, 2008).

Segundo LANA et. al. (2015), a avaliação do solo é o primeiro passo para definir as medidas do manejo da fertilidade de um solo, tendo como ferramenta importante, a análise do solo, na avaliação dessa fertilidade ao diagnosticar os padrões físico-químicos do solo e, além disso, o conhecimento da fertilidade do solo e das necessidades nutricionais das plantas possibilita a identificação e quantificação dos nutrientes essenciais (BISSANI et al., 2004).

Conforme ZAMBOLIM (2008), os sistemas agrícolas de produção dependem diretamente da qualidade física e química dos solos cultivados, assim como, das condições tecnológicas e climáticas do meio, entretanto, a qualidade ambiental também passou a ser fator limitante de produção, sendo comprometida pelo desequilíbrio e pela destruição dos meios naturais de regulação de dos sistemas.

O cultivo de culturas em sistemas integrados reflete positivamente na física e química do solo, visto que proporciona grande volume de raízes em profundidade, aumento da reciclagem de nutrientes, dos teores de matéria orgânica e de nutrientes no solo (CRUSCIOL e BORGHI, 2007). Portanto o bom funcionamento e boa qualidade do solo, principal meio de crescimento das plantas, é fundamental para garantir capacidade produtiva do agroecossistema e importante para a preservação de outros serviços essenciais, incluindo o fluxo da água, a biodiversidade e o equilíbrio de gases atmosféricos (DORAN 1994).

Segundo MICHEREF et. al. (2005), doenças radiculares estão entre as principais causas de redução na produtividade de culturas de interesse alimentar mundial. Dentre os organismos causadores de doenças radiculares destacam-se os fungos, as bactérias e os nematoides, denominados generalizadamente como patógenos radiculares ou fitopatógenos habitantes do solo. O controle de doenças radiculares é muito difícil, pois os patógenos co-evoluíram com as plantas por milhões de anos e estão altamente adaptados ao ambiente subterrâneo em associação com o hospedeiro.

Distúrbios como a “Soja louca II” faz com que a cultura da soja não produza vagens, o que a impede de concluir seu ciclo, caracterizada pela redução da produtividade em função do elevado índice de abortamento de flores e vagens e do alto percentual de desconto no valor da soja, devido a presença de impurezas, ou seja, pedaços de tecido verde e grãos podres, que propiciam apodrecimento da massa de grãos (MEDEIROS & CARVALHO,2016; MEYER et. al., 2010).

Segundo FAVORETO (2015), a ocorrência de haste verde e retenção foliar na cultura da soja aumentou significativamente a partir da safra 2005/06, principalmente nos estados do Maranhão, Tocantins, Pará e norte do Mato Grosso. São estimadas reduções de produtividade de até 60%, devido ao elevado índice de abortamento de flores e vagens e pela perda de qualidade dos grãos pela presença de impurezas. A incidência da SL II pode ocasionar perdas generalizadas inviabilizando a colheita em extensas áreas, mesmo após a dessecação com herbicidas. (MEDEIROS et. al. 2014).

Sob o ponto de vista agrônômico essa anomalia é bastante preocupante, pois existe redução de produtividade e qualidade de grãos, dificuldade de colheita em virtude de talos verdes e, além disso, alongamento do período em que há folhas verdes de soja, aumentando a sobrevivência de fungos biotróficos, como a ferrugem asiática (BALBINOT JUNIOR, 2011).

Portanto, uma vez que a nutrição mineral das plantas, governada pela disponibilidade de nutriente no solo, tem sido um dos fatores mais estudados com relação à susceptibilidade e resistência de plantas a doenças (LUCAS, 1988; AGRIOS, 1988), Assim, qualquer modificação no solo pode alterar diretamente sua estrutura e sua atividade biológica e, conseqüentemente, sua fertilidade, com reflexos na qualidade ambiental e produtividade das culturas (BROOKES, 1995). Tornar-se necessário avaliar os atributos físico e químicos de solo onde ocorrem anomalias como a Soja Louca II, logo, o objetivo deste trabalho é avaliar os teores e variância dos atributos químicos de solos em áreas de com ocorrência da Soja Louca II.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em 6 propriedades da Região do Planalto de Santarém-Belterra, que compreende os municípios de Santarém, Mojui do Campos e Belterra, localizados na Região Oeste do Estado do Pará o município de Santarém (Figura 2) com uma economia baseada na Indústria e Serviços tem seu setor agropecuária bem estabilizado, servindo como corredor de escoamento da produção de grãos do país pelo Porto da Cargil.

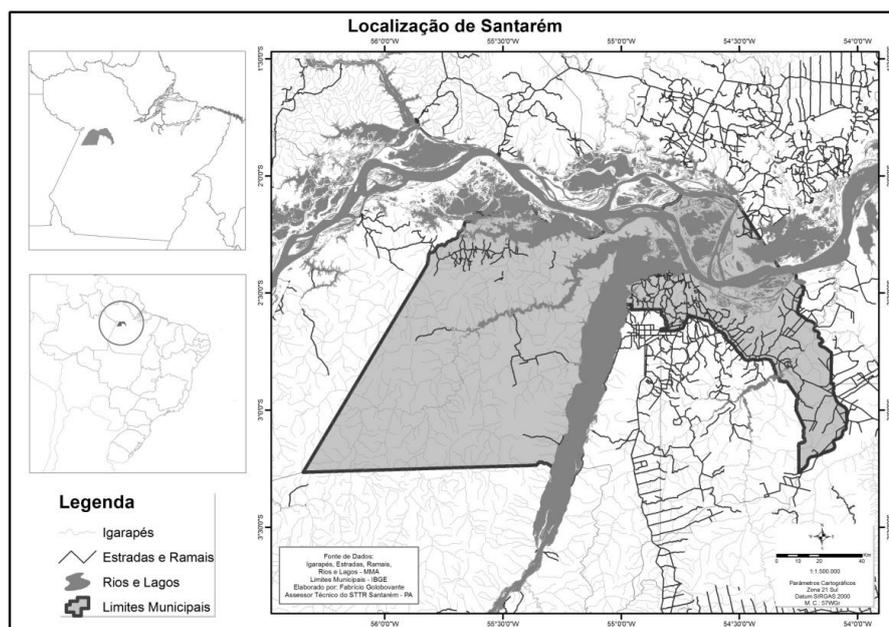


Figura 2: Mapa de localização de da área de estudo
 Fonte: GASPAR,2015

As propriedades são ecossistemas agrícolas com uma produção agrícola baseada no consórcio de soja e milho, são áreas antropizadas, modificadas pela ação humana para o desenvolvimento dos sistemas agrícolas de cultivo, o sistema de produção sistema plantio direto, com bastante mecanização agrícola e uso intensivo de produtos fitossanitários e fertilizantes químicos a pelo menos 10 anos de uso (Tabela 3) com predominância de Latossolo Amarelo Distrófico (EMBRAPA,2016).

Tabela 3: Local de coletas das Amostra de solo

Propriedade	Localização	Sistema de produção	Plano Safra	Ano de coleta	Solo Predominante
Campo Experimental da Embrapa	Belterra	Plantio direto Soja X Milho	2015/2016	2016	LATOSSOLO
Fazenda Canarinho	Mojui do campos	Plantio direto Soja X Milho	2015/2016	2016	LATOSSOLO
Fazenda Pio	Belterra	Plantio direto Soja X Milho	2015/2016	2016	LATOSSOLO
Fazenda Horizonte I	Mojui do campos	Plantio direto Soja X Milho	2015/2016	2016	LATOSSOLO
Fazenda Esperança	Santarém	Plantio direto Soja X Milho	2015/2016	2016	LATOSSOLO
Fazenda. Horizonte II-	Mojui do campos	Plantio direto Soja X Milho	2015/2016	2016	LATOSSOLO

O clima da região está classificado no sistema KÖPPEN como Ami, o qual pertence ao clima tropical, com características de clima quente e úmido apresentando temperaturas médias que oscilam entre a mínima de 25°C e máxima de 31°C e umidade relativa do ar em torno de 86%, com dois períodos distintos um seco e o outro chuvoso (SILVA, 2011).

Foram coletadas 10 amostras simples de solo com auxílio de trado holandês, em 3 profundidades diferentes, 0 a 20 cm, 20-40 e 20 a 40 cm em Áreas: 1º Com ocorrência da Soja Louca-II na Safra 2015/2016 já demarcadas pelos produtores; 2º Sem ocorrência da anomalia safra 2015/2016 (Tabela 4).

As amostras de solo foram analisadas no Laboratório de Solo da Embrapa Amazônia Oriental em Belém-PA e determinado os teores dos atributos de solo potencial Hidrogeniônico (pH), Fosforo (P^{+5}), Potássio (K^{+}), Sódio (Na^{+1}), Cálcio (Ca^{+2}) Magnésio (Mg^{+2}), Alumínio (Al^{+3}), Ferro (Fe^{+2}), Zinco (Zn^{+2}), Cobre (Cu^{+2}), Manganês (Mn^{+2}) e o teor de argila conforme os métodos adotado por EMBRAPA, (2009). Os resultados foram submetidos à análise descritiva e à análise de variância ANOVA para dois critério, Teste de Tukey a 5%, comparando além da variação entre os tratamentos, a variabilidade entre os blocos, em um delineamento experimental de blocos ao acaso (VIEIRA, 2006), através do programa BioEstat versão 5.3.

Tabela 4: Método de coleta das amostras de solo

TRATAMENTOS			
	Área de coleta	Sem ocorrência de SLII	Com ocorrência de SL-II na Safra 2015/2016.
PROFUNDIDADE	0-20 cm	10 amostras	10 amostras
	20-40 cm	10 amostras	10 amostras
	40- 60 cm	10 amostras	10 amostras

3 RESULTADOS E DIRCURSSÃO

Os resultados da análise de solos em 20 cm de profundidade, apresentados na Tabela 5, resultaram em níveis de acidez do solo, que se distribuem em Ph-4.5 alta acidez a Ph-5.8 baixa acidez (CRAVO et.al. 2007), tanto em áreas com anomalia como em áreas sem ocorrência da “Soja Louca II”. Solos com níveis de acidez elevados, fora da faixa adequado (pH entre 6,0-6,5) para maior parte das culturas (MALAVOLTA, 2006), resultam na maior disponibilidade do Al tóxico e micronutrientes metálicos e menor disponibilidade de todos os macronutriente (CAMARA, 2015).

Segundo BORKERT et. al (1994), os altos teores de fósforo no solo podem induzir à deficiência de zinco desde que esses altos teores estejam associados com reduzidas absorção e translocação de Zn, Fe e Cu, porém os teores de P (Fosforo) nas amostras de solo variaram de 5 a 154 mg/dm³, apesar do alto coeficiente de variação os teores estão em sua maior parte abaixo dos recomendados para a cultura em RAIJ et. al., (1996) & CRAVO et.al. (2007). Além disso a análise de variância para os teores P (Tabela 6) não apresentaram diferença estatísticas significativa, entre as áreas com e sem ocorrência da Soja Louca II, para o Teste de TUKEY 5%.

As plantas de Soja com deficiência de potássio (K) produzem grãos pequenos, enrugados e deformados e a maturidade da soja é atrasada, podendo causar também haste verde, retenção foliar e vagens chochas, BORKERT et. al (1994), sintomas semelhantes ao da anomalia Soja louca-II descritos por ALVES, (2014) e MEDEIROS & CARVALHO (2016), porem as amostras de solo em superfícies apresentaram teores classificados como médios e altos por CRAVO et.al. (2007) em solos do Estado Pará, descartando assim a possibilidades de deficiência de K.

Vale ressaltar que a alta concentração de potássio tem ação antagonista sobre absorção de Ca²⁺ e Mg²⁺, a diminuição na absorção cálcio pelo potássio deve-se à competição decorrente de propriedades fisiológicas destes cátions, enquanto a influência sobre a absorção do magnésio advém da competição por compostos ligantes do metabolismo do vegetal, ou seja evidenciando sintomas de deficiência desses nutrientes (FAGERIA, 2001).

Segundo BERGMANN, 1992 as plantas podem tolerar relativamente altas concentrações de potássio sem apresentar distúrbios. Porém, ele pode causar efeitos

indiretos pela deficiência induzida de outros elementos, como o cálcio e o magnésio, além disso o excesso de potássio pode causar também a inibição na absorção de boro, zinco, manganês e amônio, induzindo, ou ao menos, contribuindo para a deficiência destes elementos. E em comum a deficiência desses nutrientes causam redução no número de vagens, plantas de menor porte, encurtamento entre nós e baixa fecundação de flores (CAMARA, 2015), todos esses sintomas são idênticos aos da Soja Louca II (ALVES, 2014; MEDEIROS & CARVALHO, 2016).

Em todas amostras de solos os micronutrientes apresentaram classe de alta disponibilidade dos elementos, Tabela 5, nos seguintes teores Fe $>12\text{mg/dm}^3$, Cu $>0,8\text{ mg/ dm}^3$, Mn $>5\text{ mg/ dm}^3$, e Zn $>1,2\text{ mg/ dm}^3$ no solo, segundo as recomendações de CRAVO et.al. (2007) EMBRAPA (2011), RAIJ et. al., (1996), SBCS-CQFS (2004), COSTA &(1998) oliveira, ALVARES et.al. 1999, SOUSA & LOBATO 2002, não havendo necessidade de correção nos teores de micronutrientes.

Porém a alta disponibilidade dos micronutriente metálicos, em decorrência do pH Baixo das amostras, pode ocasionar Fitotoxidez em plantas de soja (CAMARA, 2015). O excesso de manganês (Mn) afeta mais diretamente a parte aérea do que as raízes com sintomas de toxicidade incluem uma clorose nas bordas dos folíolos seguida de necrose, com enrugamento por contração do folíolo e clorose das folhas novas, além de problemas fisiológicos específicos que são associados à toxicidade de manganês, que é o encarquilhamento dos folíolos (MALAVOLTA, 2006), (BORKERT et. al (1994).

Com relação ao níveis tóxicos de Cobre (CU), o crescimento da soja é retardado e a cor da planta muda para verde acinzentado, verde azulado ou cor de oliva. Para muitas espécies de plantas, altas quantidades de cobre em solução nutritiva são tóxicas e limitam o crescimento, inclusive para a soja (MALAVOLTA, 2006), (BORKERT et. al (1994) & (CAMARA, 2015).

FAGUEIRA (2000), observou teores de Zn no solo do cerrado em níveis adequados de $0,3\text{ mg/kg}$ de solo e níveis tóxico de 33 mg/kg de solo para a soja enquanto BUZETTI et al. (1991), relatou os níveis críticos de Zn para a cultura de soja em solo de cerrado entre $0,27$ a $0,37\text{ mg kg}^{-1}$ de solo, para solos do Estado do Para os níveis considerados altos de Zinco são de Zn $>1,2\text{ mg/ dm}^3$ no solo, segundo as recomendações de CRAVO et.al. (2007). Um excesso de zinco pode ser tóxico nas

plantas de soja, embora os níveis de tolerância sejam geralmente elevados podem induzir a deficiência de ferro FAGUEIRA (2000).

Apesar da alta disponibilidade dos micronutrientes, as amostras de solo os não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos com e sem ocorrência de soja louca II em nenhum dos atributos químico avaliados (Tabela 6). Ph e Zinco (Zn) são os atributos que apresentaram menor (7.45%) e maior (198.17%) Coeficiente de Variação, respectivamente .

Tabela 5: Resultados da análise de solo a 20 cm de profundidade

Atributos		pH.	P	K	Na	Ca	Ca+Mg	Al	Fe	Zn	Cu	Mn	SB	CTC (t)	Teor de argila
Identificação	Lote		mg/dm ³			cmolc/dm ³			mg/kg			cmolc/dm ³		g/kg	
Faz. 1 Embrapa	Com SL-II	5.8	10	60	2	3.9	4.8	0.1	650.21	21.01	2.75	287.43	4.96	5.06	140
	Sem SLII	5.6	56	41	7	4.1	5	0.1	526.13	24.26	3.43	166.7	5.14	5.24	160
Faz.2 Canarinho	Com SLII	5.4	154	21	2	2.7	3.9	0.1	1037.88	7.58	2.77	82.28	3.96	4.06	60
	Sem SLII	4.5	5	19	2	1.5	2	0.1	1296.37	7.36	1.65	66.02	2.06	2.16	60
Faz.3 Pio	Com SLII	5.4	11	75	5	3.7	4.6	0.1	1089.55	36.64	7.14	228.17	4.81	4.91	220
	Sem SLII	5.3	16	94	7	3.7	4.4	0.1	731.38	25.59	4.66	305.94	4.67	4.77	100
Faz.4 Horizonte I -	Com SLII	4.6	9	80	26	3.3	3.9	0.7	0.37	9.3	36.66	2.79	4.22	4.92	40
	Sem SLII	5.3	11	102	26	2	2.4	0.4	0.63	6.2	53.99	1.98	2.77	3.17	20
Faz.5 Esperança	Com SLII	5.1	23.3	106	40	3	3.8	0.1	1406.63	534.99	286.42	164.81	4.24	4.34	20
	Sem SLII	5.2	28.22	97	38	3	3.7	0.1	788.38	444.98	136.65	289.54	4.11	4.21	220
Faz. 6 Horizonte II-	Com SLII	5.2	9	67	12	3.4	4.2	0.2	84.84	2.11	0.77	20.54	4.42	4.62	240
	Sem SLII	5.7	7	83	10	5.1	6.2	0.1	72.73	7.76	0.66	64.64	6.46	6.56	100

Tabela 6: Análise descritiva e Análise de Variância dos atributos a 20cm de profundidade

Atributos	N ¹	Mín.	Máx.	A ²	Média	V ³	DP	CV	≠	F	(p)
pH em água .	12	4.5	5.8	1.3	5.2583	0.1536	0.3919	7.45%	0.08	0.1249	0.73
P	12	5	154	149	28.293 3	1765.373	42.0163	148.50%	15.5 1	0.3862	0.5538
K	12	19	106	87	70.416 7	897.1742	29.9529	42.54%	4.50	0.0619	0.8031
Na	12	2	40	38	14.75	196.75	14.0268	95.10%	0.50	0.0035	0.953
Ca	12	1.5	5.1	3.6	3.2833	0.9124	0.9552	29.09%	0.10	0.03	0.8599
Ca+Mg	12	2	6.2	4.2	4.075	1.2439	1.1153	27.37%	0.25	0.1389	0.7168
Al	12	0.1	0.7	0.6	0.1833	0.0342	0.185	100.93%	0.07	0.367	0.5637
Fe	12	0.37	1406. 63	140 6.2 6	640.42 5	260936.4	510.819	79.76%	142. 31	0.2163	0.6551
Zn	12	2.11	534.9 9	532 .88	93.981 7	34687.22	186.245	198.17%	15.9 1	0.02	0.8853
Cu	12	0.66	286.4 2	285 .76	44.795 8	7362.906	85.8074	191.55%	22.5 8	0.1925	0.6726
Mn	12	1.98	305.9 4	303 .96	140.07	13396.98	115.745	82.63%	18.1 3	0.0674	0.7953
SB	12	2.06	6.46	4.4	4.3183	1.2486	1.1174	25.88%	0.23	0.1204	0.7344
CTC	12	2.16	6.56	4.4	4.5017	1.1895	1.0906	24.23%	10.0 0	0.2107	0.6591
Teor de argila	12	20	240	220	115	6409.091	80.0568	69.61%	0.30	0.0427	0.8342

¹ Numero de Amostras

² Amplitude

³ Variância

Os resultados de análise de solo, análise descritiva e de variância para a profundidade de 40 cm são apresentados na Tabela 7 e 8, onde os atributos não apresentarem diferença significativa entre as áreas com e sem de ocorrência da anomalia, com valores de F abaixo de 4,96 e valores (p) muito acima de 0,005, (VIEIRA, 2006), porem a analise descritiva dos atributos resultou em classe de acides ainda maiores que os encontrados a 20cm de profundidades.

Conforme SCHLINDWEIN & ANGHINONI (2000), altos teores de acidez em profundidade, ocorre devido a aplicação dos insumos é feita em linhas, na subsuperfície do solo, ou a lanço, na superfície, e a deposição superficial dos resíduos das culturas altera a taxa de decomposição da matéria orgânica e a liberação dos nutrientes na superfície do solo, ressaltando que níveis de acidez elevados, resultam na maior disponibilidade do Al tóxico e micronutrientes metálicos e menor disponibilidade de todos os macronutriente (MALAVOLTA, 2006),

Tabela 7: Resultados da análise de solo a 40 cm de profundidade

Atributos		pH.	P	K	Na	Ca	Ca+Mg	Al	Fe	Zn	Cu	Mn	SB	CTc efetiva (t)	teor de argila
Identificação	Lote	mg/dm ³			cmolc/dm ³			mg/kg			cmolc/dm ³		g/kg		
Faz. 1 Embrapa- Belterra	Com SL-II	4.7	4	21	2	1.4	1.7	0.6	401.8	4.47	2.1	47.04	1.76	2.36	20
	Sem SLII	4.6	6	21	2	1.3	1.8	0.6	686.64	3.83	2.92	58.56	1.86	2.46	20
Faz.2 Canarinho- Mojui	Com SLII	4.4	31	9	2	0.5	0.7	1.2	519.98	2.42	2.1	14.34	0.73	1.93	20
	Sem SLII	4.2	2	13	2	0.6	0.8	1.4	1158.18	0.28	1.56	29.27	0.84	2.24	20
Faz.3 Pio- Belterra	Com SLII	4.8	5	36	2	1.5	1.8	0.6	874.8	7.48	4.17	42.05	1.90	2.50	20
	Sem SLII	5	5	38	5	2.5	2.9	0.6	604.49	7.01	3.09	82.91	3.02	3.62	20
Faz.4 Horizonte I - Mojui dos Campos	Com SLII	5.4	5	59	31	2.3	2.9	0.2	39.32	1.72	0.34	6.58	3.19	3.39	60
	Sem SLII	5.1	8	75	35	1.2	1.6	0.6	64.57	1.09	0.4	9.01	1.94	2.54	20
Faz.5 Esperança - Santarém	Com SLII	4.9	6.7	60	42	1.3	1.7	0.6	742.57	456.44	378.5	44.96	2.04	2.64	20
	Sem SLII	4.9	6.44	44	35	1	1.3	0.6	679	326.06	142.36	77.8	1.56	2.16	20
Faz. 6 Horizonte II- Mojui dos Campos		4.7	4	34	7	1.6	1.9	0.6	96.57	2.11	0.77	5.78	2.02	2.62	20
	Sem SLII	5	3	50	7	1.9	2.3	0.2	78.05	0.95	0.5	9.65	2.46	2.66	20

Segundo a classificação de CRAVO et.al. (2007), os teores dos atributos químicos das amostras à 40cm de profundidade são classificados como, pH muito ácido, P, K, Na, Ca, Ca+Mg, Al como baixo e micro nutrientes alto em excesso e, ambos os tratamentos. Os atributos com menor (6,66%) e maior (250,70%) coeficiente de variação são pH e Cu respectivamente. Ressaltando que a toxidez causada por Cobre (Cu) causa sintomas idênticos aos de Soja Louca II, retardando o crescimento da soja o e mudando a cor da planta para verde acinzentado, verde azulado ou cor de oliva. (MALAVOLTA, 2006 & CAMARA, 2015).

Tabela 8: Análise descritiva e análise de variância dos atributos à 40cm de profundidade

Atributos	N ¹	Mín	Máx	A ²	Média	V ³	DP	CV	≠	F	(p)
pH em água .	12	4.2	5.4	1.2	4.8083	0.1027	0.3204	6.66%	0.0167	0.0074	0.9308
P	12	2	31	29	7.1783	59.002	7.6813	107.01%	4.21	0.8924	0.6303
K	12	9	75	66	38.3333	412.424 2	20.3082	52.98%	3.6667	0.0897	0.7671
Na	12	2	42	40	14.3333	259.333	16.1038	112.35%	0	0	0.9955
Ca	12	0.5	2.5	2	1.425	0.362	0.6017	42.22%	0.0167	0.0021	0.9634
Ca+Mg	12	0.7	2.9	2.2	1.7833	0.4724	0.6873	38.54%	0	0	0.9955
Al	12	0.2	1.4	1.2	0.65	0.1173	0.3425	52.68%	0.0333	0.0259	0.8695
Fe	12	39.32	1158.1 8	1118. 86	495.497 5	132975. 6	364.658	73.59%	99.315	0.2065	0.6622
Zn	12	0.28	456.44	456.1 6	67.8217	23600.9 5	153.626	226.51%	22.57	0.0592	0.8071
Cu	12	0.34	378.5	378.1 6	44.9008	12671.2 2	112.567	250.70%	39.525	0.3479	0.5738
Mn	12	5.78	82.91	77.13	35.6625	764.559 7	27.6507	77.53%	17.7417	1.2648	0.2871
SB	12	0.73	3.19	2.46	1.9433	0.534	0.7308	37.60%	0.0067	0.0002	0.9854
CTC	12	1.93	3.62	1.69	2.5933	0.2302	0.4798	18.50%	6.6667	1	0.3427
Teor de argila	12	20	60	40	23.3333	133.333 3	11.547	49.49%	0.04	0.019	0.8881

¹ Numero de Amostras

² Amplitude

³ Variância

Tabela 9: Tabela 7: Resultados da análise de solo a 60 cm de profundidade

Atributos		pH.	P	K	Na	Ca	Ca+Mg	Al	Fe	Zn	Cu	Mn	SB	CTc efetiva (t)	teor de argila
Identificação	Lote	agua	mg/dm ³			cmolc/dm ³			mg/kg			cmolc/dm ³		g/kg	
		Faz. 1	Com SL-II	4.60	2.00	13.00	2.00	1.00	1.30	0.60	260.52	20.61	1.51	25.38	1.34
Embrapa-Belterra	Sem SLII	4.50	3.00	15.00	2.00	1.10	1.40	0.60	509.25	1.34	2.18	26.33	1.45	2.05	40.00
Faz.2	Com SLII	4.20	2.00	11.00	2.00	0.40	0.60	1.30	417.26	0.30	1.92	11.60	0.64	1.94	20.00
Canarinho-Mojui dos	Sem SLII	4.30	2.00	9.00	2.00	0.70	0.90	1.00	751.37	1.53	1.70	20.38	0.93	1.93	20.00
Faz.3 Pio-Belterra	Com SLII	4.70	5.00	34.00	23.00	1.20	1.50	0.60	643.34	2.83	3.97	31.32	1.69	2.29	20.00
	Sem SLII	4.70	5.00	36.00	2.00	1.40	1.70	0.60	352.82	6.15	2.30	34.62	1.80	2.40	20.00
Faz.4	Com SLII	5.20	3.00	45.00	28.00	1.50	2.20	0.20	26.10	0.86	0.46	2.45	2.44	2.64	0.00
Horizonte I - Mojui dos	Sem SLII	4.90	4.00	59.00	28.00	0.80	1.00	0.70	39.42	0.63	0.27	3.94	1.27	1.97	20.00
Faz.5	Com SLII	4.80	4.40	42.00	40.00	0.80	1.10	0.60	662.85	338.69	464.08	31.35	1.38	1.98	20.00
Esperança - Santarém	Sem SLII	4.80	3.67	30.00	35.00	0.60	0.90	0.70	355.58	484.73	258.57	25.43	1.13	1.83	40.00
Faz. 6	Com SLII	4.50	3.00	23.00	7.00	1.00	1.90	0.60	38.97	0.22	0.32	1.98	1.99	2.59	20.00
Horizonte II- Mojui dos	Sem SLII	4.50	3.00	30.00	7.00	0.90	1.10	0.60	48.84	0.37	0.39	2.50	1.21	1.81	20.00

Em 60cm de profundidade os atributos repetem a classificação de teores proposta por CRAVO et.al. (2007) para solos da região, em teores dos atributos químicos das são classificados como, pH muito ácido, P, K, Na, Ca, Ca+Mg, Al como baixo e micro nutrientes alto em excesso e, ambos os tratamentos. Condições ideais, com teores de Potássio críticos e Micronutrientes em níveis tóxicos, para manifestação de sintomas idênticos aos da Soja Louca II (CAMARA, 2015; ALVES, 2014; MEDEIROS & CARVALHO, 2016).

Tabela 10: Análise descritiva e Análise de Variância dos atributos a 60cm de profundidade

Atributos	N ¹	Mín	Máx	A ²	Média	V ³	DP	CV	≠	F	(p)
pH em água .	12	4.2	5.2	1	4.6417	0.0736	0.2712	5.84%	0.05	0.0936	0.7626
P	12	2	5	3	3.3392	1.1844	1.0883	32.59%	0.2117	0.1042	0.7509
K	12	9	59	50	28.9167	237.5379	15.4123	53.30%	1.8333	0.0387	0.8417
Na	12	2	40	38	14.8333	218.1515	14.77	99.57%	4.3333	0.2404	0.6384
Ca	12	0.4	1.5	1.1	0.95	0.1027	0.3205	33.74%	0.0667	0.1194	0.7353
Ca+Mg	12	0.6	2.2	1.6	1.3	0.2145	0.4632	35.63%	0.2667	0.9938	0.6561
Al	12	0.2	1.3	1.1	0.675	0.0693	0.2633	39.00%	0.05	0.0993	0.7562
Fe	12	26.1	751.37	725.27	342.1933	70093.49	264.752	77.37%	1.3733	0.0001	0.9895
Zn	12	0.22	484.73	484.51	71.5217	26251.46	162.023	226.54%	21.8733	0.05	0.8216
Cu	12	0.27	464.08	463.81	61.4725	21537.95	146.758	238.74%	34.475	0.1528	0.7046
Mn	12	1.98	34.62	32.64	18.1067	163.072	12.77	70.53%	1.52	0.0388	0.8416
SB	12	0.64	2.44	1.8	1.4392	0.2351	0.4849	33.69%	0.2817	1.0135	0.3395
CTC	12	1.81	2.64	0.83	2.1142	0.0842	0.2902	13.73%	10	3.4615	0.0888
teor de argila	12	0	40	40	21.6667	106.0606	10.2986	47.53%	0.2317	2.1039	0.1753

¹ Numero de Amostras

² Amplitude

³ Variância

Os Atributos não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos com e sem Soja Louca-II em 60cm de profundidade para o Teste de Tukey 5%. A análise de variância dos atributos químicos não apresentou diferenças significativa entre as profundidades.

4-CONCLUSÃO

As áreas com os atributos avaliados não apresentarem diferença significativa entre os tratamentos, com valores de F abaixo de 4,96 e valores (p) muito acima de 0,005, sendo consideradas estatisticamente semelhantes as áreas com e sem de ocorrência da anomalia. As altas taxa de micronutrientes podem refletir sintomas semelhantes aos da Soja louca II assim como os teores de Potássio, que variaram de altos a críticos conforme a profundidade aumenta, porém ambas os tratamentos apresentaram altos níveis de micronutriente anulando a hipótese de fitotoxidez causadas por micronutrientes e por sua vez, desconsiderando, nesta situação, a hipótese que a anomalia pode ser causada pela deficiência ou excesso dos atributos avaliados.

REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N. **Plant disease epidemiology. In: Plant Pathology**, 3 rd Ed., Academic Press, INC. 1988.

ALCOFORADO, P.A.U.G. **Aspectos do Silício no sistema solo-planta**: UFLA, 1996. 53p

ALVES, L. W. R.; SILVA, S. R.; CASTRO, G. S. A. **Avaliação das propriedades físicas do solo e ocorrência da anomalia “Soja louca II” em sistemas de produção agrícola na Amazônia**. – Macapá: Embrapa Amapá; Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 28p.

ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B. & LOPES, A. S. **Interpretação dos resultados das análises de solos**. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P.T.G. & ALVAREZ V., V. H., eds. **Recomendações para uso de corretivo e Fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa, MG, CFSEMG, 1999. P.25-32.

BALBINOT JUNIOR, A. A. **Soja louca 2**. Correio do Norte, Canoinhas, 11 fev. 2011. Rural,p.14. Disponível em <https://www.embrapa.br/buscadenoticias/noticia/3437451/pesquisaidenticaprovavelcausadasojalouca2>, acesso em 20/11/2016.

BERGMANN, W. **Nutritional disorders of plants: development, visual and analytical diagnosis**. Gustav Fischer Publishing House Jena, New York, ed. 2, p. 741, 1992.

BISSANI, C.A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M.J.; CAMARGO, F.A.O. (eds). **Fertilidade dos solos e manejo da adubação das culturas**. Porto Alegre, Gênese, 2004

BORKERT, C.M.; YORINORI, J. T.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L. P.; SFREDO, G. J. **Seja o doutor da sua soja**. INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS - Nº 66 - JUNHO/94

BROOKES, P.C. **The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals**. Biol. Fert. Soils, 19:269-279, 1995.

CÂMARA, G.M.S Adubação. In: SILVA, F; BORÉM, A; SEDIYAMA, T. **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015. cap. 5, p.110-148

CRAVO, M. da S.; VIÉGAS, I. de J. M.; BRASIL, E. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Pará**. Belém-PA : Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 262 p.

CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E. **Consórcio de milho com braquiária: produção de forragem e palhada para o plantio direto**. Revista Plantio Direto, Passo Fundo, ano 16, n. 100, p. 10-14, jul./ago. 2007

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. **Defining and assessing soil quality**. In: SYMPOSIUM DEFINING SOIL QUALITY FOR A SUSTAINABLE ENVIRONMENT, 1992,

Minneapolis, USA. Proceedings... Madison: SSSA, 1994. cap.1, p. 3-21. (SSSA. Special Publication, 35).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2.ed. Brasília, 2009. 627p. Disponível em http://livraria.sct.embrapa.br/liv_resumos/pdf/00083136.pdf, acesso em 10/01/2017

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Mapas de Solos e de Aptidão Agrícola das Áreas Alteradas do Pará**. 500 exemplares. Belém-PA Agosto, 2016. Disponível em <https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/mapa-de-solos-e-aptidao>, acesso em 10/01/2017.

FAGERIA, N. K. **Níveis adequados e tóxicos de zinco na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB, v.4, n.3, p.390-395, 2000.

FAGERIA, V. D. **Nutrient interactions in crop plants**. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v.24, p.1269-1290, 2001.

FÁVERO, F. **Ocorrência de Soja Louca II no Estado do Paraná**. R. Plantio Direto, 118: 15-17, 2010.

FAVORETO, L.; MEYER, M.C.; KLEPKER, K; CAMPOS, L.J.M. **Ocorrência de Aphelenchoides sp. em plantas de soja com sintomas de Soja Louca II**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 32. 2015, Londrina. Nematologia - Problemas Emergentes e Perspectivas: anais. Campos dos Goytacazes: SBN, 2015. p. 81-82.

GATIBONI, L.C. **Disponibilidade de formas de fósforo do solo às plantas**. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, 2003. 231p

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 2003. 570p.

KÖPPEN, W. **Climatologia: conun estudio de los climas de La tierra**. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948.

LUCAS, J. A. **Plant pathology and plant pathogens**. 3rd Ed., Blackwell Science Ltd, UK. 1998.

LANA, R. M. Q.; VASCONCELOS, A. C. P.; SILVA, A. A.; LIMA, L. C.; OLIVEIRA, L. R. R. **Análise descritiva dos atributos químicos do solo de propriedades rurais**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.21; p. 98, 2015.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MEDEIROS, S. R.; CARVALHO, E. A. ; CONCEIÇÃO, V. D.; CANCIAN, E. **DIAGNÓSTICO PRECOCE DA “SOJA LOUCA II” NO ESTADO DO PARÁ** in Anais do XII Seminário Anual de Iniciação Científica da UFRA, Belém-Pará, 2014.

MEDEIROS, S. R.; CARVALHO, E. A **Incidência da Soja Louca II nos Sistemas Plantio Direto e Convencional**. Comunicado Técnico 278. Embrapa Amazônia Oriental Abril, 2016 Belém, PA. Disponível em <https://www.embrapa.br/web/mobile/publicacoes//publicacao/1045546/incidencia-da-soja-louca-ii-nos-sistemas-plantio-direto-e-convencional> , acesso em 10/01/2017.

MEYER, M. C.; ALMEIDA, A. M. R.; GAZZIERO, D. L. P.; LIMA, D. **Soja louca II: Um problema de causa desconhecida**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -Embrapa-Soja. Folder nº 07, 2010.

MEYER, M. C.; HIROSE, E. D. **Soja Louca II: Um Problema de Causa Desconhecida**. Revista Plantio Direto, edição 118, julho/agosto de 2010. Aldeia Norte Editora, Passo Fundo, RS.

MICHEREFF, S. J.; ANDRADE D. E. G. T.; MENEZES, M. **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais / eds. Sami J. Michereff, Domingos E. G. T. Andrade, Maria Menezes**. – Recife : UFRPE, Imprensa Universitária, 2005. 398 p. : il.

MOURA, R. M. Doenças do Inhame (*Dioscorea cayennensis* Lam., var. *rotundata* Poir). In: Kimati et al. (eds.). **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. p 463-471.

RAIJ, B. VAN; SILVA, N.M. DA; BATAGLIA, O.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, AM.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. Ed. Campinas, SP: Instituto Agronômico & Fundação IAC, 1996, 285p. (Boletim Técnico 100).

SANTOS, D. R.; GATIBONI L. C.; KAMINSKI, J. **Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto**. Ciência Rural, v.38, n.2, mar-abr, 2008.

SCHLINDWEIN, J. A.; ANGHINONI, I. **Variabilidade vertical de fósforo e potássio disponíveis e profundidade de amostragem do solo no sistema plantio direto** Ciência Rural, Santa Maria, v. 30, n.4, p.611-617. 2000.

SILVA, B. E. B. DA et al. **Análise da tendência de aumento da precipitação anual na região de Santarém (PA), entre 1961 e 2008**. In: **Simpósio Internacional de Climatologia**, 4. 2011 João Pessoa. Anais...João Pessoa: SBMET, 2011. p. 2 - 6.

Sociedade brasileira de ciência do solo. Comissão de química e fertilidade do solo – SBSCS/CQFS. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio grande do Sul e Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre, 2004. 400p.

SOUSA, D.M.G. & LOBATO, E., eds. **Cerrado: correção de solo e adubação**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2002. 416p.

VIEIRA, S. **Análise de Variância: (Anova)**. São Paulo: Atlas, 2006. 216p.

ZAMBOLIM, L; PICANÇO, M. C; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R; FERREIRA, F. A. **Produtos Fitossanitários (Fungicidas, inseticidas, acaricidas e Herbicidas)**. Viçosa, MG: UFV/DFP, 2008. 652p.

ANEXOS:

Anexo A - Normas da Revista

disponível em : <http://www.academicjournals.org/journal/AJAR/authors> acesso em 10/12/2016

Introdução

Os autores devem ler a política editorial e ética de publicação antes de enviar os seus manuscritos. Autores também deve usar as diretrizes para relatórios adequados na preparação de seus manuscritos.

Ética em Pesquisa

Estudos envolvendo seres humanos deve ser conduzida de acordo com a Associação Médica Mundial (WMA) [Declaração de Helsinki - Princípios Éticos para a Pesquisa Médica Envolvendo Seres Humanos](#) .

Estudos envolvendo animais não humanos devem seguir diretrizes éticas adequadas, tais como o [Animal Welfare Act](#) , [The Animals \(Scientific Procedures\) Act \(Amendment\) Order 1993](#) , [A directiva do Parlamento da UE relativa à protecção dos animais utilizados para fins científicos](#) , [as políticas e diretrizes arrp](#) , etc .

relatórios orientação

relatórios responsável dos estudos de investigação, que inclui um relato completo, transparente, precisa e oportuna do que foi feito eo que foi encontrado durante uma pesquisa, é uma parte integrante de uma boa pesquisa e prática publicação e não um extra opcional.

Veja adicionais [diretrizes para relatórios de pesquisa em saúde](#) .

Preparando seu manuscrito

O tipo de artigo deve determinar a estrutura manuscrito. No entanto, a estrutura geral para artigos deve seguir a [estrutura IMRAD](#) .

Título

A frase título deve ser breve.

Lista autores nomes completos (primeiro nome, de meia-nome e última nome).

Filiações dos autores (departamento e instituição).

E-mails e números de telefone

Abstrato

O resumo deve ser inferior a 300 palavras. Abstract podem ser apresentados em [formato não-estruturados ou estruturados](#). As palavras-chave deve ser inferior a 10.

abreviaturas

Abreviatura deve ser usado apenas para não padrão e termos muito longos.

A introdução

O enunciado do problema deve ser indicado na introdução de uma forma clara e concisa.

materiais e métodos

Materiais e métodos devem ser claramente apresentada para permitir a reprodução das experiências.

Resultados e discussão

Resultados e discussão talvez combinadas em uma única seção. Resultados e discussão também podem ser apresentadas separadamente, se necessário.

Divulgação de conflito de interesses

Os autores devem divulgar todas interesse financeiro / relevante que pode ter influenciado o estudo.

Agradecimentos

Reconhecimento de pessoas, fundos etc deve ser breve.

As tabelas e figuras

As tabelas devem ser mantidos a um mínimo.

As tabelas devem ter um título descritivo curto.

A unidade de medida usada em uma tabela deve ser indicado.

As tabelas devem ser numeradas consecutivamente.

As tabelas devem ser organizados em Microsoft Word ou uma planilha Excel.

Figuras / Gráficos devem ser preparados em GIF, TIFF, JPEG ou PowerPoint.

Tabelas e Figuras devem ser devidamente citados pelo manuscrito.

Referências

As referências devem ser listadas em ordem alfabética no final do artigo. DOIs, PubMed IDs e links para artigos referenciados deve ser declarado sempre que disponíveis.

Exemplos:

Baumert J, Kunter M, Blum W, Brunner M, Voss T, Jordan A, Klusmann U, Krauss S, Neubrand M, Tsai YM (2010). Teachers` conhecimento matemático, a ativação cognitiva em sala de aula, e o progresso do aluno. Sou. Educ. Res. J. 47 (1): 133-180.

<http://dx.doi.org/10.3102/0002831209345157>

Christopoulous DK, Tsionas EG (2004). "Finacial Desenvolvimento e Crescimento Econômico: Evidências do Pannel Unidade de Raiz e Cointegração Testes de" J. Dev.Econ. pp.55-74

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jdeveco.2003.03.002>

Goren A, Laufer J, Yativ N, Kuint J, Ben Ackon M, Rubinshtein M, Paret G, Augarten A (2001). Transiluminação da palma por punção venosa em recém-nascidos. Pediátrico. Emerg. Cuidados 17: 130-131.

<http://dx.doi.org/10.1097/00006565-200104000-00013> PMID: 11334094

Um Mishra, Mishra SC (2001). endoscopia nasal diagnóstico de baixo custo com otoscópio modificado. J. Laryngol. Otol. 115: 648-649.

<http://dx.doi.org/10.1258/0022215011908739> PMID: 11535147

Certificado de Aceitação

Autores são emitidos um certificado de aceitação de manuscritos que foram revisados e aceitos para publicação por um editor.

O pagamento da taxa de manutenção manuscrito

Uma vez que um manuscrito foi aceito, o autor correspondente será contactado para fazer o pagamento necessário da taxa de manutenção manuscrito. Por favor, note que, no [sistema de gestão de manuscrito](#), a opção de pagamento só é habilitado para manuscritos que foram aceitos para publicação.

provas

Antes da publicação, uma prova é enviada ao autor correspondente. Autores são aconselhados a ler a prova e corrija tipográfico menor ou erros gramaticais. Os autores deverão devolver imediatamente provas para o escritório editorial.

Publicação

Uma vez que as provas são recebidos na redação, os manuscritos são normalmente incluídos na próxima edição da revista. O artigo será, posteriormente, publicado no site da revista

Notificação publicação

Após o artigo está disponibilizado no site da revista, um aviso de publicação é enviada ao autor correspondente com links para o problema e artigo.

Congratulamo-nos com manuscritos editados pelas seguintes organizações:

REVISTAS Consortium (www.journalsconsortium.org)

Editage (www.editage.com)

Bioedit (www.bioedit.co.uk)

NARVAN (www.banarvan.com)