UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola

SISTEMAS DE CULTIVO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE SOJA

MAURÍCIO APOLÔNIO DE LIMA

RONDONÓPOLIS - MT
2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola

SISTEMAS DE CULTIVO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE SOJA

MAURÍCIO APOLÔNIO DE LIMA
Engenheiro Agrícola e Ambiental

Orientadora: Prof. Dra. ANALY CASTILHO POLIZEL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Federal de Mato Grosso, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

RONDONÓPOLIS–MT
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

L732s Lima, Maurício Apolônio de Lima.
Sistemas de cultivo sobre as características agronômicas e qualidade fisiológicas das sementes de soja / Maurício Apolônio de Lima Lima. -- 2015
61 f. ; 30 cm.

Orientadora: Analy Castilho Polizel.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Rondonópolis, 2015.

1. Acamamento. 2. Manejo. 3. Severidade. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola

SISTEMAS DE CULTIVO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE SOJA

Autor: MAURÍCIO APOLÔNIO DE LIMA
Orientadora: Profª Dra. ANALY CASTILHO POLIZEL

Comissão Examinadora:

Profª. Dra. Analy Castilho Polizel
(Orientadora)

Prof. Dr. Leandro Pereira Pacheco
(Examinador interno)

Dr. Helon Hébano de Freitas Sousa
(Examinador externo)

Rondonópolis, 08 de dezembro de 2015

Dedico

À minha família e amigos, que no decorrer destes anos estiveram ao meu lado, apoiando-me, para que este objetivo fosse alcançado.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela vida.

À professora Dra. Analy Castilho Polizel, pela orientação e ensinamentos durante esses anos.

Ao professor Dr. Tonny José Araújo da Silva, coordenador do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.

À todos professores do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela amizade e ensinamentos que contribuíram para minha formação profissional.

Aos professores Dr. Leandro Pereira Pacheco e Dr. Helon Hébano de Freitas Sousa, participantes da banca examinadora, pela contribuição neste trabalho.

Aos colegas Abraão, Danityelle, Éder, Fernanda, Jackelinne, Lúcio, Mariani, Rafael e Tamires, pela amizade e cooperação durante a condução do experimento.

Ao amigo Jaurú Barros Malheiro, pela importante amizade e conselhos no decorrer destes anos.

Ao senhor Celso da Silva (operador de máquinas do Campus) pela ajuda no preparo da área, instalação e manutenção do experimento.

À FAPEMAT (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso) pela concessão da bolsa de estudo.

À Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), pela oportunidade de realização do trabalho.

SISTEMAS DE CULTIVO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE SOJA

RESUMO – A produtividade, a qualidade fisiológica das sementes e o manejo de doenças na cultura da soja são altamente influenciados pelo ambiente de produção. Portanto objetivou-se avaliar o efeito dos sistemas de semeadura e preparo do solo quanto as características agronômicas da soja, qualidade fisiológica das sementes e desenvolvimento da ferrugem asiática. O experimento foi realizado na área experimental do Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Federal de Mato Grosso. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema de faixas 3x3, correspondentes a sistemas de manejo do solo e de semeadura, com quatro repetições. O manejo do solo constituiu-se de convencional, reduzido e plantio direto e a semeadura foi realizada de forma adensada, convencional e cruzada. As variáveis analisadas foram: severidade e o número de pústula por cm^2 da ferrugem asiática; altura da planta na floração, maturação e inserção de primeira vagem; Índice de clorofila; acamamento; número de vagem por planta e sementes por vagem; tamanho das sementes; peso de mil sementes; produtividade; percentual de sementes esverdeadas; vigor e viabilidade. As semeaduras cruzada e adensada favoreceram maior desenvolvimento da ferrugem asiática. Os sistemas de manejo do solo e semeadura influenciaram na altura da planta na floração, maturação e inserção de primeira vagem, no número de vagens por planta e percentual de vagem com três grãos, na porcentagem de sementes retidas na peneira 6,0 mm e sementes esverdeadas, e na produtividade de grãos. O plantio direto com semeadura adensada propiciou às plantas de soja, características agronômicas desejáveis e maior produtividade. A qualidade fisiológica das sementes não foi influenciada pelos sistemas de cultivo.

Palavras-chave: Acamamento, manejo, severidade.

CROP SYSTEMS ON THE AGRONOMIC CHARACTERISTICS AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SOYBEAN SEEDS

ABSTRACT – The productivity, seed physiological quality and the disease management in soybeans are highly influenced by the production environment. Therefore, the main objective is to measure the effect of seeding systems and the soil preparation on the agronomic characteristics of soybeans, the seed physiological quality and the Asian rust development. The experiment was developed in the experimental area of the Agrarian Sciences and Technologies Institute at Federal University of Mato Grosso State. The experimental design was randomly blocking, arranged in 3x3 lines, corresponded to soil management and seeding systems, with four repetitions. The soil management used was the conventional, reduced tillage and no-till system and the seeding form were dense seeding, conventional and in crossed lines. The variables analyzed were: severity and the number of postulates per cm^2 of the Asian rust; plant height at flowering, maturation and first pod insertion; Chlorophyll rate; plant lodging; number of pods per plant and number of seeds per pods; seed size; the weight of a thousand seeds; productivity; percentage of greenish seeds; vigor and viability. The crossed lines and dense seeding favored higher Asian rust development. The soil management systems and seeding influenced plant height during flowering, maturation and first pod insertion, pods number per plant and the percentage of pods with three grains, the percentage of seeds retained by 6,00 mm sieve and greenish seeds, and grain productivity. The no-till farming linked with dense seeding provided to soybean plants desirable characteristics, obtaining a higher productivity. The physiological quality of the seeds was not influenced by the cultivation systems.

Key-words: Lodging, management, severity

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área cultivada com soja nas principais regiões produtoras do Brasil na safra 2014/15 (CONAB, 2015). 15

Figura 2. Produção da soja nas principais regiões produtoras do Brasil na safra 2014/15 (CONAB, 2015). 15

Figura 3. Médias de precipitação, temperaturas máxima (T Max) e mínima (T Min) e umidade relativa do ar (UR) para os meses de dezembro de 2014 a março de 2015 em Rondonópolis-MT (INMET).....26

Figura 4. Sistema de semeadura convencional (A), Sistema de semeadura adensada (B), Sistema de semeadura cruzada (C). 27

Figura 5. Cobertura vegetal espontânea presente na área experimental. 29

Figura 6. Coluna de peneiras utilizadas no teste de uniformidade 32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização química do solo. 28

Tabela 2. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para o número de pústulas cm^{-2} em função dos sistemas de manejo e semeadura. 35

Tabela 3. Área abaixo da curva de progresso da doença em função da severidade da ferrugem asiática nos sistemas de manejo de solo e semeadura. 35

Tabela 4. Índice de Clorofila aos 44, 58 e 72 DAS em função dos sistemas de manejo do solo e semeadura. 37

Tabela 5. Altura da planta na floração (cm) em função dos sistemas de manejo de solo e semeadura. 38

Tabela 6. Altura da planta na maturação (cm) em função dos sistemas de manejo de solo e semeadura. 39

Tabela 7. Altura de inserção de primeira vagem (cm) em função dos sistemas de manejo de solo e semeadura. 40

Tabela 8. Percentual de vagens com um (V1), dois (V2), três (V3) e quatro grãos (V4) por planta em função dos sistemas de manejo do solo e semeadura. 41

Tabela 9. Número médio de vagens por planta em função dos sistemas de manejo do solo e semeadura. 41

Tabela 10. Peso de mil sementes (g) em função dos sistemas de manejo do solo e semeadura. 42

Tabela 11. Porcentagem de sementes com tamanho de 4,5, 5,0, 5,5, 6,0 e 6,5 mm em função dos sistemas de manejo de solo e semeadura. 43

Tabela 12. Vigor e viabilidade de sementes de soja em função dos sistemas de manejo de solo e semeadura. 44

Tabela 13. Percentual de sementes esverdeadas em função dos sistemas de manejo de solo e semeadura. 45

Tabela 14. Produtividade de grãos (kg ha^{-1}) em função dos sistemas de manejo do solo e semeadura. 46

Tabela 15. Correlação simples entre as varáveis 49

SUMÁRIO

1 **INTRODUÇAO** 12
2 **REVISÃO DE LITERATURA** 14
2.1 **Cultura da soja** 14
2.1.1 Origem e expansão 14
2.1.2 Características da cultura 16
2.2 **Manejo do solo** 17
2.2.1 Preparo convencional 18
2.2.2 Preparo reduzido 19
2.2.3 Plantio direto 20
2.3 **Sistemas de semeadura** 21
3 **MATERIAL E MÉTODOS** 26
3.1 **Condições da área experimental** 26
3.3 **Delineamento experimental** 27
3.4 **Instalação e condução do experimento** 27
3.5 **Variáveis analisadas** 30
3.5.1 Ferrugem asiática da soja 30
3.5.3 Índice de clorofila 31
3.5.4 Produtividade 31
3.5.5 Número de vagens por planta e grãos por vagem 32
3.5.6 Tamanho de sementes 32
3.5.7 Peso de mil sementes 32
3.5.8 Semente esverdeada 33
3.5.9 Vigor e viabilidade das sementes 33
3.6 **Análise estatística** 34
4 **RESULTADOS E DISCUSSÃO** 35
4.1 **Ferrugem asiática** 35
4.2 **Índice de clorofila** 36
4.3 **Características agronômicas** 37
4.4 **Correlação entre variáveis** 48
5 **CONCLUSÕES** 50
6 **REFERÊNCIAS** 51

1 INTRODUÇAO

A cultura da soja originou-se no continente asiático. Sua expansão para outros continentes foi possível devido à adaptabilidade a diferentes latitudes, solos e condições climáticas (EMBRAPA, 2004). O rendimento é uma consequência da interação entre o ambiente, genótipo e manejo, podendo ser elevado, se em todos os estádios de crescimento da planta, as condições forem favoráveis (GILIOLI et al., 1995; MARTINS et al., 1999).

O uso e manejo adequado do solo proporcionam condições favoráveis para a germinação de sementes e crescimento das raízes, deixando a disposição das culturas, água e nutrientes. No entanto, o uso inadequado leva à degradação da estrutura, contribuindo para a redução da produtividade (RODRIGUES, 2001; TAVARES et al., 2012).

O plantio direto e o cultivo mínimo surgem como alternativas para reduzir os efeitos indesejados dos sistemas convencionais. Fundamentam-se por manter o solo protegido sob uma cobertura de vegetação morta, objetivando sua proteção contra o impacto das gotas de chuva, do escorrimento superficial e das erosões hídrica e eólica (CRUZ et al., 2006).

As condições do meio em que as plantas se desenvolvem, são fundamentais para maximizar a expressão do potencial produtivo das cultivares. Alterações relacionadas à população de plantas podem reduzir ou aumentar os ganhos em produtividade, pois essa característica é influenciada pela densidade das plantas nas linhas e espaçamento entre as linhas (LIMA et al, 2012; ROSSI, 2012).

Na cultura da soja, vem sendo estudada a semeadura de forma cruzada. Alguns produtores do Estado do Paraná obtiveram elevados rendimentos nos campos de produção onde se utilizou esta técnica. No entanto, na literatura científica, há carência de informações sobre os efeitos dessa técnica na produtividade e na relação com cultivares e outras práticas de manejo (PROCÓPIO et al., 2013).

A densidade de plantas influencia a qualidade das sementes de soja e o estabelecimento de patógenos. Em altas densidades, valores mais elevados de massa, germinação e vigor das sementes foram observados (MAEDA et al., 1983). Dentre os patógenos favorecidos pelo adensamento, o fungo *Phakopsora pachyrhizi*

se destaca, por ocasionar uma doença muito agressiva, capaz de ocasionar elevadas perdas, quando as condições forem favoráveis ao seu desenvolvimento (ALMEIDA et al., 2005).

Diante da importância da cultura e por seu desenvolvimento ser influenciado por diversos fatores relacionados ao ambiente de produção, objetivou-se avaliar os sistemas de semeadura e preparo do solo sobre as características agronômicas e qualidade fisiológica das sementes de soja.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da soja

2.1.1 Origem e expansão

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tem como origem a região central da China. Ao longo de muitos anos foram realizados experimentos para domesticar a espécie, que a partir desse ponto foi levada para outras regiões à medida que aumentava sua importância para a alimentação humana e se intensificavam as transações comerciais entre os povos orientais (CÂMARA, 2011).

Sua expansão para outros países ocorreu devido suas características nutritivas, industriais e a adaptabilidade a diferentes latitudes, solos e condições climáticas. No Brasil, a introdução desta leguminosa ocorreu em 1882, mas somente a partir de 1960, impulsionada pela política de subsídios ao trigo, se estabeleceu como cultura economicamente importante para o país. No final dos anos 70, mais de 80% da produção brasileira de soja se concentrava no sul do país. A região central participava com menos de 2%. A partir de 1980, esse percentual passou para 20%, em 1990 já era superior a 40% e em 2004 alcançou os 64% (EMBRAPA, 2004; FUNDAÇÃO MT, 2011).

Em 2015 a área cultivada no Brasil foi de 57,5 milhões de hectares, com estimativa de produção em 206,3 milhões de toneladas. Entre as espécies cultivadas, a soja ocupa mais de 55% da área cultivada, sendo responsável por mais de 46% da produção nacional de grãos (CONAB, 2015).

Entre os estados brasileiros produtores de soja, três estados se destacam quanto à área cultivada e produção da leguminosa. O Mato Grosso é o estado brasileiro que tem a maior área cultivada e produção. Na safra 2014/15, a área cultivada com soja foi superior a 13 milhões de hectares, com produção acima de 49 milhões de toneladas. No Estado do Paraná, a área cultivada foi superior a 9 milhões de hectares, com produção de 37,8 milhões de toneladas. O Estado do Rio

Grande do Sul cultivou a leguminosa em aproximadamente 8,5 milhões de hectares e produziu um volume de 32,7 milhões de toneladas (Figuras 1 e 2).

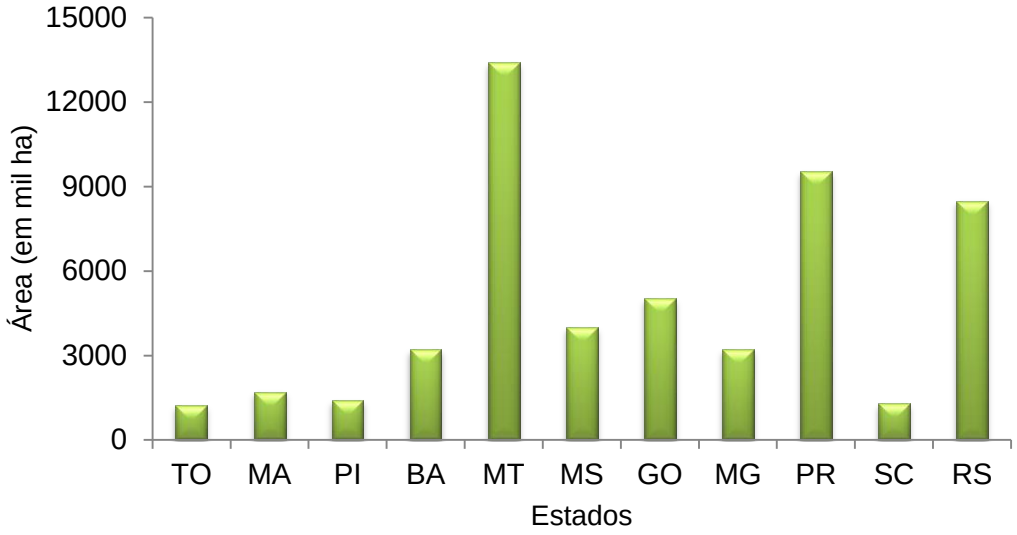

Figura 1. Área cultivada com soja nas principais regiões produtoras do Brasil na safra 2014/15 (CONAB, 2015).

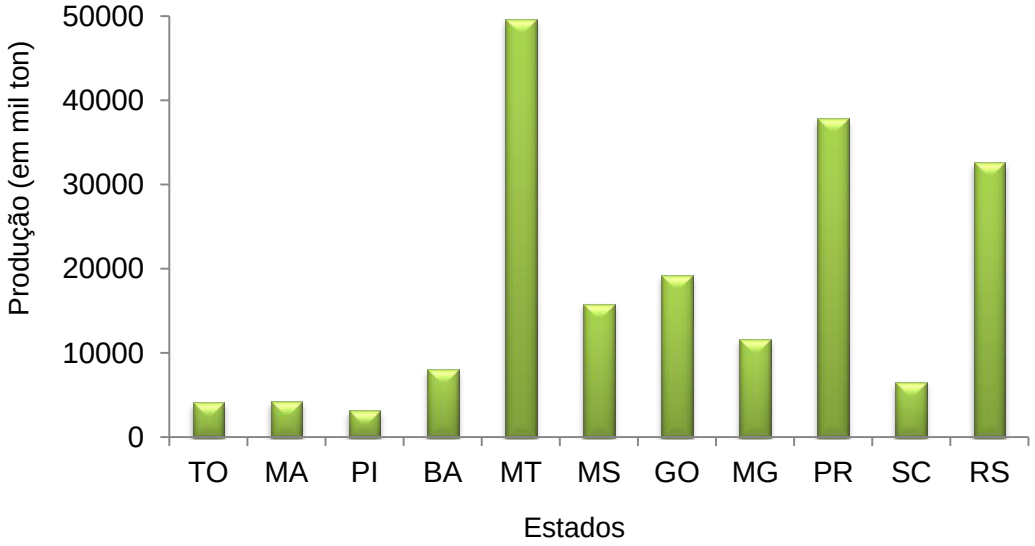

Figura 2. Produção da soja nas principais regiões produtoras do Brasil na safra 2014/15 (CONAB, 2015).

2.1.2 Características da cultura

A soja pertence a família Fabaceae (Leguminosae), gênero Glycine, espécie *Glycine max* e forma cultivada *Glycine max* (L.) Merrill. É uma planta anual, herbácea, ereta, autógama com hábito de crescimento determinado ou indeterminado (SEDIYAMA et al., 2009a).

O desenvolvimento da planta é dividido em estádios vegetativo (VE, VC, V1, V2, V3,... Vn) e reprodutivo (R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7 e R8), segundo Neumaier et al. (2009). O sistema radicular é constituído de raiz axial principal e de raízes secundárias. O caule é do tipo herbáceo, ereto, pubescente e ramificado. O tipo de folha varia com o desenvolvimento da planta, apresentando inicialmente as cotiledonares (estádio VC), posteriormente as unifolioladas (estádio V1) e a partir do estádio V2 as trifolioladas. As flores são completas ocorrendo em racemos terminais ou axilares. O fruto é do tipo vagem, pubescente e deiscente, geralmente possuem de 2 a 7 cm de comprimento. A semente é composta pelo tegumento que envolve o embrião completamente desenvolvido e possui variações quanto à forma, tamanho, cor do tegumento, cor do hilo e cor dos cotilédones (NOGUEIRA et al., 2009; ROCHA, 2009).

A necessidade de água na cultura vai aumentando com o desenvolvimento da planta, atingindo o máximo durante as fases de floração e enchimento de grãos. A necessidade total de água varia entre 450 a 800 mm ciclo^{-1}. A temperatura atua diretamente em todas as fases da cultura. As condições ótimas de temperatura para o desenvolvimento das plantas de soja estão entre 20 e 30ºC, sendo 30ºC a temperatura ideal (EMBRAPA, 2010).

As cultivares de soja possuem ciclos que podem variar de 75 a 200 dias, dependendo do local e da época de semeadura. São reunidas em grupos de maturação, de acordo com o ciclo, os quais são denominados como precoces, semiprecoces, médios, semitardios e tardios (ROCHA, 2009). A maioria das cultivares adaptadas para as condições brasileiras apresentam ciclo de 90 a 150 dias (SEDIYAMA et al., 2009b).

A soja é classificada como planta de dias curtos, mas existe uma ampla variabilidade genética de resposta às exigências fotoperiódicas (BONATO; VELLO, 1999). Nas regiões tropicais, os fotoperíodos mais curtos durante a estação de

crescimento da soja reduzem o período vegetativo, causando reduções no porte das plantas e, consequentemente, na produtividade. Existe determinado limite de comprimento de dia curto para induzir a floração e suficientemente longo para impedi-lá, caracterizado como fotoperíodo crítico, assim, o comprimento do fotoperíodo crítico varia também entre cultivares de soja (ROCHA, 2009; RODRIGUES et al., 2001).

2.2 Manejo do solo

O uso e manejo adequado do solo devem proporcionar condições favoráveis para a germinação de sementes, crescimento das raízes e também deixar a disposição das culturas, água e nutrientes, além de contribuir para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas (TAVARES et al., 2012).

As formas de manejo do solo alteram suas propriedades físicas, podendo influenciar o crescimento e desenvolvimento das plantas (BERTOL et al., 2001). Portanto seu uso inadequado, principalmente em sistemas intensivos de exploração agrícola, leva à degradação da estrutura, contribuindo com a redução da produtividade das culturas, em vista da complexidade dos fenômenos que envolvem as relações solo-planta-atmosfera (RODRIGUES, 2001).

O revolvimento contínuo e intenso do solo pode resultar em diminuição de sua qualidade. Os principais efeitos são causados, potencialmente, pela pulverização do solo, que aumenta a exposição dos compostos orgânicos, e pelo favorecimento de condições para a formação de uma zona compactada abaixo da camada arada (SEGUY et al., 1984).

Tais observações resultaram em preocupação com a qualidade do solo, entendida, resumidamente, como sua capacidade de manter uma produção de modo sustentável. Uma alternativa para minimizar a mobilização do solo foi a introdução do sistema de plantio direto, que preconiza a semeadura em solo coberto por palha, com o mínimo de mobilização na linha de semeadura, para que o solo permaneça mais protegido do impacto das gotas de chuva. Como consequência, tem crescido o interesse em se avaliar a qualidade do solo submetido a diferentes processos de

cultivo, a fim de definir a tecnologia mais racional de uso do solo (COSTA et al., 2006).

Shultz (1997) divide os sistemas de manejo do solo em sistema convencional, onde o solo é revolvido e a superfície fica exposta, cultivo mínimo, quando há mínima mobilização do solo e o plantio direto ou nenhum preparo, o qual consiste na deposição de sementes diretamente no solo não preparado.

2.2.1 Preparo convencional

O preparo convencional do solo é realizado, basicamente, com aração e gradagens. O sistema promove maior aeração, quebra dos agregados do solo e a incorporação dos resíduos vegetais, provocando rápida decomposição e perda do carbono orgânico no solo, assim como mineralização do nitrogênio e do fósforo orgânico existente no solo (GABRIEL FILHO et al., 2000; DA SILVA, 2012).

O destorroamento excessivo, que existe no preparo convencional, facilita o encrostamento superficial do solo, levando ao selamento superficial e à compactação, limitando a infiltração de água e assim, prejudicando o desenvolvimento das plantas (CASTRO, 1989; SCALÉA, 2007).

Para Silva (1992), o uso contínuo da grade é um dos responsáveis pelo aumento da densidade do solo na subsuperfície, que pode levar a formação de uma camada compactada, conhecida como pé-de-grade, pois, normalmente este implemento trabalha o solo a pouca profundidade.

Hakansson et al. (1988) relatam que o sistema de preparo convencional do solo ocasiona compactação subsuperficial em virtude da mobilização e descompactação mecânica da camada mobilizada, ao mesmo tempo em que a carga aplicada apresenta efeito acumulativo em subsuperfície ao longo dos anos.

Quanto ao efeito dos sistemas de manejo do solo (plantio direto, preparo convencional e reduzido) sobre a altura de plantas de soja, número de vagens, grãos por vagem e produtividade, Reis et al. (2007) não observaram efeito significativo.

Resultados semelhantes foram observados por Menezes (2013), que ao avaliar sistemas de preparo de solo e semeadura na cultura da soja verificou que o preparo convencional não influenciou na altura das plantas.

2.2.2 Preparo reduzido

As técnicas de plantio direto e de cultivo mínimo são consideradas preparo conservacionista, que reduz a degradação do solo e têm sido preconizadas como alternativas para evitar os efeitos indesejáveis do preparo do solo realizado de maneira repetitiva (SILVA, 2000).

O preparo reduzido implica na redução das operações de preparo do solo. É realizado por meio de escarificadores, normalmente equipados com discos de corte na frente de cada haste, para trabalhos em solos com palha na superfície. O equipamento possui também um rolo destorroador, que tem por função diminuir o tamanho dos torrões e nivelar o solo para a semeadura (FURLANI et al., 2003).

O principio básico do preparo reduzido é manter somente a cobertura estritamente necessária. Esta ação proporciona redução da evaporação e aumenta a taxa de infiltração de água, ocasionando maior disponibilidade da água para as culturas, podendo refletir em maiores produtividades (SALTON; MIELNICZUK, 1995; CAMARGO; ALLEONI, 1997).

Klepker e Anghinoni (1995) relatam que os manejos conservacionistas, quando comparados ao preparo convencional, imprimem características químicas, físicas e biológicas distintas ao solo, de maneira a modificar a distribuição e morfologia das raízes, com reflexos no crescimento da parte aérea.

Pereira et al. (2011), avaliando o efeito de sistemas de preparo de solo sobre a cultura da soja, observaram que a altura da planta e inserção de primeira vagem, em plantas cultivadas sobre sistemas de preparo reduzido, não diferiram do preparo convencional e direto.

2.2.3 Plantio direto

O plantio direto constitui-se de um sistema de implantação de culturas em solos não revolvidos e protegidos por cobertura morta, proveniente de restos culturais, coberturas vegetais semeadas para este fim, e de plantas daninhas controladas por métodos químicos combinados (FIDELIS et al., 2003).

Este sistema é uma técnica de cultivo conservacionista, onde o solo, sempre coberto por plantas em desenvolvimento e por resíduos vegetais, tem por finalidade protegê-lo do impacto das gotas de chuva, do escorrimento superficial e das erosões hídrica e eólica (CRUZ et al., 2006).

A adoção de sistemas de cultivo conservacionista, como a semeadura direta, tem se apresentado uma alternativa viável para assegurar a sustentabilidade do uso agrícola do solo. Este sistema de manejo provoca vários eventos físicos, químicos e biológicos no solo, o que resulta em disponibilidades de nutrientes diferenciadas, em relação a outros sistemas de cultivo. Portanto, práticas de manejo do solo que demandam menor revolvimento do mesmo e mantêm restos culturais na superfície, têm suas propriedades bastante difundidas, como, por exemplo, a manutenção da fertilidade (AGBEDE, 2008; SILVEIRA et al., 2010).

Segundo Silva et al. (2005), a utilização de sistemas de manejo, com menor revolvimento do solo, promove maior atividade biológica, aumento nos teores de carbono orgânico, de N total e outros nutrientes, e da capacidade de troca de cátions. Entretanto, neste sistema, comparado ao sistema convencional, pode ocorrer suprimento inadequado de N às plantas em razão da maior perda de nitrato por lixiviação, menor decomposição dos restos de culturas, maior volatilização e desnitrificação e da maior imobilização microbiana. Para Gonçalves et al. (2000), uma alternativa para minimizar o problema, seria manter sempre o solo com cobertura vegetal, com a função de reciclagem de nutrientes da biomassa e de cobertura.

Secco et al. (2005), avaliando sistemas de manejo do solo (plantio direto contínuo; plantio direto com escarificação a cada três anos; plantio direto no verão com escarificação no outono/inverno; preparo conservacionista: escarificador mais grade niveladora, e plantio convencional) sobre a produtividade da soja e do milho não observaram efeito significativo dos sistemas de manejo sobre a produtividade das culturas. Relataram ainda que o estado estrutural (densidade e espaço poroso

do solo) não comprometeu a produtividade, porque as modificações ocorridas nesses atributos físicos, provocadas pelos sistemas de manejo do solo, não foram afetadas de forma suficiente para interferir na produtividade das culturas.

Ferreira et al. (2013), estudando a influência dos manejos do solo (preparo convencional, reduzido e direto) na produtividade da cultura do crambe observaram que a cultura apresentou maior produtividade no preparo convencional, no entanto, no preparo reduzido e direto foram semelhantes.

Ormond (2013) avaliando o efeito de sistemas de manejo de solo e semeadura na cultura da soja observou que a produtividade da cultura não foi influenciada pelo manejo do solo.

2.3 Sistemas de semeadura

As cultivares de soja apresentam melhores desempenhos em populações específicas de plantas, arranjadas para conferi-las porte adequado, menores índices de acamamento e de doenças, alta produtividade e proporcionar maior economia de sementes na semeadura (GILIOLI, 2000).

A densidade entre 200 e 500 mil plantas por hectare, normalmente afeta pouco a produtividade final, devido ao ajuste no número de ramificações, de grãos, massa de 1000 grãos e, principalmente, de vagens por planta, para compensar o efeito da densidade. Esses ajustes ocorrem com o avanço dos estádios de desenvolvimento da população e, também, é dependente da cultivar (OLIVEIRA, 2010).

Com o advento de cultivares de portes mais elevados e melhoria na capacidade produtiva do solo, permitiu-se a redução da densidade de plantas para menos de 400 mil por hectare, que em condições favoráveis ao acamamento recomenda-se entre 200 a 300 mil (EMBRAPA, 2008).

Para uma cultivar, a determinação da densidade ou população de plantas por hectare é muito importante, visto que a quantidade de plantas muito acima da recomendação, além de não proporcionar acréscimos no rendimento de grãos, pode acarretar riscos de perdas por acamamento e aumento do custo de produção. Por outro lado, populações inferiores à recomendada resultam em plantas de baixo

porte, menor competição com as plantas daninhas e maiores perdas na colheita (LINZMEYER JUNIOR et al., 2008; GODOI et al., 2005).

O surgimento de cultivares de soja que apresentam hábito de crescimento indeterminado, maior precocidade, arquitetura compacta, com folíolos pequenos e alto potencial de rendimento de grãos, tem gerado vários questionamentos acerca de arranjos espaciais de plantas que podem conferir maiores produtividade, sem grandes mudanças nos custos de produção (PROCÓPIO, 2013).

O arranjo espacial de plantas afeta a competição intraespecífica e, consequentemente, a quantidade de recursos do ambiente, água, luz e nutrientes disponíveis para cada planta, podendo ser alterado pela densidade de plantas e pelo espaçamento entre as fileiras (RAMBO et al., 2004).

De acordo com Pires et al. (1998), a competição intraespecifica pode ser minimizada a partir de estudos sobre novos arranjos de plantas, como a variação entre as plantas e fileiras que maximizaria o aproveitamento dos recursos ambientais.

Segundo recomendaçoes técnicas para a cultura da soja, o espaçamento entre fileiras deve ser de 0,40 a 0,60 m (EMBRAPA, 2008). No entanto, para Kuss et al. (2008), o espaçamento entre fileiras pode variar de 0,20 a 0,60 m. Contudo, alertam que essa variação depende de características fisiológicas das diferentes cultivares e de condições edafoclimáticas.

Procópio et al. (2014) acrescentam que o espaçamento reduzido entre fileiras vem sendo estudado no Brasil com resultados promissores em termos econômicos e ambientais, não tendo evoluído, principalmente, pela escassez de opções de semeadoras adaptadas a esse sistema.

Trabalhando com variação no espaçamento entre fileiras de 20, 40 e 60 cm e população fixa de 400.000 plantas ha^{-1}, Solano e Yamashita (2012) relatam que o espaçamento de 0,20 m proporcionou maior altura média e diâmetro de planta aos 45 dias após a emergência e que não houve diferença significativa na massa de 100 grãos, altura de inserção de primeira vagem e número de vagens entre os espaçamentos. Também foi observado que o espaçamento 0,60 m promoveu menor produtividade.

Nos sistemas onde o espaço entre fileiras é reduzido, o incremento na produtividade de grãos de soja pode ser atribuído, principalmente, à maior interceptação de luz no início do ciclo de desenvolvimento (DALLEY et al., 2004;

EDWARDS et al., 2005), ou à redução das perdas de água do solo por evaporação (CALISKAN et al., 2007).

Tourino et al. (2002), demostraram que o aumento da densidade populacional reduziu a produtividade da soja e influenciou na altura da planta, no grau de acamamento, no número de vagem por planta e grãos por vagem e na massa de 100 grãos.

Outra forma de semeadura, conhecida como semeadura cruzada, vem sendo testada em anos recentes. Surgiu após observações dos arremates dos talhões de soja, onde algumas linhas se cruzavam proporcionando maiores rendimentos. A operação é caracterizada pela deposição de sementes em uma passada de semeadora, e em seguida, outra operação similar no sentido perpendicular à primeira. No entanto, na literatura científica, há carência de informações sobre os efeitos dessa técnica na produtividade da soja e a sua relação com cultivares e outras práticas de manejo (PROCÓPIO et al., 2013).

Em experimento realizado com o objetivo de avaliar o plantio cruzado na cultura da soja, utilizando uma cultivar de tipo de crescimento indeterminado, Balbinot Junior et al. (2013), observaram que não houve efeito significativo na produtividade da soja entre os tratamentos estudados.

Lima et al. (2012), avaliando o efeito da semeadura em linhas cruzadas sobre a produtividade de grãos na cultura da soja, relatam que todas as características avaliadas, exceto massa de cem grãos, apresentaram diferença estatística e as características altura e população de plantas foram superiores para soja cruzada. Entretanto, o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem foram maiores para soja não cruzada, ou seja, a alta densidade de plantas por hectare e maior altura de plantas, não foram suficientes para manter o número de vagens e grãos por vagem, pelo menos igual a semeadura não cruzada.

Menezes (2013), ao avaliar sistemas de cultivo na produtividade da soja, verificou que a semeadura cruzada sobre o plantio direto, apresentou maiores rendimentos. No entanto, Ormond (2013), observou que a semeadura adensada sobre o plantio direto apresentou maior produtividade quando à semeadura cruzada no plantio direto.

Silva et al. (2015), avaliando doses de adubo e densidade de semeadura em plantio cruzado observaram que a semeadura cruzada com população em dobro e adubação recomendada proporcionou maior produtividade (4976,55 Kg ha^{-1}).

Quanto ao efeito da população de plantas de soja sobre a qualidade das sementes produzidas, Maeda et al. (1983), em trabalho com três cultivares e três populações de plantas (250; 333 e 500 mil pl. ha^{-1}), verificaram, na menor população, sementes com maiores massa, germinação e vigor. No entanto, Vazquez (2008), trabalhando com diferentes populações de plantas por área (300; 400 e 500 mil pl ha^{-1}), não obteve, de maneira geral, alterações na massa de 100 sementes para duas cultivares de soja.

Para Rossi (2012), os resultados sobre a influência da população de plantas nos componentes de produção estão mais evidentes, enquanto que, a influência da população de plantas sobre a qualidade das sementes, ainda são inconsistentes. Em concordância com esta afirmação, Nakagawa et al. (1986), observaram que a qualidade fisiológica foi mais afetada pela época de semeadura em comparação à densidade de plantas de soja.

Representada pela germinação e o vigor, a qualidade fisiológica das sementes determina o seu desempenho no campo, podendo afetar o estabelecimento, o desenvolvimento e o rendimento da cultura. A qualidade das sementes pode ser influenciada por diversos fatores, tais como deficiências nutricionais das plantas, ocorrência de pragas e doenças, extremos de temperatura durante a maturação, flutuações de umidade relativa do ambiente, além de técnicas inadequadas de colheita, de secagem, de beneficiamento, de armazenamento e de transporte. Apesar de serem fatores distintos, a ação e a interação deles pode contribuir para um resultado indesejável expresso por reduções do vigor e da viabilidade das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Para Marcos Filho (2005), a manifestação inicial da menor velocidade de germinação é correspondente aos primeiros sinais de desestruturação das membranas, enquanto à ocorrência de anormalidades nas plântulas, verificada nos estádios finais da deterioração, é determinada pela morte de tecidos importantes em diferentes regiões da semente.

A soja semeada em linhas convencionais, ou seja, não cruzadas, está sujeita ao ataque de diversos patógenos. O maior adensamento da cultura, em semeadura cruzada, estabelece um microclima diferenciado que pode favorecer o estabelecimento de alguns destes patógenos (LIMA et al., 2012), entre eles a ferrugem asiática, causada por *Phakopsora pachyrhizi.*

Segundo Zambolin (2006), umidade relativa superior a 60%, aliado a chuvas constantes de baixa intensidade e temperaturas entre 18 e 25 ºC são ideais para a proliferação da doença.

Até o momento, a única forma de controle da doença, após sua instalação na lavoura, é por meio da aplicação de fungicidas, o que onera os custos da lavoura. Dessa forma, é necessária a combinação de outras práticas agrícolas para o controle mais efetivo das doenças, a fim de garantir a eficiência econômica e ambiental da agricultura. Neste contexto, a adoção do manejo integrado torna-se uma estratégia adequada para atender ao propósito de eficiência e sustentabilidade no controle de doenças. No entanto, pouco avanço se obteve no conhecimento sobre o manejo cultural da ferrugem-asiática da soja, principalmente com relação ao arranjo de plantas (ROESE et al. 2012).

Barbosa et al. (2014), avaliaram os efeitos das épocas de semeadura, populações de plantas e doses reduzidas de fungicidas na severidade da ferrugem asiática e seus reflexos no desenvolvimento e na produtividade da soja, encontraram efeito significativo para épocas e doses de fungicida, e o desenvolvimento do patógeno foi similar em todas as populações testadas.

Domingues (2010) observou maior desenvolvimento da ferrugem asiática da soja semeada em maiores densidades, ressaltando que as cultivares de soja reagem diferentemente quanto ao processo de desenvolvimento do patógeno quando expostas a diferentes condições populacionais.

Madalosso et al. (2010) estudando o espaçamento entrelinhas de duas cultivares associado ao controle químico de *P. pachyrhizi*, concluíram que a redução do espaçamento entrelinhas permitiu melhores condições para o estabelecimento e progresso da epidemia e menor controle da ferrugem asiática.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Condições da área experimental

O experimento foi conduzido de 17 de dezembro de 2014 a 27 de março de 2015, em área de Latossolo Vermelho, cultivado com soja nos últimos três anos, no campo experimental do Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Rondonópolis, situada na latitude 16°28'15" Sul, longitude 54°38'08" Oeste e altitude de 284 metros.

Os dados climáticos referem-se às médias de precipitação, temperaturas máxima e mínima e umidade relativa do ar para os meses de dezembro de 2014, janeiro, fevereiro e março de 2015 (Figura 3). Neste período, a precipitação acumulada foi de 882,2 mm. A temperatura mínima nos quatro meses variou de 19,9 a 24,5 °C e a máxima de 26,8 a 38,1 °C. A umidade relativa do ar nos quatro meses variou de 88,2 a 93,6%.

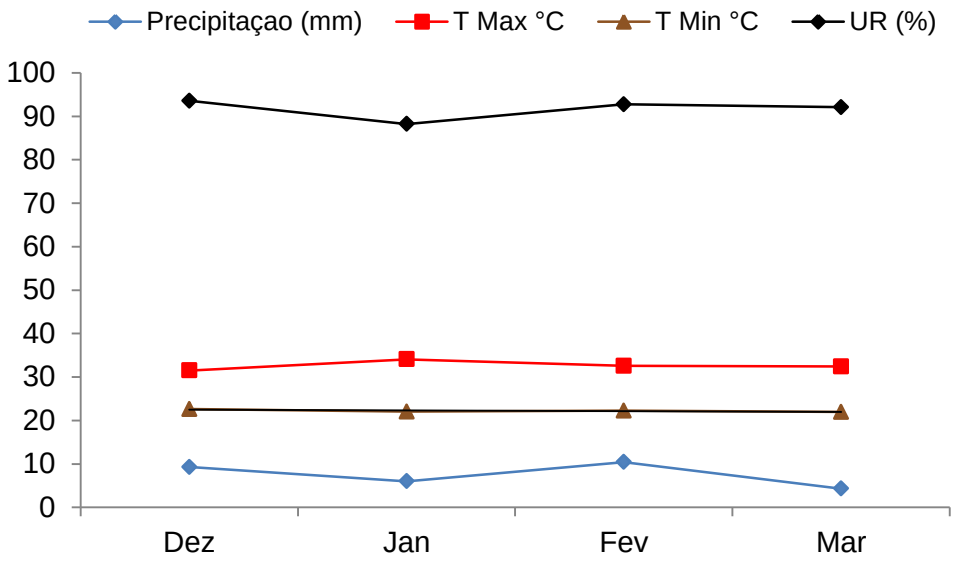

Figura 3. Médias de precipitação, temperaturas máxima (T Max) e mínima (T Min) e umidade relativa do ar (UR) para os meses de dezembro de 2014 a março de 2015 em Rondonópolis-MT (INMET).

3.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, em esquema de faixas 3x3, correspondentes a sistemas de manejo do solo e de semeadura, com quatro repetições, totalizando 36 unidades experimentais. Cada parcela foi composta por 4 metros de largura e 10 metros de comprimento.

Os sistemas de manejo de solo foram constituídos pelos sistemas convencional, com duas gradagens intermediária e duas leve; reduzido, com uma subsolagem na profundidade de 0,30 a 0,40 m e plantio direto. Quanto à semeadura, utilizaram-se os sistemas: convencional, com espaçamento entre linhas de 0,45 m (Figura 4A); adensado, com espaçamento entre linhas de aproximadamente 0,23 m (Figura 4B) e semeadura cruzada, onde se passou duas vezes a semeadora na mesma área, em sentido perpendicular, com espaçamento entre linhas de 0,45 m (Figura 4C).

Figura 4. Sistema de semeadura Convencional (A), Sistema de semeadura adensada (B), Sistema de semeadura cruzada (C).

3.4 Instalação e condução do experimento

Para caracterização química do solo (EMBRAPA, 1997), em cada parcela foram retiradas três amostras na profundidade 0-0,20 m (Tabela 1).

De acordo com a análise de solo, observou-se que a saturação por bases na maioria das parcelas, com exceção da parcela com preparo reduzido e semeadura convencional, estava próxima de 60%, o que é desejável para a cultura da soja. Na parcela com saturação por bases de 45,8% foi feita a calagem, em setembro de 2014, com aplicação de 1,15 t ha^{-1} de calcário dolomítico (PRNT de 80%) para elevação da saturação por bases para 60%.

Tabela 1. Caracterização química do solo.

Amostras	pH	P	K	Ca	Mg	H+Al	M.O	SB	CTC	V
	$CaCl_2$	---mg/dm^3---		--------$cmol_c/dm^3$--------			g/kg	---$cmol_c/dm^3$---		%
PD-SCR	5,7	30,4	186	3,1	1,5	2,6	25,9	5,1	7,7	66,1
PD-SCO	5,5	13,5	161	2,7	1,4	3,0	24,7	4,5	7,5	60,1
PD-SA	5,7	39,6	175	3,3	1,5	2,9	29,3	5,2	8,2	64,4
PR-SCR	5,6	20,7	128	2,6	1,4	2,7	22,0	4,3	7,0	61,6
PR-SCO	4,8	6,3	100	1,7	1,0	3,5	20,0	3,0	6,5	45,8
PR-SA	5,9	14,6	158	2,9	1,6	2,2	24,7	4,9	7,1	69,0
PC-SCR	5,6	43,2	207	2,8	1,3	2,7	23,5	4,6	7,3	63,2
PC-SCO	5,2	7,7	142	2,3	1,3	3,1	25,0	4,0	7,1	56,1
PC-SA	5,8	31,4	184	2,9	1,6	2,4	27,6	5,0	7,4	67,4

PD-SCR – plantio direto com semeadura cruzada; PD-SCO - plantio direto com semeadura convencional; PD-SA plantio direto com semeadura adensada; PR-SCR – preparo reduzido com semeadura cruzada; PR-SCO – preparo reduzido com semeadura convencional; PR-AS – preparo reduzido com semeadura adensada; PC-SCR – preparo convencional com semeadura cruzada; PC-SCO – preparo convencional com semeadura convencional; PC-AS – preparo convencional com semeadura adensada.

Como cobertura vegetal para o sistema de plantio direto e reduzido utilizou-se a vegetação espontânea (Figura 5), que foi dessecada quinze dias antes da semeadura com aplicação do herbicida glifosato (48%). A dose utilizada na área do experimento foi proporcional a 4,0 L ha^{-1}.

Figura 5. Cobertura vegetal espontânea presente na área experimental.

Conforme análise de solo e recomendações para a cultura da soja realizou-se uma adubação de manutenção, consistindo em 60 Kg ha^{-1} de P_2O_5 e K_2O respectivamente, tendo como fonte o superfosfato simples e o cloreto de potássio e 50 Kg ha^{-1} de FTE. A aplicação foi realizada a lanço por meio de um distribuidor de adubos.

Os implementos utilizados no preparo de solo foram: grade intermediária de arrasto, marca Piccin, modelo 16 x 28”; grade leve da marca Köhler, modelo 32 x 22”; subsolador da marca Köhler, modelo 5 x 5 com hastes parabólicas e ponteiras de 8 cm de largura, equipado com discos de corte de palha e rolo destorroador traseiro.

Antes da semeadura procedeu-se o tratamento das sementes com Carboxin+Thiran SC (0,3 L para 100 Kg de sementes) e inoculação com Masterfix L. na proporção de $5x10^9$ bactérias mL^{-1} (100 mL para 50 kg de sementes).

Foi utilizada a cultivar ANTA 82, 15 sementes por metro de sulco. Esta possui ciclo variando de 104 a 107 dias, quando cultivada na região sul do Estado de Mato Grosso, e crescimento semideterminado. É resistente ao cancro da haste, pústula bacteriana, nematoide de cisto (Raças 3) e ao acamamento (TMG, 2015).

O controle das plantas daninhas foi feito com o uso do herbicida glifosato (48%) na dose de 4L ha^{-1}. Para controlar a incidência de insetos utilizou-se o inseticida endosulfan (35%) na dose de 1,5 L ha^{-1}. Para o controle da ferrugem

asiática da soja foram feitas duas aplicações, com intervalo de 15 dias, de Azoxistrobina+Ciproconazol na dose de 300 mL ha^{-1}.

3.5 Variáveis analisadas

3.5.1 Ferrugem asiática da soja

Para a determinação da severidade da ferrugem e número de pústula por cm^2 foram feitas quatro avaliações, com intervalo de 14 dias, sendo a primeira realizada aos 44 dias após a semeadura (DAS). Para cada parcela foram avaliadas cinco plantas.

A severidade da ferrugem foi avaliada segundo Polizel e Julliati (2010), na qual consiste em apresentar valores de porcentagem de área foliar coberta com sintomas. Avaliou-se um folíolo central retirado de um trifólio do terço médio da planta.

As contagens do número de pústulas foram realizadas com o auxílio de uma lupa (aumento de 20X), no folíolo central retirado de um trifólio, localizado no terço médio da planta, em uma área correspondente a 1 cm^2, situada no face abaxial no centro da folha.

Com os dados de severidade e número de pústula cm^{-2} determinou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) por meio do programa AVACPD, da Universidade Federal de Viçosa (TORRES; VENTURA, 1991).

3.5.2 Altura da planta e inserção de primeira vagem

Para determinação da altura da planta na floração (APF), maturação (APM) e inserção de primeira vagem (AIPV) foram avaliadas cinco plantas por parcela, utilizando uma régua graduada em centímetro.

Para a altura da planta foi considerado a distância da superfície do solo até a extremidade superior do caule principal, avaliada no estádio R1(NEUMAIER et al., 2009).

Na maturação, a altura da planta foi avaliada no estádio R8, quando 95% das vagens estão com coloração de maduras (NEUMAIER et al., 2009).

A altura de inserção de primeira vagem foi avaliada no estádio R8, correspondente a distância entre a superfície do solo e a inserção da primeira vagem.

3.5.3 Índice de clorofila

O índice de clorofila foi avaliado utilizando-se um medidor eletrônico (ClorofiLOG – CFL 1030). Foram feitas três avaliações com intervalo de 14 dias, sendo a primeira realizada aos 44 dias após a semeadura. As medições consistiram na verificação de três pontos por folha no terço médio da planta, sendo avaliadas três plantas por parcela.

3.5.4 Produtividade

A colheita foi realizada manualmente na área útil da parcela, correspondente a 9 m^2. As plantas foram quantificadas e as sementes removidas por meio de uma trilhadora de cereais. Posteriormente pesou-se as sementes em balança digital (Balmax ELC 15) e o teor de umidade determinado por um aparelho portátil (Agrologic AL-102 ECO). Após este procedimento, a umidade das sementes foi corrigida para 13% (WEBER, 2001) e a produtividade da parcela convertida para Kg ha^{-1}.

3.5.5 Número de vagens por planta e grãos por vagem

A quantificação do número de vagens por planta e grãos por vagem foi feita em três plantas por parcela, separadas no momento da colheita.

3.5.6 Tamanho de sementes

A determinação desta variável foi baseada no teste de uniformidade (BRASIL, 2009). Foram utilizadas cinco peneiras com crivos circulares, cada uma com diâmetro distinto (4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5 mm) e duas repetições de 100 g de sementes para cada tratamento. As sementes foram dispostas sobre uma coluna de peneiras (Figura 6), e o conjunto agitado por 1 minuto. Após este procedimento, as sementes retidas em cada peneira foram pesadas, determinando a média da porcentagem de sementes retidas em cada peneira.

Figura 6. Coluna de peneiras utilizadas no teste de uniformidade

3.5.7 Peso de mil sementes

Para a determinação do peso de mil sementes foram pesadas oito repetições de 100 sementes e calculada a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação (CV) entre as amostras. Não observando CV superior a 4%, utilizou-se a média das oito repetições multiplicada por dez (BRASIL 2009).

3.5.8 Semente esverdeada

O percentual médio de sementes esverdeadas nas amostras foi obtido segundo Zorato (2007). Para cada tratamento foram avaliadas 200 sementes, divididas em quatro repetições de 50 sementes. Em ambiente bem iluminado foi verificado a presença ou a ausência da coloração verde nos cotilédones das sementes, que não foram expostas a nenhum tratamento.

3.5.9 Vigor e viabilidade das sementes

Para avaliar o vigor e a viabilidade das sementes, foram empregadas duas subamostras de 50 sementes para cada tratamento. As sementes foram pré-umedecidas em papel germitest com água destilada por 16 horas, à temperatura média de 25 °C. Após este período, foram colocadas em copos plásticos, submersas em solução a 0,05% de sal de 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio e levadas para estufa a 35 °C ± 2 °C até atingir coloração ideal para a avaliação. Vencido o período de coloração, a solução foi drenada e as sementes foram lavadas em água corrente. As avaliações de vigor e viabilidade, assim como os principais danos fisiológicos das sementes, foram feitas de acordo com os critérios de França Neto et al. (1998).

3.6 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, pelo programa SISVAR (FERREIRA, 2008). Também foi realizada análise de correlação entre as variáveis estudadas, utilizando o programa estatístico ASSISTAT, versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2009).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Ferrugem asiática

Não houve efeito significativo dos sistemas de manejo de solo e semeadura sobre o número de pústulas de ferrugem asiática cm^{-2} (Tabela 2). Os dados médios da AACPD para o número de pústula por cm^2 variaram de 256,6 a 293,7 nos sistemas de manejo de solo e de 226,9 a 313 nos sistemas de semeadura.

Tabela 2. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para o número de pústulas cm^{-2} em função dos sistemas de manejo e semeadura.

Sistemas de semeadura	Sistemas de manejo de solo			$\bar{X}$
	Convencional	Direto	Reduzido	
Adensada	292,1 aA	292,2 aA	321,4 aA	301,9 a
Convencional	265,4 aA	211,7 aA	203,5 aA	226,9 a
Cruzada	323,7 aA	266,0 aA	349,3 aA	313,0 a
$\bar{X}$	293,7 A	256,6 A	291,4 A	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

No entanto, para a severidade da ferrugem observou-se influencia significativa dos sistemas de semeadura (Tabela 3). Corroborando com estes resultados, Barbosa et al. (2014) observaram desenvolvimento similar do patógeno nas três densidades de semeadura testadas.

Tabela 3. Área abaixo da curva de progresso da doença em função da severidade da ferrugem asiática nos sistemas de manejo de solo e semeadura.

Sistemas de semeadura	Sistemas de manejo de solo			$\bar{X}$
	Convencional	Direto	Reduzido	
Adensada	2396,7 aA	2435,3 aA	2449,9 aA	2427,0 a
Convencional	2450,0 aA	2290,7 aA	2056,2 aA	2265,6 b
Cruzada	2566,7 aA	2508,3 aA	2304,1 aA	2459,7 a
$\bar{X}$	2470,8 A	2411,4 A	2270,1 A	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, á 5% de probabilidade.

No entanto, Domingues (2010) observou maior desenvolvimento da ferrugem asiática da soja semeada em maiores densidades, ressaltando que as cultivares de soja reagem diferentemente quanto ao processo de desenvolvimento do patógeno quando expostas a diferentes condições populacionais.

Os dados da AACPD em função da severidade da doença (Tabela 3) demonstram que a ferrugem teve maior desenvolvimento nos sistemas de semeadura adensada e cruzada. Essas formas de semeadura permitem a formação de um ambiente favorável ao desenvolvimento do patógeno (LIMA et al., 2012). Devido ao adensamento das plantas, um microclima quente e úmido é formado por mais tempo (MADALOSSO, 2007). Esta condição é fundamental para aumentar a reprodução e disseminação do fungo, além de interferir na eficácia do controle químico.

Informações semelhantes foram observadas por Madalosso et al. (2010), ao avaliarem a resposta de cultivares de soja, submetidas a diferentes espaçamentos entrelinhas e programas de controle sob pressão natural dos patógenos, durante as safras 07/08 e 08/09.

A temperatura tem grande influência na reprodução do fungo *P. pachyrhizi*. Segundo Tsukahara et al. (2008), a temperatura entre 15 e 25 °C favorece um maior desenvolvimento da doença. Durante a condução do presente experimento observou-se alta disseminação do fungo (Tabela 3) mesmo em condições de temperatura elevada (Figura 3).

Para Roese et al. (2012), o aumento do espaçamento entre linhas de semeadura é uma estratégia passível de ser inserida ao manejo integrado da ferrugem-asiática da soja, principalmente quando as semeaduras são realizadas em regiões de alta pressão de inóculo.

4.2 Índice de clorofila

Os índices de clorofila avaliados aos 44, 58 e 72 dias após a semeadura não foram influenciados pelos sistemas de preparo de solo e semeadura (Tabela 4). Os valores observados variaram de 43,4 a 51,7. Ormond (2013) encontrou resultados

semelhantes, ao avaliar os sistemas de preparo de solo e semeadura, observando uma variação no índice de clorofila de 48 a 52.

Tabela 4. Índice de Clorofila aos 44, 58 e 72 DAS em função dos sistemas de manejo do solo e semeadura.

Sistemas de semeadura	Sistemas de manejo de solo			$\bar{X}$
	Convencional	Direto	Reduzido	
		1° Avaliação		
Adensada	44,8 aA	46,1 aA	44,7 aA	45,2 a
Convencional	45,5 aA	44,6 aA	45,3 aA	45,1 a
Cruzada	45,9 aA	45,8 aA	44,4 aA	45,4 a
$\bar{X}$	45,4 A	45,5 A	44,8 A	
		2° Avaliação		
Adensada	44,3 aA	44,9 aA	45,0 aA	44,7 a
Convencional	44,8 aA	45,0 aA	45,0 aA	44,9 a
Cruzada	44,6 aA	45,0 aA	45,1 aA	45,6 a
$\bar{X}$	44,6 A	45,6 A	45,0 A	
		3° Avaliação		
Adensada	49,0 aA	43,4 aA	50,2 aA	47,6 a
Convencional	49,8 aA	46,1 aA	44,9 aA	47,0 a
Cruzada	50,2 aA	48,1 aA	51,7 aA	50,0 a
$\bar{X}$	50,0 A	46,0 A	49,0 A	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, á 5% de probabilidade.

Segundo Chapman e Barreto (1997), o teor de clorofila pode indicar o nível nutricional de nitrogênio em plantas, pois 50 a 70% do N total das folhas são integrante de enzimas que estão associadas aos cloroplastos.

O teor de clorofila nas folhas possui um papel fundamental no processo fotossintético das plantas, no entanto, diversas doenças causam lesões nas folhas, destruindo o pigmento fotossintetizante (SOUSA, 2011).

4.3 Características agronômicas

De acordo com a análise de variância observou-se interação entre os sistemas de manejo do solo e semeadura para altura da planta na floração,

maturação e inserção de primeira vagem, número de vagens por planta e com três grãos, porcentagem de sementes retidas na peneira 6,0 mm, sementes esverdeadas e produtividade. Para as demais variáveis não houve efeito significativo.

As maiores altura de planta na floração foram encontradas no sistema de plantio direto com semeadura adensada e cruzada, seguidas do preparo reduzido com as três formas de semeadura. Os valores observados variaram de 23,6 a 28,3 cm (Tabela5).

Tabela 5. Altura da planta na floração (cm) em função dos sistemas de manejo de solo e semeadura.

Sistemas de semeadura	Sistemas de manejo de solo			$\overline{X}$
	Convencional	Direto	Reduzido	
Adensada	22,8 aB	28,3 aA	25,8 aA	25,6 b
Convencional	20,8 aB	22,8 bAB	23,6 aA	22,4 a
Cruzada	22,8 aB	26,3 aA	24,6 aAB	24,6 b
$\overline{X}$	22,2 B	25,8 A	24,7 A	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, á 5% de probabilidade.

Para Agbede et al. (2008), o sistema de plantio direto provoca vários eventos físicos, químicos e biológicos no solo, o que resulta em disponibilidades de nutrientes, em relação a outros sistemas de cultivo. Segundo Câmara et al. (2012), nos espaçamentos com fileiras cruzadas e em fileiras duplas, o maior crescimento de plantas de soja, se deve, principalmente, ao fechamento mais rápido da copa, lançando essas lavouras mais precocemente na fase de crescimento máximo.

Solano e Yamashita (2012) relatam que o espaçamento de 0,20 m proporcionou maior altura média e diâmetro de planta aos 45 dias após a emergência das plantas.

Na maturação, a altura de plantas foi influenciada pelos sistemas de manejo do solo e semeadura. Observou-se que as maiores alturas de planta foram obtidas no sistema de manejo de solo convencional com semeadura cruzada, plantio direto com semeadura adensada e cruzada, e preparo reduzido com as três formas de semeadura (Tabela 6).

Tabela 6. Altura da planta na maturação (cm) em função dos sistemas de manejo de solo e semeadura.

Sistemas de semeadura	Sistemas de manejo de solo			$\bar{X}$
	Convencional	Direto	Reduzido	
Adensada	70,8 aB	78,0 aA	72,4 aAB	73,7 a
Convencional	61,1 bB	67,2 bAB	68,1 aA	65,5 b
Cruzada	71,5 aA	78,0 aA	73,5 aA	74,3 a
$\bar{X}$	67,8 A	74,4 A	71,3 A	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, á 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes foram encontrados por Lima et al. (2012), ao avaliarem o efeito da semeadura em linhas cruzadas e não cruzadas sobre a cultura da soja, onde as plantas cultivadas no sistema cruzado apresentaram maior altura quando comparadas ao sistema convencional.

Balbinot Junior et al. (2015), avaliando uma variedade de soja de crescimento indeterminado quanto a densidade e arranjo espacial das plantas, encontraram efeito isolado da densidade sobre a altura das plantas. Os mesmos relatam que a maior densidade de semeadura conferiu maior altura às plantas, possivelmente em razão da menor qualidade de luz presente no dossel.

Board (2000), explica que a qualidade da luz, percebida pelas plantas por meio dos fotorreceptores, afeta o padrão de crescimento das plantas. Em baixa qualidade da luz, as plantas de soja tendem a exibir alto crescimento em altura, a fim de incrementar a interceptação desse recurso, além de emitir menor quantidade de ramos.

Para Tavares et al. (2012), a altura de plantas para a cultura da soja é uma característica importante a ser observada já que plantas altas podem acamar em lugares de ventos muito fortes e plantas com porte muito baixo restringe o desempenho das máquinas agrícolas na colheita.

Silva et al. (2010) recomendam que as plantas de soja na fase de colheita estejam com altura superior a 65 cm. Pode-se observar que, exceto o preparo convencional com semeadura convencional, os tratamentos neste experimento proporcionaram esta condição.

As maiores alturas de inserção de primeira vagem foram favorecidas pelos sistemas de plantio direto e preparo reduzido quando semeado de forma adensada e

cruzada. As menores alturas de inserção de primeira vagem foram obtidas com semeadura convencional nos três sistemas de manejo de solo (Tabela 7).

Tabela 7. Altura de inserção de primeira vagem (cm) em função dos sistemas de manejo de solo e semeadura.

Sistemas de semeadura	Sistemas de manejo de solo			$\bar{X}$
	Convencional	Direto	Reduzido	
Adensada	14,0 aB	16,8 aA	15,1 aAB	15,3 a
Convencional	10,4 bA	12,2 bA	12,9 aA	11,8 b
Cruzada	13,6 aB	16,5 aA	15,2 aAB	15,1 a
$\bar{X}$	12,7 A	15,2 A	14,4 A	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, á 5% de probabilidade.

Procópio et al. (2014), encontraram resultados semelhantes para a altura de inserção de primeira vagem, ao avaliar o efeito do espaçamento entre linhas de semeadura na cultura da soja. A maior altura de inserção da primeira vagem foi verificada em sistema de semeadura com fileiras duplas, no entanto, não se diferiu quando as fileiras estavam dispostas de forma convencional, espaçadas de 19 cm.

Para Marques (2010), a altura mínima de inserção da primeira vagem deve ser 10 cm. Nesta condição as perdas, que podem ocorrer no momento da colheita pela barra de corte, podem ser reduzidas.

Ferreira Júnior et al. (2010) afirmam que em solos relativamente planos e com utilização de colhedoras adequadas, pode-se efetuar a colheita eficientemente com a altura da primeira vagem em torno de 10 cm. Observa-se que todos os tratamentos proporcionaram esta condição.

Em relação ao percentual de vagens com um, dois, três e quatro grãos, a semeadura adensada e cruzada associada ao sistema de preparo reduzido proporcionou menor produção de vagem com 3 grãos (V3) quando comparado com a semeadura convencional no preparo reduzido. Quanto ao percentual de vagens com um, dois e quatro grãos, verificou-se que os sistemas de preparo de solo e semeadura não influenciaram na sua produção (Tabela 8).

Tabela 8. Percentual de vagens com um (V1), dois (V2), três (V3) e quatro grãos (V4) por planta em função dos sistemas de manejo do solo e semeadura.

Sistemas de semeadura	Sistemas de manejo de solo			$\overline{X}$
	Convencional	Direto	Reduzido	
		V1		
Adensada	2,1 aA	2,2 aA	4,4 aA	2,9 a
Convencional	4,0 aA	3,0 aA	2,3 aA	3,1 a
Cruzada	4,0 aA	5,4 aA	5,0 aA	4,8 a
$\overline{X}$	3,4 A	3,5 A	3,9 A	
		V2		
Adensada	32,3 aA	30,2 aA	33,7 aA	32,1 a
Convencional	30,1 aA	23,9 aA	26,0 aA	26,7 a
Cruzada	30,1 aA	31,7 aA	35,5 aA	32,4 a
$\overline{X}$	30,8 A	28,6 A	31,7 A	
		V3		
Adensada	58,5 aA	62,3 aA	56,7 abA	59,2 a
Convencional	61,4 aA	67,4 aA	67,3 aA	65,3 a
Cruzada	60,1 aA	59,3 aA	55,4 bA	58,3 a
$\overline{X}$	60,0 A	63,0 A	59,8 A	
		V4		
Adensada	7,1 aA	5,4 aA	5,2 aA	5,9 a
Convencional	4,5 aA	5,8 aA	4,4 aA	4,9 a
Cruzada	5,9 aA	3,6 aA	4,1 aA	4,5 a
$\overline{X}$	5,8 A	4,9 A	4,6 A	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, á 5% de probabilidade.

O percentual de vagens por planta foi influenciado pelo sistema de semeadura dentro dos sistemas de manejo do solo (Tabela 9). Observou-se que a produção de vagens reduziu com o adensamento de plantas, variando inversamente proporcional com a altura de planta na maturação (Tabelas 6).

Tabela 9. Número médio de vagens por planta em função dos sistemas de manejo do solo e semeadura.

Sistemas de semeadura	Sistemas de manejo de solo			$\overline{X}$
	Convencional	Direto	Reduzido	
Adensada	57,1 bA	56,1 bA	48,7 bA	53,9 b
Convencional	99,2 aA	97,8 aA	95,9 aA	97,3 a
Cruzada	75,7 abA	45,0 bA	54,3 bA	58,3 b
$\overline{X}$	77,3 A	66,3 A	66,3 A	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, á 5% de probabilidade.

As maiores produções de vagens por planta foram obtidas com a semeadura convencional, no preparo convencional (99,2), direto (97,8) e reduzido (95,9), no entanto, não se diferiu do preparo convencional com semeadura cruzada (75,7).

Busanelo et al. (2013) encontraram resultados semelhantes ao avaliar cinco densidade de semeadura (5,10, 20, 30 e 40 pl m^{-2}) sobre o caracteres agronômicos da cultura da soja.

Para Rambo et al. (2003), a maior demanda de fotoassimilados, proporcionada pelo maior número de vagens, pode ter sido suprida nos tratamentos com menor competição intraespecífica, principalmente por luz. Em densidades maiores, isto pode não ter ocorrido porque o dossel da soja apresenta uma camada superior de folhas que dificulta a penetração de luz nos estratos inferiores.

Knebel et al. (2006) e Silva et al. (2013) verificaram que as maiores produções de vagem por planta foram obtidas em espaçamento entre linhas de 0,50 m. Para Balbinot Junior et al. (2015), o espaçamento de 0,60 m proporcionou maior número de vagem por planta. Tourino et al. (2002), avaliando a soja em espaçamentos de 0,45 e 0,60 m, não observaram efeito significativo na produção de vagem.

O peso de mil sementes não sofreu influência dos sistemas de manejo de solo e semeadura (Tabela 10). Ormond (2013), Mauad, et al. (2010) e Mattioni et al. (2008) obtiveram resposta similar ao presente estudo.

Tabela 10. Peso de mil sementes (g) em função dos sistemas de manejo do solo e semeadura.

Sistemas de semeadura	Sistemas de manejo de solo			$\bar{X}$
	Convencional	Direto	Reduzido	
Adensada	115,3 aA	119,9 aA	118,9 aA	118,0 a
Convencional	117,9 aA	117,3 aA	117,9 aA	117,7 a
Cruzada	119,0 aA	121,6 aA	119,5 aA	120,0 a
$\bar{X}$	117,4 A	119,6 A	118,8 A	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, á 5% de probabilidade.

Para Rambo et al. (2003), a inexistência à resposta diferenciada para rendimento de grãos está relacionada a plasticidade fenotípica da soja. Esta plasticidade consiste na capacidade da planta alterar sua morfologia e componentes

do rendimento, a fim de adequá-los à condição imposta pelo arranjo de plantas (COOPERATIVE EXTENSION SERVICE AMES, 1994).

Silva et al. (2015), avaliando dois espaçamentos, 0,40 e 0,50 m, e duas formas de semeadura, observaram que os dois espaçamentos na semeadura cruzada apresentaram maior massa de 100 grãos quando comparada a semeadura convencional.

O teste de uniformidade (retenção em peneiras) demostrou que a maior proporção de sementes ficaram retidas na peneira 5,5mm seguida da peneira 5,0. A porcentagem de sementes com tamanho de 4,5, 5,0, 5,5 e 6,5 mm não foi influenciada pelo manejo do solo e semeadura. Quanto a porcentagem de sementes retidas na peneira de 6,0 mm, observou-se que o sistema convencional de semeadura no plantio direto e preparo reduzido proporcionaram menor produção (Tabela 11).

Tabela 11. Porcentagem de sementes com tamanho de 4,5, 5,0, 5,5, 6,0 e 6,5 mm em função dos sistemas de manejo de solo e semeadura.

Sistemas de semeadura	Sistemas de manejo de solo			$\bar{X}$
	Convencional	Direto	Reduzido	
		4,5 mm		
Adensada	9,6 aA	8,9 aA	7,0 aA	8,5 a
Convencional	8,5 aA	11,6 aA	10,1 aA	10,1 a
Cruzada	10,4 aA	11,0 aA	9,5 aA	10,3 a
$\bar{X}$	9,5 A	10,5 A	8,9 A	
		5,0 mm		
Adensada	34,1 aA	30,8 aA	31,5 aA	32,1 a
Convencional	27,9 aA	33,0 aA	36,0 aA	32,3 a
Cruzada	30,7 aA	27,8 aA	27,5 aA	28,7 a
$\bar{X}$	30,9 A	30,5 A	31,7 A	
		5,5 mm		
Adensada	40,2 aA	41,1 aA	42,2 aA	41,2 a
Convencional	38,1 aA	37,4 aA	38,3 aA	37,9 a
Cruzada	37,4 aA	34,6 aA	38,8 aA	36,9 a
$\bar{X}$	38,6 A	37,7 A	39,8 A	
		6,0 mm		
Adensada	12,7 aA	15,1 aA	15,8 aA	14,5 a
Convencional	19,9 aA	12,1 aB	11,9 aB	14,7 a
Cruzada	15,8 aA	18,1 aA	19,1 aA	17,7 a
$\bar{X}$	16,1 A	15,1 A	15,6 A	
		6,5 mm		
Adensada	1,0 aA	1,2 aA	1,6 aA	1,2 a

Convencional	3,0 aA	1,1 aA	0,9 aA	1,6 a
Cruzada	2,1 aA	2,6 aA	1,6 aA	2,1 a
$\overline{X}$	2,0 A	1,6 A	1,3 A	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, à 5% de probabilidade.

Corroborando com estes resultados, Nakagawa et al. (2003) classificaram com peneiras de crivos oblongos (6,35 x 19,05 mm; 5,95 x 19,05 mm; 5,56 x 19,05 mm; 5,16 x 19,05 mm; 4,76 x 19,05 mm; 4,37 x 19,05 mm e 3,97 x 19,05 mm) sementes de soja provenientes de plantio direto, preparo convencional e reduzido, e constataram que houve maior retenção de sementes na peneira de 5,56 x 19,05 mm. No entanto não encontrou diferença significativa entre os sistemas de manejo de solo.

Vazquez et al. (2008), avaliando a redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja, encontraram efeito significativo da densidade de planta sobre a quantidade de sementes retida nas peneiras de 5,95 e 6,74 mm. A maior porcentagem de sementes retida na peneira de 5,95 foi proporcionada pela população de 165 000 pl ha^{-1}. Na peneira de 6,74 a população de 400 000 pl ha^{-1} favoreceu maior porcentagem.

Para serem comercializadas, as sementes precisam atingir o padrão de qualidade. Entre as exigências encontra-se o potencial de germinação, que à exceção da categoria básica, deve ser igual ou superior a 80% (BRASIL, 2013). Assim, pode-se notar que todos os tratamentos proporcionaram condições para que as sementes pudessem se desenvolver e obter elevada qualidade. No entanto, não foi observada diferença significativa em relação ao vigor e a viabilidade das sementes (Tabela12).

Tabela 12. Vigor e viabilidade de sementes de soja em função dos sistemas de manejo de solo e semeadura.

Sistemas de semeadura	Sistemas de manejo de solo			$\overline{X}$
	Convencional	Direto	Reduzido	
		Vigor (%)		
Adensada	85,0 aA	93,5 aA	83,0 aA	87,2 a
Convencional	84,5 aA	84,0 aA	80,5 aA	83,0 a
Cruzada	79,0 aA	78,5 aA	83,5 aA	80,3 a
$\overline{X}$	82,8 A	85,3 A	82,3 A	
		Viabilidade (%)		

Adensada	90,0 aA	95,0 aA	90,5 aA	91,8 a
Convencional	91,0 aA	88,0 aA	86,0 aA	88,3 a
Cruzada	85,5 aA	86,0 aA	85,5 aA	85,7 a
$\overline{X}$	88,8 A	89,7 A	87,3 A	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, á 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes foram observados por Nakagawa et al. (2003), ao trabalharem com sistemas de manejo de solo e Vazquez et al. (2008), com densidade de semeadura. Ambos por meio de testes de germinação e envelhecimento acelerado não encontraram diferença significativa na qualidade fisiológica de sementes de soja. Contudo, ao avaliar o efeito da densidade de plantas sobre a qualidade fisiológica das sementes, Nakagawa et al. (1986) observaram que o potencial de germinação foi maior quando se utilizou 30 plantas m^{-1}, sendo o menor potencial de germinação e vigor obtidos com 10 plantas m^{-1}.

Segundo Delouche e Baskin (1973), a qualidade das sementes é influenciada pelo genótipo, sendo máxima na maturidade fisiológica. No entanto, França Neto (2000) acrescenta outros fatores como danos mecânicos, por percevejo e deterioração causada por fatores climáticos.

No sistema de plantio direto com semeadura adensada ocorreu maior uniformidade na maturação das sementes, demonstrada pelo menor porcentual de sementes esverdeadas quando comparado aos demais (Tabela 13).

Câmara e Heiffig (2000) associam a presença de sementes esverdeada à maturação desuniforme e ao ataque de insetos, principalmente percevejos, pois causam retenção de haste verde.

Tabela 13. Percentual de sementes esverdeadas em função dos sistemas de manejo de solo e semeadura.

Sistemas de semeadura	Sistemas de manejo de solo			$\overline{X}$
	Convencional	Direto	Reduzido	
Adensada	12,8 aA	5,0 bA	10,4 aA	9,4 a
Convencional	14,9 aA	13,8 aA	11,4 aA	13,3 a
Cruzada	15,8 aA	14,3 aA	13,8 aA	14,5 a
$\overline{X}$	14,5 A	11,0 A	11,7 A	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, á 5% de probabilidade.

O porcentual de sementes esverdeada tem grande influência na qualidade fisiológica das sementes. Comparando as médias de vigor e viabilidade (Tabela 12) com as médias de sementes esverdeadas em cada tratamento observa-se uma relação inversamente proporcional, onde o aumento de sementes esverdeadas reduziu o vigor e viabilidade.

Zorato et al. (2007) afirmaram que a presença de pigmentos verdes interferem no vigor e no poder germinativo das sementes, sendo maior quanto mais elevado for o porcentual de sementes esverdeadas presentes no meio.

Medina et al. (1997), ao comparar lotes de sementes com presença e ausência de sementes esverdeadas, observaram maiores índices de germinação nos tratamentos com ausência do grão verde.

Ferreira et al. (2015) avaliando o efeito da densidade de plantas sobre o tamanho e a retenção de clorofila em grãos de soja, afirmam que os grãos provenientes de campos com maior densidade populacional tem uma condição mais apropriada ao enchimento, pois a alta incidência de sementes verdes presente em densidades menores não foram verificadas quando se aumentou a população de plantas.

Quanto à produtividade, observa-se que o sistema de plantio direto com semeadura adensada destacou entre os demais, proporcionando maior rendimento de grãos (2321,2 Kg ha^{-1}). O sistema de preparo reduzido não se diferiu do preparo convencional, e o sistema de semeadura convencional proporcionou menor rendimento de grãos (Tabela 14).

Tabela 14. Produtividade de grãos (kg ha^{-1}) em função dos sistemas de manejo do solo e semeadura.

Sistemas de semeadura	Sistemas de manejo de solo			$\bar{X}$
	Convencional	Direto	Reduzido	
Adensada	1633,0 aB	2321,2 aA	1721,1 aB	1892,0 a
Convencional	1123,0 bB	1816,7 bA	1424,1 aAB	1454,6 a
Cruzada	1275,7 abA	1622,0 bA	1669,9 aA	1522,5 a
$\bar{X}$	1343,9 A	1920,0 A	1605,3 A	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, á 5% de probabilidade.

Os benefícios ao solo e consequentemente à produção, proporcionados por estes sistemas de manejo e semeadura, já foram observados por diversos pesquisadores.

Agbede (2008) relata que o sistema de plantio direto provoca vários eventos físicos, químicos e biológicos no solo, resultando na disponibilidade diferenciada de nutrientes em relação a outros sistemas de cultivo.

Voss e Sidiras (1985), afirmam que no plantio direto, há distribuição mais profunda de nódulos no perfil do solo, e maior quantidade quando comparado ao plantio convencional, tendo como consequência maior estabilidade na FBN neste sistema.

Pereira et al. (2011), avaliando sistemas de manejo do solo na soja consorciada com *Brachiaria decumbens* observaram que o sistema de plantio direto apresentou maior produtividade de grãos e produção de fitomassa de *B. decumbens*.

Em relação ao sistema de semeadura, Rambo et al. (2004) afirmam que o arranjo espacial de plantas influencia na competição intraespecífica e, consequentemente, a quantidade de recursos do ambiente disponíveis para cada planta.

Outras observações relatam que nos sistemas de cultivos onde o espaçamento entre fileiras é reduzido, o incremento na produtividade de grãos de soja pode ser atribuído, principalmente, à maior interceptação de luz no início do ciclo de desenvolvimento, ou à redução das perdas de água do solo por evaporação (DALLEY et al., 2004; EDWARDS et al., 2005; CALISKAN et al., 2007).

Komatsu et al. (2010) encontraram diferença significativa na produtividade de duas cultivares com espaçamento entre linhas de 17 e 45 cm. Para estas cultivares, o menor espaçamento proporcionou maior rendimento de grãos.

Knebel et al. (2006), não encontraram diferença na produtividade da soja ao comparar o efeito dos espaçamentos entre linhas de 22,5 e 45 cm. No entanto, ao comparar os espaçamentos de 22,5, 45 e 67,5 notou-se que o maior espaçamento reduziu o rendimento de grãos.

4.4 Correlação entre variáveis

De acordo com os resultados das correlações entre as variáveis analisadas, a produtividade se correlacionou positivamente com a altura da planta na maturação, inserção da primeira vagem, com a peneira de 55 mm, com o vigor e com a viabilidade. No entanto, houve correlação negativa com a severidade (Tabela 16).

A severidade da doença afeta a área foliar, diminuindo a taxa fotossintética das plantas e afetando sua produtividade, conforme relatado por Hikishima et al. (2010). Desta forma, com o aumento da severidade da doença, principalmente após o florescimento, ocorrem danos irreversíveis, reduzindo a área foliar devido ao surgimento de cloroses e necroses que, por sua vez, comprometem o pegamento das vagens e enchimento dos grãos.

A viabilidade das sementes se correlacionou negativamente com a severidade da doença, mas positivamente com o vigor das sementes, concordando com as observações de Pádua et al. (2010). Segundo estes autores, sementes com alto vigor podem emitir raízes primárias mais rapidamente, de modo que sejam produzidas plântulas maiores.

Tabela 15. Correlação simples entre as varáveis

	APM	AIPV	V1	V2	V3	V4	NVT	IAF	AACPD PUST	AACPD SEV	P1000	P45	P50	P55	P60	P65	VIG	VIA	SE	PROD
APF	0,67^{ns}	-0,71**	-0,26^{ns}	-0,45**	-0,50**	-0,54**	-0,52**	-0,24^{ns}	0,01^{ns}	0,10^{ns}	0,40*	-0,20^{ns}	-0,15^{ns}	0,13^{ns}	0,16^{ns}	-0,002^{ns}	0,06^{ns}	0,09^{ns}	-0,31^{ns}	0,49^{ns}
APM		0,78**	-0,16^{ns}	-0,40*	-0,54**	-0,41*	-0,52**	-0,04^{ns}	0,04^{ns}	0,11^{ns}	0,22^{ns}	-0,10^{ns}	-0,13^{ns}	0,07^{ns}	0,04^{ns}	-0,02^{ns}	0,18^{ns}	0,14^{ns}	-0,38*	0,61**
AIPV			-0,38*	-0,57**	-0,68**	-0,54**	-0,69**	-0,10^{ns}	0,09^{ns}	0,17^{ns}	0,28^{ns}	-0,07^{ns}	-0,18^{ns}	0,11^{ns}	0,12^{ns}	-0,03^{ns}	0,10^{ns}	0,07^{ns}	-0,27^{ns}	0,45**
V1				0,76**	0,51**	0,17^{ns}	0,63**	0,02^{ns}	-0,01^{ns}	-0,10^{ns}	-0,01^{ns}	-0,03^{ns}	-0,09^{ns}	-0,13^{ns}	0,13^{ns}	0,20^{ns}	-0,25^{ns}	-0,23^{ns}	0,17^{ns}	-0,17^{ns}
V2					0,75**	0,45**	0,86**	0,03^{ns}	-0,02^{ns}	-0,25^{ns}	-0,12^{ns}	0,12^{ns}	0,17^{ns}	-0,12^{ns}	-0,11^{ns}	-0,10^{ns}	-0,15^{ns}	-0,18^{ns}	0,04^{ns}	-0,16^{ns}
V3						0,75**	0,97**	-0,07^{ns}	-0,26^{ns}	-0,31^{ns}	-0,29^{ns}	0,23^{ns}	0,36*	-0,12^{ns}	-0,34*	-0,17^{ns}	-0,11^{ns}	-0,15^{ns}	0,05^{ns}	-0,28^{ns}
V4							0,72**	-0,02^{ns}	-0,17^{ns}	-0,13^{ns}	-0,36*	0,14^{ns}	0,37*	0,01^{ns}	-0,37*	-0,17^{ns}	0,04^{ns}	0,04^{ns}	0,02^{ns}	-0,26^{ns}
NVT								-0,04^{ns}	-0,20^{ns}	-0,30^{ns}	-0,26^{ns}	0,20^{ns}	0,31^{ns}	-0,12^{ns}	-0,28^{ns}	-0,14^{ns}	-0,13^{ns}	-0,16^{ns}	0,06^{ns}	-0,27^{ns}
IAF									-0,21^{ns}	0,05^{ns}	0,16^{ns}	0,12^{ns}	-0,15^{ns}	-0,22^{ns}	0,18^{ns}	0,05^{ns}	-0,24^{ns}	-0,29^{ns}	0,35*	-0,15^{ns}
AACPD PUST										0,15^{ns}	-0,02^{ns}	0,01^{ns}	-0,03^{ns}	-0,17^{ns}	0,07^{ns}	0,18^{ns}	0,09^{ns}	0,10^{ns}	-0,09^{ns}	-0,06^{ns}
AACPD SEV											0,012^{ns}	0,18^{ns}	-0,15^{ns}	-0,26^{ns}	0,11^{ns}	0,21^{ns}	-0,26^{ns}	-0,16^{ns}	0,23^{ns}	-0,17^{ns}
P1000												-0,33*	-0,77**	0,02^{ns}	0,80**	0,46**	-0,24^{ns}	-0,21^{ns}	0,06^{ns}	0,17^{ns}
P45													0,47**	-0,76**	-0,55**	-0,28^{ns}	-0,35*	-0,47**	0,32*	-0,28^{ns}
P50														-0,13^{ns}	-0,94**	-0,68**	0,16^{ns}	0,10^{ns}	-0,16^{ns}	-0,11^{ns}
P55															0,13^{ns}	-0,26^{ns}	0,45**	0,50**	-0,36*	0,37*
P60																0,68**	-0,15^{ns}	-0,05^{ns}	0,14^{ns}	0,03^{ns}
P65																	-0,32^{ns}	-0,21^{ns}	0,28^{ns}	-0,24^{ns}
VIG																		0,92**	-0,73**	0,52**
VIA																			-0,69**	0,45**
SE																				-0,66**

** e * - significativo a 1 e 5% pelo teste t, respectivamente.

^{ns} – não significativo

Altura de plantas na floração (APF) e na maturação (APM); Altura de inserção da primeira vagem (AIPV); Vagens com 1, 2, 3 e 4 grãos (V1, V2, V3 e V4, respectivamente); Número de vagens total (NVT); Índice de área foliar (IAF); Área abaixo da curva de progresso da doença – Pústulas (AACPDPUST); Área abaixo da curva de progresso da doença – Severidade (AACPDSEV); Peso de mil grãos (P1000); Peneiras de (0,45, 0,50, 0,55, 0,60 e 0,65 mm, respectivamente); Vigor (VIG); Viabilidade (VIA); Severidade da doença (SE); Produtividade por área (PROD).

5 CONCLUSÕES

O adensamento de plantas proporcionou maior desenvolvimento da ferrugem asiática.

O plantio direto com semeadura adensada propiciou às plantas de soja, características agronômicas desejáveis, obtendo maior produtividade.

Os sistemas de manejo do solo e semeadura não interferem na qualidade fisiológica de sementes de soja.

6 REFERÊNCIAS

AGBEDE, T.M. Nutrient availability and cocoyam yield under different tillage practices. **Soil and Tillage Research**, South Western Nigeria. V.99, n. 1, p.49-57, 2008.

ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; YORINORI, J. T. et al. **Doenças da soja** (Glycine max). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M. et al. (Ed.) Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. Agronômica Ceres, v. 2, 4. ed., p. 569-588, 2005.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; PROCÓPIO, S. O.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; PANISON, F. Semeadura cruzada em cultivares de soja com tipo de crescimento determinado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 1215-1226, 2015.

BALBINOT JUNIOR, A.A.; PROCÓPIO, S.O.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C.; PANISON, F. Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de tipo de crescimento indeterminado. **Resumos**, XXXIII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil - Londrina, PR, 2013.

BARBOSA, G. F.; CENTURION, M. A. P. C.; Ferraudo, a. S. Potencial do manejo integrado da ferrugem asiática da soja: severidade da doença, desenvolvimento vegetativo e componentes da produção, cultivar mg/br-46 (conquista). **Bioscience Journal**, Uberlandia, v. 30, supplement 1, p. 76-89, 2014.

BERNARD, R. L.; CHAMBERLAIN, D. W.; LAWRENCE, R. E. **Results of the cooperative uniform soybean tests**. Washington: USDA, 1965, 134 p.

BERTOL, I.; BEUTLER, J.F.; LEITE D. & BATISTELA, O. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. **Scientia Agrícola**. Piracicaba. V. 58, n.3, p. 555-560, 2001.

BOARD, J. Light interception efficiency and light quality affect yield compensation of soybean at low plant population. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 5, p. 1285-1294, 2000.

BONATO, E. R.; VELLO, N. A. Aspectos genéticos do tempo para o florescimento em variantes naturais de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 6, p. 988-993. 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013. Padrões de identidade e qualidade para a produção e a comercialização de sementes. **Diário Oficial da União**, Seção 1, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BUSANELLO. C.; BATTISTI, R.; SOMAVILLA, L.; MENEGOL, D. R. Caracteres agronômicos da cultura da soja submetida a diferentes densidades populacionais na região norte do rio grande do sul. **Enciclopédia biosfera** - Goiânia, v.9, n.17; p. 509-517, 2013.

CALISKAN, S.; ARSLAN, M.; UREMIS, I.; CALISKAN, M. E. The effects of row spacing on yield and yield components of full season and double-cropped soybean. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v.31, n.3, p.147-154, 2007.

CÂMARA, G. M. S. **Introdução ao agronegócio soja**. USP-ESAL, Departamento de Produção Vegetal. Nov. 2011. Disponível em: http://www.lpv.esalq.usp.br/lpv584/584%20Soja%2001%20-%20Apostila%20Texto%20%20Agronegocio%20Soja%202011.pdf. Acesso em: 11 de Agosto de 2015.

CÂMARA, G. M. S.; HEIFFIG, L. S. **Fisiologia, ambiente e rendimento da cultura da soja**. In: CÂMARA, G. M.S. (Edit.). Soja: tecnologia da produção II. Piracicaba: ESALQ, p.81-119, 2000.

CAMARA, G.M.S.; BERNARDES, M.S.; OLIVEIRA, T.P. NAVARRO, B.L.; BRIGLIADORI, L.D. Crescimento e produtividade de soja em três arranjos espaciais. **Anais**... VI Congresso Brasileiro de Soja, Cuiabá, 2012.

CAMARGO, O.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1997. 132 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 424 p.

CASTRO, O. M. **Preparo do solo para a cultura do milho**. Campinas: Fundação Cargill, p. 41,1989.

CHAPMAN, S.C., BARRETO, H.J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, Madison, v.89, n.4, p.557-562, 1997.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 2 - Safra 2014/15, n. 10, Brasília, p. 1-109, 2015.

COOPERATIVE EXTENSION SERVICE AMES. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1994. 20 p.

COSTA, E. A.;, WENCESLAU J. G.; SOUSA, D. M. G. "Qualidade de solo submetido a sistemas de cultivo com preparo convencional e plantio direto." **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 41.7, 1185-1191, 2006.

CRUZ, J. C.; ALVARENGA, R. C.; NOVOTNY, E. H.; PEREIRA FILHO, I. A.; SANTANA, D. P.; PEREIRA, F. T. F.; HERNANI, L. C. **Sistema Plantio Direto**. Embrapa Milho e Sorgo - Sistema de Produção 1. 2006.

DA SILVA, J. M. Variabilidade espacial do Ph, P, K e Mo cultivado com soja sob preparo convencional. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 9, n. 4, 2012.

DALLEY, C. D., KELLS, J. J.; RENNER, K. A. Effect of glyphosate application timing and row spacing on corn (Zea mays) and soybean (Glycine max) yields. **Weed Technology**, v.18, n.1, p.165-176, 2004.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging tecniques for predicting the relative storability of seeds lot. **Seed Science and Technology**, Zürich, v 1, n 2, p. 427-452, 1973.

DOMINGUES, L. S. **Influência de cultivares e densidades de plantas sobre a eficácia de proteção química no patossistema soja-Phakopsora pachrhizi**, 2010. 75 f. Dissertação (mestrado), Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

EDWARDS, J. T.; PURCELL, L. C; KARCHER, D. E. Soybean yield and biomass responses to increasing plant population among diverse maturity groups. **Crop Science**, v.45, n.5, p.17781785, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo.** 2. ed. Rio de Janeiro, RJ. 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja região central do Brasil 2005.** Londrina: Embrapa Soja, 2004. 242 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil – 2009 e 2010**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrado: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 262p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja região central do Brasil 2011.** Londrina: Embrapa Soja, 2010. 255 p.

FERREIRA JUNIOR, J. A.; ESPINDOLA, S. M. C. G.; GONÇALVES, D. A. R.; LOPES, E. W. Avaliação de genótipos de soja em diferentes épocas de plantio e densidade de semeadura no município de Uberaba – MG. **FAZU em Revista**, n.7, p. 13- 21, 2010.

FERREIRA, A. S.; WERNER, F.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; ZUCARELI, C.; AGUIAR E SILVA, M. A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; COELHO, A. E. Densidade de plantas afetando o tamanho e a retenção de clorofila em grãos de soja. **Resumos**, In: VII Congresso Brasileiro de soja, Mercosul, 2015, Florianopolis - SC , 2015.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36-41, 2008.

FERREIRA, F. M.; DA SILVA, A. R. B.; POLIZEL, A. C.; BONFIM-SILVA, E. M. Influência dos manejos do solo no desenvolvimento da cultura do crambe. **Energia na agricultura**, v. 28, n.3, p. 179-184. 2013.

FIDELIS, R. R. et al. Alguns aspectos do plantio direto para a cultura da soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 19, n. 1, p. 23-31, 2003.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Produção de sementes de soja: fatores de campo. **Seed News**, Pelotas, n. 4. p. 20-23, 2000.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. O **teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA CNPSo, 1998, 72p. (Documentos 116).

FUNDAÇÃO MATO GROSSO. **Boletim de pesquisa de soja N° 15 - 2011**. Rondonópolis: Fundação MT, 2011.

FURLANI, C. E. A. et al. Desempenho operacional de uma semeadoraadubadora de precisão em função do preparo do solo. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 32., 2003., Goiânia. Anais... Goiânia: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2003. CD-ROM.

GABRIEL FILHO, A.; PESSOA, A. C. S.; STROHHAECKER, L.; HELMICH, J. J. Preparo convencional e cultivo mínimo do solo na cultura de mandioca em condições de adubação verde com ervilhaca e aveia preta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 953-957, 2000.

GILIOLI, J. L. **Agricultura tropical: desafios, perspectivas e soluções. Brasília**: ABCBSB, 2000, 128 p.

GILIOLI, J. L.; TERASAWA, F.; WILLEMANN, W.; ARTIAGA, O. P.; MOURA, E. A. V.; PEREIRA, W. V. **Soja: Série 100.** FT Sementes, Cristalina, Goiás, 1995, 18 p. (Boletim Técnico 3).

GODOI, C.R.C.; NETO, A. N. S.; PINHEIRO, J. B. Avaliação do desempenho de linhagens de soja, resistentes ao complexo de percevejos, cultivadas em diferentes densidades de semeadura. **Bioscience Jounal**, Uberlândia, v. 21, n. 1, p. 85-93, 2005.

GONÇALVES, C.N.; CERETTA, C.A. & BASSO, C.J. Sucessões de culturas com plantas de cobertura e milho em plantio direto e sua influência sobre o nitrogênio do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 24:153-159, 2000.

HAKANSSON, I.; VOORHEES, W.R.; RILEY, H. Vehicle and wheel factors influencing soil compaction and crop response in different traffic regimes. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.11, p.239-282, 1988.

INMET – Instituto Nacional de Metereologia. Monitoramento das Estações Automáticas. Disponível em: www.inmet.gov.br. Acesso em agosto de 2015.

KLEPKER, D.; ANGHINONI, I. Características físicas e químicas do solo afetadas por métodos de preparo e modos de aplicação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, n.3, p.395-401, 1995.

KNEBEL, J.L.; GUIMARÃES, V.F.; ANDREOTTI, M.; STANGARLIN, J.R. Influência do espaçamento e população de plantas sobre doenças de final de ciclo e oídio e caracteres agronômicos em soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.28, p.385-392, 2006.

KOMATSU, R.A.; GUADAGNIN, D.D.; BORGO, M.A. Efeito do espaçamento de plantas sobre o comportamento de cultivares de soja de crescimento determinado. **Campo Digital**, v.5, p.50-55, 2010.

KUSS, R. C. R.; KÖNIG, O.; DUTRA, L. M. C.; BELLÉ, R. A.; ROGGIA, S.; STURMER, G. R. Populações de plantas e estratégias de manejo de irrigação na cultura da soja. **Ciência rural**. Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 1133-1137, 2008.

LIMA, S. F.; ALVAREZ, R. C. F.; THEODORO, G. F.; BAVARESCO, M.; SILVA, K. S.; Efeito da semeadura em linhas cruzadas sobre a produtividade de grãos e a severidade da ferrugem asiática da soja **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 954-962, 2012.

LINZMEYER JUNIOR, R.; GUIMARÃES, V. F.; SANTOS, D.; BENCKE, M. H. Influência de retardante vegetal e densidades de plantas sobre o crescimento, acamamento e produtividade da soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.30, p.373-379, 2008.

MADALOSSO, M. G. **Espaçamento entre linhas e pontas de pulverização no controle da *Phakopsora pachyrhizi* Sidow**. 2007. 90 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2007.

MADALOSSO, M. G.; DOMINGUES, L. S.; DEBORTOLI, M. P.; LENZ, G.; BALARDIN, R. S. Cultivares, espaçamento entrelinhas e programas de aplicação de fungicidas no controle de Phakopsora pachyrhizi Sidow em soja**. Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 11, p. 2256-2261, 2010.

MAEDA, J. A. et al. Influência de cultivares, espaçamentos e localidades na qualidade da semente de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, n. 5, p. 515-518, 1983.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

MARQUES, M. C. **Adaptabilidade, estabilidade e diversidade genética de cultivares de soja em três épocas de semeadura, em Uberlândia – MG**. 2010. 95f. Dissertação (Mestrado em fitotecnia). Universidade Federal deViçosa, Minas Gerais, 2010.

MARTINS, M.C.; CÂMARA, G.M.S.; PEIXOTO, C.P.; MARCHIORI, L.F.S.; LEONARDO, V.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura, densidades de plantas e desempenho vegetativo de cultivares de soja. **Sciantia Agricola**, v. 56, n. 4, pp. 851-858. 1999.

MATTIONI, F.; CORRÊA, V. L. A.; GOMES, J. C. C.; WÜNCH, J. Arranjos espaciais, plantas concorrentes e características agronômicas da soja (*Glycine max (Linn) Merril*) em cultivo orgânico. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v.14, n.3-4, p.21-32, 2008.

MAUAD, M.; SILVA, T.L.B.; ALMEIDA NETO, A.I.; ABREU, V.G. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Agrarian**, v.3, p.175-181, 2010.

MEDINA, P.F.; LAGO, A.A.; RAZERA, L.F.; MAEDA, J.A. Composição física e qualidade fisiológica de lotes de sementes de soja com incidência de sementes esverdeadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 10. 1997, Foz do Iguaçu. **Resumos**. Curitiba: Informativo ABRATES, v.7, n.1/2, p.36, 1997.

MENEZES, P. C. **Semeadura Cruzada de Soja em Sistemas de Manejo do solo**. 2013. 72f. (Dissertação de mestrado em engenharia Agrícola). Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis – MT, 2013.

NAKAGAWA, J.; GASPAR, C. M.; SANTOS, J. R.; CARDOSO, C. L.; BICUDO, S. J. Qualidade de sementes de trigo e de soja em função de sistemas de preparo de solo e da sucessão de culturas**. Acta Scientiarum: Agronomy**. Maringá, v. 25, n. 1, p. 73-80, 2003.

NAKAGAWA, J.; MACHADO, J. R.; ROSOLEM, C. Efeito da densidade de plantas e da época de semeadura na produção e qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, 8(3), p. 99-112. 1986.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO A. L.; FARIAS, J. R. B**. Estádios fenológicos da Soja.** Embrapa soja, Londrina-PR, Brasil, 2009. Disponível: http://bioinfo.cnpso.embrapa.br/seca/index.php/ecofisiologia/estadios-fenologicos. Acesso em: 29 de agosto de 2015.

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T.; BARROS, H. B.; TEIXEIRA, R. C. **Morfologia, crescimento e desenvolvimento**. In: TUNEO SEDIYAMA. (Ed.). Tecnologias de produção e usos da soja. Londrina: Mercenas, 2009. p. 7-25.

OLIVEIRA, A.B. **Fenologia, desenvolvimento e produtividade de cultivares de soja em função de épocas de semeadura e densidades de plantas**. 2010. 90 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal-SP, 2010.

ORMOND, A. T. S. S**istemas de semeadura e manejo do solo no desenvolvimento da cultura da soja.** 2013. 77f. (Dissertação de mestrado em engenharia Agrícola). Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis – MT, 2013.

PEREIRA, R. G.; ALBUQUERQUE, A. W.; SOUZA, R. D. O.; SILVA, A. D.; SANTOS, J. P. A.; BARROS, E. D. S.; MEDEIROS, P. V. Q. Sistemas de manejo do solo: soja [Glycine max (L.)] consorciada com Brachiaria decumbens (STAPF). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41 n.1, 44-51. 2011.

PIRES, J. L. F.; COSTA, J. A.; THOMAS, A. L. Rendimento de grãos de soja influenciado pelo arranjo de plantas e níveis de adubação. **Pesquisa agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 4, n.2, p.183. 1998.

POLIZEL, A. C.; JULIATTI, F. C. Quantificação de doenças foliares da soja por escalas diagramáticas. **Enciclopédia biosfera**, Goiania-GO, vol.6, n.11. 2010. p 1-9.

PROCOPIO, S. D. O., BALBINOT JUNIOR, A. A., DEBIASI, H., FRANCHINI, J., & PANISON, F. Semeadura em fileira dupla e espaçamento reduzido na cultura da soja. **Revista Agro@mbiente**, v. 8, n. 2, p. 212-221, 2014.

PROCÓPIO, S. O.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C PANISON, F. Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado. **Rev. Cienc. Agrar. Amazonian Journal**, v. 56, n. 4, p. 319-325, 2013.

RAMBO, L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F. G. Estimativa do potencial de rendimento por estrato do dossel da soja, em diferentes arranjos de plantas. **Ciência Rural**, v. 34, n. 1, p. 33-40, 2004.

RAMBO, L.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L.F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F.G. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.33, p.405-411, 2003.

REIS, G.N.; BIZZI, A.C.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P.; LOPES, A.; GROTTA, D.C.C. Avaliação do desenvolvimento da cultura da soja (Glycine max (L.) Merrill) sob diferentes sistemas de preparo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 228-235, 2007.

ROCHA, R. S. **Avaliação de variedades e linhagens de soja em condições de baixa latitude**. 2009. 61p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Coordenação de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, 2009.

RODRIGUES, O.; DIDONET. A. D.; LHAMBY, J. C. B.; BERTAGNOLLI, P. F.; LUZ, J. S. Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 36, n. 3, p. 431-437, 2001.

ROESE, A.D.; MELO, C.L.P. & GOULART, A.C.P. Espaçamento entre linhas e severidade da ferrugem-asiática da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu-SP, 38, n. 4, p. 300-305, 2012.

ROSSI, R. A. **Vigor de sementes, população de plantas e desempenho agrônomico de soja**. 2012. 74 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) -

Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Botucatu-SP, 2012.

SALTON, J.C. & MIELNICZUK, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico Vermelho-Escuro de Eldorado do Sul (RS). **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, Campinas, v.19, n. 2, p. 313-319, 1995.

SCALÉA, M. J. Avaliação do plantio direto frente a aspectos relevantes da cultura moderada. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NO SEMI-ÁRIDO, 1., 2007, Mossoró. **Anais**... Mossoró: UFERSA, p. 85-112, 2007.

SECCO, D.; ROS, C. O.; SECCO, J. K.; FIORIN, J. E. Atributos físicos e produtividade de culturas em um Latossolo vermelho argiloso sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.3, p.407-414, 2005.

SEDIYAMA, T; TEIXEIRA, R. C; BARROS, H. B. **Cultivares**. In: TUNEO SEDIYAMA. (Ed.). Tecnologias de produção e usos da soja. Londrina: Mercenas, 2009b. p. 77-91

SEDIYAMA, T; TEIXEIRA, R. C; BARROS, H. B. **Origem, Evolução e Importância Econômica**. In: TUNEO SEDIYAMA. (Ed.). Tecnologias de produção e usos da soja. Londrina: Mercenas, 2009a. p. 1-5.

SEGUY, L.; KLUTHCOUSKI, J.; SILVA, J.G.; BLUMENSCHEIN, F.N.; DALL'ACQUA, F.M. **Técnicas de preparo do solo:** efeitos na fertilidade e na conservação do solo, nas ervas daninhas e na conservação de água. Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1984. 26p.

SHULTZ, L.A. **Manual do plantio direto**: técnicas e perspectivas. 2. ed. Porto Alegre: Sagra, 1997. 124p.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, 2009.

SILVA, J. B.; LAZARINI, E.; SILVA, A. M.; RECO, P. C. Ensaio comparativo de cultivares de soja em época convencional em Selvíria, ms: características agronômicas e produtividade. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 747-754, 2010.

SILVA, J. G. **Ordens de gradagem e sistemas de aração do solo: desempenho operacional, alterações na camada mobilizada e respostas do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.)**. 1992. 180p. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

SILVA, R. L.; VAZQUEZ, G. H.; NAKAO, A. H.; CENTERO, D. C. Semeadura em linha cruzada na cultura da soja: Características da planta e produtividade de grãos. **Tecnologia e ciências agropecuária,** João Pessoa, v. 9, n 1, p. 33-38, 2015.

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. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.24, n.1, p.191-199, 2000.

SILVA, W. B.; PETTER, F. A.; LIMA, L. B.; ANDRADE, F.R. Desenvolvimento inicial de Urochloa ruziziensis e desempenho agronômico da soja em diferentes arranjos espaciais no Cerrado Mato-Grossense. **Bragantia, Campinas**, v. 72, n. 2, p.146-153, 2013.

SILVA. E. C.; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G. L.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre latossolo vermelho. Seção iv-fertilidade do solo e nutrição de plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.** 29, n. 3, p. 353-362. 2005.

SILVEIRA, D. C.; FILHO, J. F. M.; SACRAMENTO, J. A. A. S. & SILVEIRA, E. C. P. Relação umidade versus resistência à penetração para um Argissolo Amarelo distrocoeso no recôncavo da Bahia. **Revista Brasileira Ciencia do Solo**, Campinas, v. 34, n. 3, p. 659-667, 2010.

SOLANO, L.; YAMASHITA, O. M. Cultivo da soja em diferentes espaçamentos entre linhas. **Revista Varia Scientia Agrárias**, v.2, n.2, p. 35-47, 2012.

SOUSA, L. B. **Parâmetros genéticos e variabilidade em genótipos de soja**. 2011. 72 f. Dissertação (Mestrado fitotecnia). Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia – MG. 2011.

TAVARES, L.A.F.; BENEZ, S.H.; SILVA, P.R.A. Características agronômicas e demanda energética de cultivares de soja sob efeito dos sistemas de preparo do solo. **Revista Energia na Agricultura**. Botucatu, v. 27, n.4, p.92108, 2012.

TORRES, J.C.; VENTURA, J.A. AVACPD: um programa para calcular a área e volume abaixo da curva de progresso da doença. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.16, supl., p.8-8, 1991.

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja**. Pesq. agropec. Bras.** vol.37, n.8, p. 1071-1077. 2002.

TROPICAL MELHORAMENTO E GENÉTICA. **Cultivares**. Disponível em: http://www.tmg.agr.br/cultivar/anta-82. Acesso em: 27 de agosto de 2015.

TSUKAHARA, R.Y.; HIKISHIMA, M.; CANTERI, M.G. Relações entre o clima e o progresso da ferrugem asiática (Phakopsora pachyrhizi) em duas micro-regiões do Estado do Paraná. **Semina. Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, p. 47-52, 2008.

VAZQUEZ, G. H.; CARVALHO, N. M.; BORBA, M. M. Z.;. Redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 30, n. 2, p. 1-11. 2008.

VOSS, M.; SIDIRAS, N. Nodulação da soja em plantio direto em comparação com plantio convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, n. 7, p. 775-782. 1985.

WEBER, E. **Armazenagem agrícola**. 2. ed. Guaíba-RS: Agrapecuaria, 2001. p. 396

ZAMBOLIN, l. **Manejo integrado da ferrugem asiática da soja**. In: ZAMBOLIN, L. (Ed.). Ferrugem asiática da soja. Viçosa MG: Suprema, 2006. 139p.

ZORATO, M. F.; PESKE, S. T.; TAKEDA, C.; FRANÇA NETO, J. B. Sementes esverdeadas em soja: testes alternativos para determinar a sua qualidade. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 29, nº 1, p.01-10, 2007.

HIKISHIMA, M.; CANTERI, M. G.; GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; SILVA, A. J. Quantificação de danos e relações entre severidade, medidas de refletância e produtividade no patossistema ferrugem asiática da soja. **Tropical Plant Pathology**, v. 35, n. 2, p. 96-103, 2010.

PÁDUA, G. P.; ZITO, R. K.; ARANTES, N. E.; FRANÇA NETO, J. B. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 009-016, 2010.