

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA
AGR99006 - DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Arthur Halmenschlager
00241937**

"Manejo da cultura da soja em solos de várzea"

PORTO ALEGRE, Setembro de 2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA

Manejo da cultura da soja em solos de várzea

Arthur Halmenschlager

00241937

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do Grau de Engenheiro Agrônomo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Supervisor de campo do Estágio: Eng. Agrônomo Darci Uhry Junior

Orientador Acadêmico do Estágio: Prof. Dr. Paulo Dabdab Waquil

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Prof. Alberto Inda Jr. - Departamento de Solos

Prof. Alexandre Kessler - Departamento de Zootecnia

Profa. Carine Simione - Departamento de Forrageiras e Agrometeorologia

Prof. Itamar Cristiano Nava - Departamento de Plantas de Lavoura

Prof. José Antônio Martinelli - Departamento de Fitossanidade

Prof. Pedro Selbach - Departamento de Solos (Coordenador)

Prof. Sérgio Tomasini - Departamento de Horticultura e Silvicultura

PORTO ALEGRE, Setembro de 2019.

AGRADECIMENTOS

Nesse espaço acredito que devo uma homenagem a minha mãe, Sra. Ivete Reckziegel, que além de ter me proporcionado a vida, nunca mediu esforços para que eu pudesse realizar meus sonhos, e entre eles, o de me tornar Engenheiro Agrônomo.

Gostaria de agradecer também os professores, em especial ao Prof. Paulo Dabdab Waquil, pela orientação e pelo exemplo de professor que és, e a todos outros, pelos conhecimentos que me foram passados durante a trajetória acadêmica, e parabenizar a esses pela profissão que escolheram e pelo trabalho fundamental que desempenham em nossa sociedade.

Não poderia deixar de agradecer também a todos meus amigos, que de grande forma colaboraram para que eu nunca desistisse nos momentos mais desafiadores.

Por fim gostaria de agradecer ao Instituto Rio Grandense do Arroz, pela oportunidade de realizar o estágio em uma instituição de tamanho reconhecimento e importância. Ainda meus agradecimentos a comunidade da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, por todo o suporte prestado durante o desenvolvimento da faculdade.

RESUMO

O trabalho a ser apresentado contém informações relacionadas às atividades realizadas durante o desenvolvimento do estágio curricular obrigatório pelo curso de Agronomia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O estágio totalizou 300 horas no período de 07 de janeiro a 01 de março de 2019 e foi realizado na Estação Experimental Agronômica do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), situado no município de Cachoeirinha, RS. O estágio foi supervisionado pelo Engenheiro Agrônomo Darci Uhri Júnior, e a orientação acadêmica pelo Professor Paulo Dabdab Waquil. O objetivo do trabalho é apresentar as atividades realizadas no período de estágio, relacionadas ao manejo técnico da cultura da soja (*Glycine max*) em solos de várzea, direcionadas principalmente ao acompanhamento do ensaio de densidade de plantas. Considerando que áreas de tradicional cultivo do arroz passam atualmente pela inserção da cultura da soja, em função do elevado banco de sementes de plantas daninhas, o IRGA busca a cada dia mais tecnologias para esse sistema que vêm crescendo significativamente nos últimos anos, e justificam a escolha pelo local da realização do estágio. Essa experiência proporcionou grande colaboração para a formação acadêmica, visto a oportunidade em acompanhar atividades desenvolvidas por uma instituição de pesquisa com grande reconhecimento pelo setor.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Relevo do município de Cachoeirinha, RS	10
Figura 2: Centro Administrativo	12
Figura 3: Vista aérea EEA	12
Figura 4: Mapa esquemático das áreas produtoras de arroz do RS	14
Figura 5: Atividades de raleio (A), e transplante (B).....	18
Figura 6: Avaliação morfológica de plantas.....	19
Figura 7: Avaliação do IAF	20
Figura 8: Falhas na drenagem superficial do solo.....	21
Figura 9: Diferença no número de plantas estabelecidas em função do uso de distintas hastes acopladas à semeadora.....	23
Figura 10: Ensaio de níveis de manejo.	23
Figura 11: Fatores de avaliação do ensaio de níveis de manejo.....	24
Figura 12: Diferenças visuais do estande de plantas no estágio vegetativo.	25
Figura 13: Índice de área foliar.....	26
Figura 14: Estatura de plantas.	28
Figura 15: Número de ramos por plantas.....	29
Figura 16: Inserção do primeiro legume.....	30
Figura 17: Número de legumes por planta.	30
Figura 18: Peso de mil grãos.....	31
Figura 19: Rendimento de grãos.....	32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DA REGIÃO DE CACHOEIRINHA, RS.....	9
2.1 Localização	9
2.2 Clima.....	9
2.3 Solos.....	9
2.4 Caracterização socioeconômica.....	10
3. CARACTERIZAÇÃO DO INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ	11
4. REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
4.1 Solos de várzea	13
4.2 Soja.....	14
5. ATIVIDADES REALIZADAS.....	17
ATIVIDADES PRINCIPAIS	17
5.1 Ajuste da densidade de plantas	18
5.2 Avaliação do estágio de desenvolvimento da planta.....	18
5.3 Avaliação do índice de área foliar com uso do equipamento ceptômetro	19
ATIVIDADES COMPLEMENTARES	20
5.4 Drenagem.....	21
5.5 Descompactação do solo	22
5.6 Níveis de manejo	23
5.7 Dia de Campo IRGA.....	24
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
9 - ANEXOS	38

1. INTRODUÇÃO

O estado do Rio Grande do Sul é reconhecido como um dos pioneiros no país na produção da soja (*Glycine max*). Atualmente, a região do Planalto, por apresentar solos profundos e bem drenados, impulsiona o desenvolvimento da economia com o setor. Já na metade sul do estado, o interesse no cultivo da soja nas áreas de arroz (*Oryza sativa*) cresce de forma consistente nos últimos anos, em função dos desafios encontrados pelos produtores relacionados ao elevado banco de sementes de plantas daninhas, causando diminuição do potencial produtivo e aumento do custo de produção, ao mesmo tempo em que a economia das propriedades é considerada vulnerável pela dependência da renda a partir de uma única cultura.

A partir da safra 2010/11, com a expansão da tecnologia em conjunto com os trabalhos apresentados pela extensão, foi registrado um acréscimo significativo nas áreas onde o monocultivo do arroz deu lugar à inclusão da cultura da soja nos solos de várzea. Dos 5,4 milhões de hectares de terras baixas que o estado possui, 1,1 milhão são destinados à produção do arroz (*Oryza sativa*), enquanto 3,5 milhões estão aptos à integração com a pecuária. A inclusão da cultura da soja ocorre atualmente em áreas destinadas à produção de arroz e já ocupam 300.000 hectares, localizados em maior parte nas regiões da Campanha e na Planície Costeira Interna do estado(SOSBAI, 2018).

Como oportunidade econômica pelo potencial de área a ser explorado, além da necessidade da diversificação da renda nas propriedades e, ainda, com os benefícios ambientais e técnicos trazidos pela rotação de culturas, o sistema de inclusão da cultura da soja em áreas de arroz têm se mostrado uma boa opção para o cenário. Contudo, os desafios para que a produção da soja seja eficiente, a mudança na gestão da propriedade é necessária e deve considerar principalmente as diferenças de manejo no sistema de produção.

A escolha da realização do estágio curricular obrigatório no Instituto Rio Grandense do Arroz, deve-se ao interesse em acompanhar o desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao manejo técnico da cultura da soja em áreas de arroz, visando relacionar o conhecimento teórico ao prático. O estágio foi realizado no período de 07 de janeiro a 01 de março de 2019, totalizando assim 300 horas.

2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DA REGIÃO DE CACHOEIRINHA, RS

2.1 Localização

O município de Cachoeirinha está localizado na região da encosta inferior do nordeste do Rio Grande do Sul, nas coordenadas geográficas com latitude: 29° 57' 03" e longitude: 51° 05' 38", a uma altitude de 10 metros em relação ao nível do mar. Cachoeirinha pertence à Mesorregião Metropolitana de Porto Alegre e Microrregião de Porto Alegre. A área territorial do município é de 44,018km² e os municípios limítrofes são Sapucaia do Sul, Esteio, Alvorada, Porto Alegre, Gravataí e Canoas (IBGE, 2019).

2.2 Clima

Adotando a classificação climática de Wladimir Köppen, o clima da região é "Cfa", ou seja, "C" de climas temperados chuvosos e quentes, "f" como um indicativo de nenhuma estação seca, ou seja, clima úmido o ano todo, e "a" correspondendo a uma temperatura média maior do que 22°C no mês mais quente do verão. As precipitações anuais variam de 1.700 mm a 2.400 mm, e as temperaturas entre 14°C e 20°C. (UFSM, 2019).

2.3 Solos

Os solos encontrados na região são predominantemente Planossolos, e apresentam como características horizonte superficial de cores claras, textura arenosa ou média, seguido de um horizonte B plânico, de textura média argilosa ou muito argilosa, pouco permeável, e com coloração acinzentada devido à redução decorrente da má drenagem dos mesmos (KLAMT et al., 1985). Também ocorrem em associação com os Planossolos os Gleissolos, que também são constituídos de minerais formados em condições de saturação com água, que possuem cores acinzentadas (*gleizadas*), e de textura média ou argilosa em todos horizontes, não apresentando B textural associado à mudança textural abrupta, o que os diferencia dos Planossolos (IAC, 2019).

Em vista disso, pelas características que esses solos apresentam em relação ao maior potencial de perda de água e nutrientes, compactação e ainda deficiência em fertilidade, podem ser encontradas dificuldades na produção de culturas de

sequeiro como a soja. Contudo, sua adaptação para o cultivo do arroz irrigado é interessante e apresenta ótimos resultados.

Figura 1: Relevo do município de Cachoeirinha, RS



Fonte: Autor

2.4 Caracterização socioeconômica

O município de Cachoeirinha tem sua população estimada em 129.307 habitantes, sendo a 16ª cidade mais populosa do estado, com densidade demográfica de 2.687,04 habitantes por quilômetro quadrado, enquanto o produto interno bruto per capita é de R\$41.565,54 (IBGE, 2019). Quando emancipado em 15 de maio de 1966, a base econômica do município era aliada ao setor agropecuário, com grande escala no cultivo de hortaliças, frutas e produção leiteira, sendo por alguns anos reconhecida como "cidade do leite". A partir dos anos 70, a economia do município começou a ser diversificada, tendo como grande impulso a instalação de um distrito industrial. A instalação do distrito gerou na época um surto migratório onde gaúchos da depressão central e do planalto vieram habitar a cidade.

A crescente econômica atraiu empresas de vários setores, tendo como principal atração a maior fábrica da América Latina da Souza Cruz, que foi responsável pelo aumento significativo do pólo. Atualmente, Cachoeirinha é conhecida localmente pelo amplo distrito industrial, além de abrigar a Estação Experimental do Arroz do Instituto Rio Grandense do Arroz, reconhecida no estado e no país pelos estudos desenvolvidos para a cadeia orizícola.

3. CARACTERIZAÇÃO DO INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ

O Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) começou como iniciativa do Sindicato Arrozeiro do Rio Grande do Sul com o objetivo de dinamizar a cultura do arroz no estado em 1938. Já em 1939, um ano antes de "nascer" o IRGA, era criada a Estação Experimental do Arroz (EEA) que até hoje está localizada na Avenida Bonifácio Carvalho Bernardes nº 1.494, em Cachoeirinha. Já em 1940, a partir do Decreto-Lei nº 20, a iniciativa recebeu o nome de Instituto Rio Grandense do Arroz vindo em paralelo a finalidade de incentivar, coordenar e dirigir a defesa da produção, da indústria e do comércio do arroz produzido no Estado, além de gerar tecnologias para o desenvolvimento da cadeia orizícola (IRGA, 2019).

A missão do Instituto é buscar soluções para a cadeia produtiva do arroz no Estado e, para isso, seus recursos são aportados pela Taxa de Cooperação e Defesa da Orizicultura (CDO), criada pela Lei nº 533 de 1948. A taxa corresponde a 18,83% da Unidade Fiscal de Referência por cada saco de 50 kg de arroz, paga por importadores, beneficiadores e exportadores de arroz em casca em qualquer estágio de industrialização (IRGA, 2019).

O centro administrativo do IRGA (Figura 2) está localizado na Avenida Missões nº 342 no bairro São Geraldo, no município de Porto Alegre, RS. Além da sede, o IRGA tem a EEA no município Cachoeirinha, seis Coordenadorias Regionais e Núcleos de Assistência Técnica e Extensão Rural em outros 41 municípios. Também possui campos experimentais regionais nos municípios de Uruguaiana, Santa Vitória do Palmar, Cachoeira do Sul, Palmares do Sul, Camaquã e Torres. Na EEA têm-se a divisão da Instituição por setores para organização da Instituição, sendo esses a Seção de Melhoramento, de Agronomia, de Pós-Colheita, de Produção de Sementes e de Informação e Documentação.

Nos anos de 1940 até 1965, os trabalhos de melhoramento da cultura do arroz na EEA foram de intercâmbio de cultivares com outros países, como Estados Unidos, Itália e Japão. Em 1960, foram lançadas comercialmente oito cultivares obtidas através dos programas de melhoramento da Instituição. Já o interesse em cultivar soja em rotação com arroz irrigado é demonstrado desde o século passado, porém, apenas a partir da safra 2009/10 que o Instituto intensificou o desenvolvimento de tecnologias para viabilizar esse sistema. Atualmente, a seção

de Agronomia da EEA, atua sobre os fatores de produção ligados ao manejo geral da cultura do arroz irrigado e também sobre o desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao manejo da cultura da soja em áreas de arroz.

A EEA (Figura 3) conta com uma área de 60 hectares destinados aos setores para que as pesquisas com as culturas da soja e do arroz sejam desenvolvidas. A partir da demanda pelo setor da orizicultura gaúcha, com objetivo de viabilizar a rotação de culturas, o Instituto em conjunto com a Cooperativa Central Gaúcha Ltda (CCGL) lançaram em 2014 a cultivar de soja TECIRGA6070RR. A cultivar apresenta aptidão para os solos de várzea em função da tolerância ao excesso hídrico. Esse programa foi adquirido pela companhia Bayer Cropscience, que no ano de 2016 a partir de novas pesquisas lançou a cultivar BSIRGA1642IPRO, com características semelhantes à cultivar TECIRGA6070RR, sendo superior em aspectos como vigor e potencial produtivo em torno de 10 a 12% (VEDELAGO et al., 2013).

É importante mencionar que para o desenvolvimento das pesquisas e condução dos experimentos o setor de Agronomia é composto por cinco pesquisadores, seis consultores, além de três técnicos orientados pelo chefe do departamento Engenheiro Agrônomo Darci Uhry Júnior. Esses usufruem da mão-de-obra qualificada de estagiários das universidades próximas, assim como de colégios técnicos para a condução dos experimentos, oportunizando a aquisição de experiência para aqueles alunos que possuem interesse nessa área.

Figura 2: Centro Administrativo



Figura 3: Vista aérea EEA



Fonte: Modificado a partir do Google Earth, 2018.

4.REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Solos de várzea

A maior parte dos solos cultivados com arroz no estado do RS é de várzea, ou seja, aqueles solos encontrados em planícies próximos a rios e lagoas, que se desenvolveram a partir de sedimentos. Os sedimentos são muito heterogêneos, causando assim uma grande variação na sua aptidão de uso. A principal característica dos solos de várzea é o hidromorfismo, e sua intensidade pode ser identificada pela coloração do solo que varia de acinzentada ou gleizada até a coloração brunada (marrom). Em geral, solos com caráter menos hidromórfico estão localizados nas cotas mais altas e/ou em desnível. No Rio Grande do Sul, os solos de várzea representam cerca de 20% da área total do estado, onde as classes dos Planossolos e Gleissolos representam 56% desses seguidos por Chernossolos (16,1%), Neossolos (11,6%) e Plintossolos (8,3%) (VEDELAGO et al., 2012).

Os Planossolos apresentam aumento no teor de argila no horizonte superficial B plânico, evidenciando processos gleização e de ferrólise em ambientes de má drenagem. Já os Gleissolos diferem-se dos Planossolos por ocorrer nas áreas mais baixas ou em microdepressões, enquanto não apresentam mudança textural abrupta entre os horizontes A e B. Nesse caso, a má drenagem resulta na coloração acinzentada relacionada também ao processo de gleização (dissolução e remoção dos óxidos de ferro (SILVA, 2014). A figura 4 representa a localização das áreas de várzea que estão sob o cultivo do arroz irrigado no Estado e suas respectivas produções, sendo essas as áreas com potencial para a introdução da cultura da soja.

Figura 4: Mapa esquemático das áreas produtoras de arroz do RS



. Fonte: SOSBAI, 2018.

4.2 Soja

A cultura da soja que hoje é cultivada difere-se quase que totalmente daquela que era cultivada na zona leste da Ásia, ao longo do rio Yangste na China. Os primeiros registros da planta ocorreram no período entre 2.883 - 2.838 AC, quando era considerada um grão sagrado junto da cevada e do trigo. O cultivo da soja ficou restrito na China até o término da guerra com o Japão, em torno de 1894, e somente na segunda década do século XX quando descobertas suas propriedades em relação ao teor de óleo e proteína, despertou o interesse das indústrias mundiais (EMBRAPA, 2019). No Brasil, a expansão do cultivo da soja ocorre desde o final da década de 60, e relata-se também que a cultura foi introduzida como uma opção em sucessão à cultura do trigo (EMBRAPA, 2019).

Atualmente o país ocupa a segunda posição na classificação mundial na produção da cultura da soja, onde em 35,8 milhões de hectares foram produzidos 115,1 milhões de toneladas na safra 2018/19, representando um decréscimo de 3,6% em relação à safra 2017/2018, onde foram produzidos 116,9 milhões de toneladas.

A produtividade média nacional da última safra foi de 3.206 kg ha⁻¹, enquanto no Rio Grande do Sul, segundo estado com maior produção do país, a área ocupada com a cultura da soja na última safra foi de 5,8 milhões de hectares, resultando na produção de 18,5 milhões de toneladas, com média estadual de produtividade de 3.321 kg ha⁻¹ (CONAB, 2019).

Para um bom desenvolvimento, a leguminosa exige disponibilidade hídrica durante todo o ciclo, mas principalmente nos períodos de germinação/emergência e na floração/enchimento de grãos. A necessidade por água aumenta ao longo do desenvolvimento, podendo consumir 7 a 8mm dia⁻¹, totalizando em até 800 mm ciclo⁻¹ (EMBRAPA, 2013). Quando considerada a exigência térmica, a cultura adapta-se a temperaturas do ar entre 20 e 30°C, sendo em torno dos 30°C o seu melhor desempenho. Já no momento da semeadura, considera-se 25 °C uma temperatura do solo ideal para que seja alcançada uma emergência rápida e uniforme THOMAS (2018). Ainda em relação às suas exigências, a planta de soja é induzida à floração por efeito da soma térmica e do fotoperíodo quando apresentar tipo de crescimento determinado, sendo assim considerada uma planta de dias curtos. Ainda por característica de algumas cultivares, existem aquelas que respondem predominantemente à soma térmica, sendo essas consideradas de tipo de crescimento indeterminado (EMBRAPA, 2013).

Além das distintas respostas de indução ao florescimento, o tipo de crescimento da planta também é definido em relação à ramificação na haste principal, onde são classificadas também como de tipo determinado, semideterminado e indeterminado, representados esquematicamente no anexo 1 em uma ilustração de THOMAS, 2018. No tipo determinado, a planta não emite novos nós no caule após o florescimento e pode aumentar sua estatura devido ao alongamento dos entrenós, enquanto que no tipo indeterminado a planta continua emitindo nós no caule após o florescimento. O tipo de crescimento por si só não determina o ciclo da cultura, e ambas apresentam alto potencial de rendimento (THOMAS, 2018).

A expressão do potencial produtivo da cultura da soja é dada pela interação entre o genótipo e o ambiente, onde o conhecimento do crescimento e desenvolvimento da cultura, suas exigências em relação à fertilidade, condições edafo-climáticas, além de características individuais de cada cultivar são

imprescindíveis para que o potencial seja elevado (THOMAS& COSTA, 2010). Para identificarmos o momento do desenvolvimento da planta, se propõe usar a escala de desenvolvimento de Fehr & Caviness (1977), que é comum entre técnicos e possibilita a relação entre os aspectos morfológicos e fisiológicos da planta. A escala está representada no anexo 2, e demonstra a descrição do estágio vegetativo e reprodutivo da cultura da soja (ZANON et al., 2018). Os componentes de rendimento da cultura da soja são o número de plantas por área, número de legumes por planta, número de grãos por legume e o peso do grão, sendo legumes por área considerado como componente mais maleável em razão da característica de plasticidade da cultura da soja (THOMAS, 2018).

Quando adequado o suprimento de água e nutrientes, a produção de fitomassa seca é controlada pela radiação solar (MONTHEITH, 1965). Ao mesmo tempo, o uso eficiente da radiação solar é essencial quando almejadas altas produtividades, visto que essa está relacionada com processos fundamentais ao desenvolvimento da planta como fotossíntese, alongação da haste principal e ramificações (SHILBES& WEBER, 1966). Para um bom uso da radiação solar, deve-se proporcionar à planta um arranjo que permita a mesma interceptar 95% da radiação incidente (Donald, 1961). Atualmente, para avaliar indiretamente a interceptação luminosa, é comum o uso do Índice de Área Foliar (IAF), que representa a relação entre a área foliar e a área de solo ocupada pelo dossel (Heiffig et al., 2006). Ainda, o IAF é variável e pode ser influenciado pela espécie, pelas condições climáticas e pelo estágio de desenvolvimento da planta, enquanto o IAF crítico corresponde ao índice de interceptação luminosa ideal (95%), sendo que nesse momento ocorre uma relação linear entre o acúmulo de fitomassa seca e a radiação fotossinteticamente ativa (Pereira, 2002).

Para as cultivares modernas com tipo de crescimento indeterminado um IAF ótimo estaria entre 6,0 e 6,5 no momento do enchimento de grãos (Tagliapietra et al., 2018). Para Marotano et al (2008), quando o IAF corresponde à 6,3 no início do florescimento, a planta possui capacidade de interceptar a radiação luminosa ideal. Desse modo, para um bom uso da radiação solar, que visa alcançar a interceptação luminosa ideal rapidamente, a modificação do arranjo de plantas têm sido uma ferramenta fundamental quando desejadas altas produtividades (Heiffig et al., 2006). O máximo rendimento da cultura da soja é determinado pela capacidade que a

planta possui em interceptar a radiação, e convertê-la em matéria seca durante o seu desenvolvimento (Wells 1991). O que vai de acordo com a ideia de (Setiyono et al., 2011), que considera a época de semeadura como elemento importante na disponibilidade dos elementos meteorológicos ao longo do ciclo de desenvolvimento da planta.

5. ATIVIDADES REALIZADAS

Durante o período do estágio foram acompanhadas diversas atividades relacionadas ao manejo técnico da cultura da soja, todas envolvidas com algum experimento desenvolvido pelo Instituto Rio Grandense do Arroz. Para facilitar a compreensão do trabalho, nas atividades principais serão descritas aquelas relacionadas ao ensaio de densidade de plantas, enquanto nas atividades complementares serão apresentadas as atividades acompanhadas nos demais ensaios e consideradas fundamentais para um bom desempenho da cultura da soja em áreas de várzea.

ATIVIDADES PRINCIPAIS

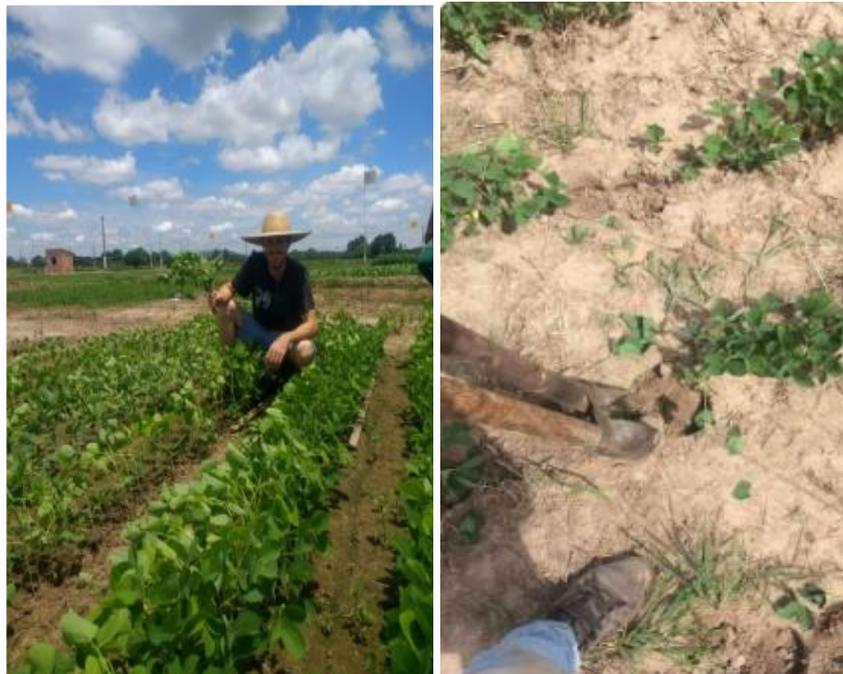
O ensaio de densidade consiste na avaliação do desempenho e das diferenças morfológicas apresentadas pelas plantas durante o ciclo, onde as cultivares TECIRGA6070RR¹e NA5909RG¹ (comercializada pela empresa Nidera Sementes) foram submetidas ao arranjo de plantas com 10, 20, 30 e 40 plantas m⁻², semeadas nos meses de outubro, novembro e dezembro. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições, tendo cada unidade amostral uma superfície total de 12m², distribuídos em 6m de comprimento e 2 metros de largura. Os valores apresentados foram obtidos durante avaliação em campo e representam somente aqueles ensaios onde a semeadura ocorreu nos meses de outubro e novembro, visto que pela ocorrência de um incidente técnico as unidades amostrais implantadas no mês de dezembro foram extintas. O croqui do experimento de densidade de plantas pode ser visualizado no anexo 3.

¹A tecnologia RR(Roundup Ready®) ou RG (Resistente ao Glifosato), na soja, confere à planta a característica de tolerância aos herbicidas à base de glifosato (EMBRAPA, 2019).

5.1 Ajuste da densidade de plantas

A área onde do experimento foi preparada e drenada após a colheita do arroz, sendo o manejo da dessecação realizado 30 dias antes da semeadura de cada época. A semeadura foi realizada mecanicamente com semeadora de parcelas e contou com o auxílio dos técnicos e estagiários da instituição. No momento da semeadura, utilizou-se a densidade de 70 plantas m^{-2} para garantir o estande necessário, sendo ajustado posteriormente de acordo com cada tratamento. O ajuste do número de plantas por área foi feito a partir do raleio e transplante daquelas já estabelecidas, a fim de garantir a densidade e equidistância desejada para cada tratamento.

Figura 5: Atividades de raleio (A), e transplante (B).



Fonte: Autor

5.2 Avaliação do estágio de desenvolvimento da planta

O uso da escala de desenvolvimento da planta de soja, sugerida por Fehr & Caviness (1977), foi necessário durante o período de estágio, visto a importância de relacionar o momento de desenvolvimento da cultura com as demais características/dados obtidos nas avaliações morfológicas do experimento. A obtenção de dados como número de ramos por planta, inserção do primeiro legume,

estatura das plantas e índice de área foliar foi realizada durante o ciclo da cultura, e contribuiu para o entendimento do desenvolvimento das plantas em distintos arranjo de plantas e também nas variadas épocas de semeadura.

A figura 6 ilustra a característica de um estágio de desenvolvimento da planta, onde através da avaliação morfológica e relação com a escala proposta, foi possível classificá-la. Na figura é possível observar um legume dos últimos quatro nós do caule com folha desenvolvida que apresenta grãos com 3mm de comprimento caracterizando assim o estágio de início de enchimento de grãos - R5.

Figura 6: Avaliação morfológica de plantas.



Fonte: Paula Rocha.

5.3 Avaliação do índice de área foliar com uso do equipamento ceptômetro

Considerando a marcha de absorção de macro e micronutrientes na cultura da soja (anexo 4), e visto que a translocação de nutrientes ocorre de forma significativa a partir do estágio de desenvolvimento reprodutivo, temos a justificativa da decisão do Eng. Agrônomo responsável pela condução do experimento, em avaliar o IAF das plantas no estágio de desenvolvimento R1 - Início do Florescimento. Assim, quando as plantas se encontravam nesse estágio, foi realizada a coleta de dados para avaliação do índice de área foliar.

Essa atividade consistiu no uso de um método indireto, onde o IAF foi avaliado com o uso do equipamento ceptômetro accupar Ip-80®. O equipamento baseia-se nas medidas de radiação para determinar parâmetros como a radiação fotossinteticamente ativa, calculando também o IAF em tempo real, no campo e de maneira não-destrutiva. É importante considerar que o método exige que as avaliações sejam realizadas entre o horário das 11 e 13 horas, preferencialmente, e em dias sem nebulosidade. Também faz-se necessário posicionar a barra óptica transversalmente entre as linhas de semeadura para melhor interceptação luminosa, além da coleta de várias repetições por unidade amostral visando uma boa representação do dossel. A figura 8 ilustra o uso do equipamento ceptômetro no campo, onde aconteceu a coleta dos dados de índice de área foliar. Posteriormente, os resultados foram avaliados no escritório e então acrescentados ao banco de dados do ensaio.

Figura 7: Avaliação do IAF



Fonte: Autor

ATIVIDADES COMPLEMENTARES

Nesse tópico serão apresentadas e discutidas as atividades relacionadas a outros experimentos acompanhados ao longo do estágio. Estes experimentos são

considerados fundamentais no manejo da cultura da soja em terras baixas, devido as características que os solos desses locais apresentam em relação à textura, fertilidade e susceptibilidade ao alagamento.

5.4 Drenagem

A adequação das áreas de arroz para o cultivo de uma cultura que não tolera estresses hídricos por excesso e, tampouco, por deficiência é um dos maiores desafios para a expansão do sistema de inclusão da cultura da soja em solos de várzea. Dentre o conjunto de manejos que devem ser bem planejados e executados de modo criterioso, está a drenagem. Essa deve ser eficiente permitindo a eliminação de toda a água da área em um curto espaço de tempo.

Os principais cuidados que devem ser levados em consideração no manejo da drenagem, em áreas que ofereçam risco intermediário para o cultivo de culturas de sequeiro, está no momento onde o sistema deve ser mais eficiente, pelo fato de oferecer maior risco à produtividade da cultura. Assim, é necessário que no início do desenvolvimento das plantas a atenção seja maior, pelo fato de um possível estresse por excesso hídrico afetar o componente de rendimento mais importante, que é o número de plantas por área. Isso torna imprescindível a vistoria das áreas de produção criteriosamente nos períodos de precipitação logo após a semeadura para verificar a eficiência do sistema, e se necessário, realizar ajustes.

Durante o período de estágio foi possível observar os problemas ocasionados em caso de drenagem superficial deficiente no início do desenvolvimento das plantas de soja e como identificar esses problemas na prática. Na figura 9 é possível observar as falhas no estande de plantas e também nesses locais, a ocorrência da coloração verde escura no solo que significa que houve a permanência de água por mais tempo nesses locais, permitindo o desenvolvimento de algumas plantas/fungos que se adaptam a essas situações.

Figura 8: Falhas na drenagem superficial do solo.



Fonte: Acervo IRGA.

Na figura 8 é possível observar alguns dos efeitos ocasionados nas plantas por estresse hídrico, e de acordo com Taiz & Zeiger (1992), os efeitos encontrados são variados de acordo com o estágio de desenvolvimento que a planta se encontra no momento do estresse, assim como a duração do estresse. Para Runge & Odell (1960), quando a saturação hídrica ocorre durante o período vegetativo, o desenvolvimento é retardado reduzindo também o número de flores das plantas, enquanto Barni (1973) afirma que quando o estresse ocorre no período reprodutivo pode ocorrer a diminuição do número de grãos por legume, causando assim diminuição do potencial produtivo em ambos os casos.

5.5 Descompactação do solo

Outra observação que deve ser feita anterior à implantação da cultura da soja nas áreas de arroz é a verificação da presença de camadas compactadas em subsuperfície do solo. A ocorrência de compactação superficial é muito comum em solos hidromórficos e áreas de arroz, e não causam problemas para a cultura do arroz, porém causam resistência mecânica ao desenvolvimento das raízes na cultura da soja.

Atualmente, a pesquisa trabalha para diminuir os casos onde a compactação subsuperficial é encontrada, e sugere duas formas de manejo para proporcionar melhor condição ao solo. A primeira recomendação trata do uso de grades e escarificadores, sendo assim similar ao sistema convencional de preparo de solo, enquanto a outra sugere o uso de hastes acopladas na semeadora. Para definir qual ferramenta utilizar, é importante avaliar casos individuais e considerar aspectos ambientais e técnicos como a ocorrência de erosão e perda de solo, além da viabilidade operacional e financeira de cada opção.

Além do acompanhamento em maior parte do tempo no ensaio de densidade de semeadura, foi possível observar outros experimentos conduzidos na Estação Experimental. Dentre esses, o Eng. Agrônomo supervisor de estágio avaliava a diferença entre a quantidade de sementes utilizadas e o número de plântulas estabelecidas 30 dias após a emergência, podendo visualmente constatar os resultados obtidos pelo uso dos distintos modelos de hastes acoplados na semeadora. A figura 10 demonstra os resultados do ensaio, indicando a superioridade do subsolador em comparação ao uso de disco duplos, colocando assim opções aos

produtores que desejam se aperfeiçoar tecnicamente na produção da soja em solos com características distintas aqueles em que tradicionalmente é feito o cultivo da cultura.

Figura 9: Diferença no número de plantas estabelecidas em função do uso de distintas hastes acopladas à semeadora.



Fonte: Darci Uhry Júnior.

5.6 Níveis de manejo

Além das características físicas dos solos de várzea, considerando altas produtividades, é fundamental a avaliação das condições químicas dos mesmos. Em um primeiro momento deve-se alertar para o manejo da calagem, visto que solos de várzea são em grande parte ácidos e que a auto-calagem ocorre apenas quando o solo se encontra alagado, como no caso do cultivo de arroz. Também conduzido pelo Eng. Agrônomo supervisor do estágio, foram avaliadas experimentalmente cultivares em distintos níveis de manejo, relacionados à adubação e uso da irrigação por inundação. Na figura 10 apresentada a seguir, é possível visualizar algumas das unidades amostrais do ensaio.

Figura 10: Ensaio de níveis de manejo.



Fonte: Autor

Na figura 11 são apresentadas as diferenças levadas em consideração para cada nível de manejo, representando assim os fatores avaliados no experimento.

Figura 11: Fatores de avaliação do ensaio de níveis de manejo.

NÍVEIS DE MANEJO			
PRÁTICAS AGRONÔMICAS	MÉDIO	ALTO	MUITO ALTO
Drenagem	Boa	Muito boa	Muito boa
Correção da acidez	Sim	Sim	Sim
Adubação	Média	Alta	Muito alta
Camada compactada	Descompactar	Descompactar	Descompactar
Cultivar	TECIRGA6070RR	BSIRGA1642	BSIRGA1642
Qualidade da semente	Muito boa	Certificada	Certificada
Época de semeadura	20/10 a 10/12	20/10 a 30/11	20/10 a 15/11
Plantas/m*	12 a 14	12 a 14	12 a 14
Plantabilidade	Boa	Muito boa	Muito boa
Velocidade de semeadura	4 a 5Km/H	4 a 5 Km/H	4 a 5 Km/H
Irrigação	Não	Não	Sim
*Espaçamento entre linhas 0,45m			

Fonte: Autor.

5.7 Dia de Campo IRGA

No último dia do estágio foi realizado na Estação Experimental Agronômica o Dia de Campo IRGA. O evento teve como objetivo receber produtores, alunos de cursos técnicos e graduação, além de pesquisadores e empresas relacionadas com o setor, para assim apresentar os resultados obtidos até o momento da safra 2018/19 além de resultados concretos da safra anterior.

Nas estações de apresentação montadas ao longo de um percurso nas áreas do campo experimental, foram apresentados vários temas. Entre eles, o lançamento da nova cultivar de arroz IRGA 431CL, que surge para dar suporte a cultivar 424CL que hoje já encontra-se susceptível à doença brusone (*Pyricularia oryzae*). Ainda, foi possível participar de apresentações relacionadas ao histórico de cultivares lançadas até hoje pelo Instituto, e também de uma oficina com o tema tecnologia de aplicação.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse tópico são apresentados os resultados do ensaio de densidade de semeadura e sua relação com o referencial teórico apresentado anteriormente, buscando justificar os efeitos ocasionados pelos fatores avaliados no experimento.

Inicialmente podem ser observadas na figura 12 algumas das diferenças encontradas no estágio de crescimento vegetativo, como a arquitetura das plantas e a área ocupada pelo dossel em cada um dos casos. Essa diferença ocorreu principalmente em função da densidade de plantas utilizada, visto que foram implantadas na mesma época.

Figura 12: Diferenças visuais do estande de plantas no estágio vegetativo.

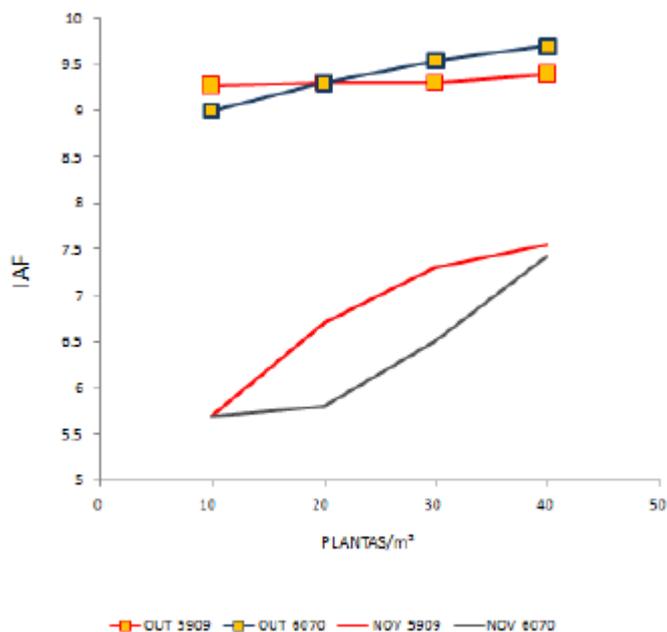


Fonte: Acervo IRGA

Quando constatado a campo o estágio de desenvolvimento R1 - início do florescimento - caracterizado por Fehr & Caviness (1977) que "a planta encontra-se nesse estágio quando apresentar uma flor aberta em qualquer nó do caule", foi realizada a avaliação do IAF. No gráfico 1 apresentado a seguir é possível observar as diferenças encontradas para cada tratamento e assim, relacioná-las à ecofisiologia da planta.

Para a cultivar NA5909RG implantada no mês de outubro, observa-se que o maior valor de IAF foi na densidade de 10 plantas m^{-2} . Pode-se verificar também uma diminuição no valor do índice em relação ao aumento da densidade para as demais implantadas na mesma época. Já para a cultivar TECIRGA6070RR, verifica-se um aumento no valor de IAF praticamente linear quando relacionada às densidades.

Figura 13: Índice de área foliar.



Fonte: Autor.

Têm-se que quando implantadas no mês de outubro, ambas as cultivares apresentaram valores de IAF superior ao considerado ideal (6,3) por Marotano et al., (2008) e que também são superiores ao que Tagliapietra et al. (2018) afirma que sejam ótimos (6,0 - 6,5) para a cultura da soja. Isso pode ter resultado em uma limitação do potencial produtivo pelo fato de a planta entrar no ponto de compensação, passando de fonte a dreno, resultando ainda na senescência das folhas do dossel inferior (DONALD, 1961).

Quando implantadas no mês de novembro, as cultivares apresentaram tendências similares. No caso de 10 plantas m⁻², ambas demonstraram valores inferior 6,0, novamente ficando abaixo do ideal considerado por Marotano et al (2008) e Tagliapietra et al. (2018). Já nas densidades de 30 e 40 plantas m⁻², todas permaneceram com os índices superiores ao crítico para a cultura. Apenas na densidade de 20 plantas m⁻² as cultivares diferiram entre si, onde a NA5909RG apresentou IAF de 7,18 enquanto a TECIRGA6070RR indicava IAF de 5,89.

Considerando que as duas cultivares são de tipo crescimento indeterminado e, portanto, são induzidas ao florescimento principalmente por influência da soma térmica, a redução do IAF médio das cultivares quando semeadas no mês de novembro é justificado por Sinclair et al., (2005), que considera uma diminuição do

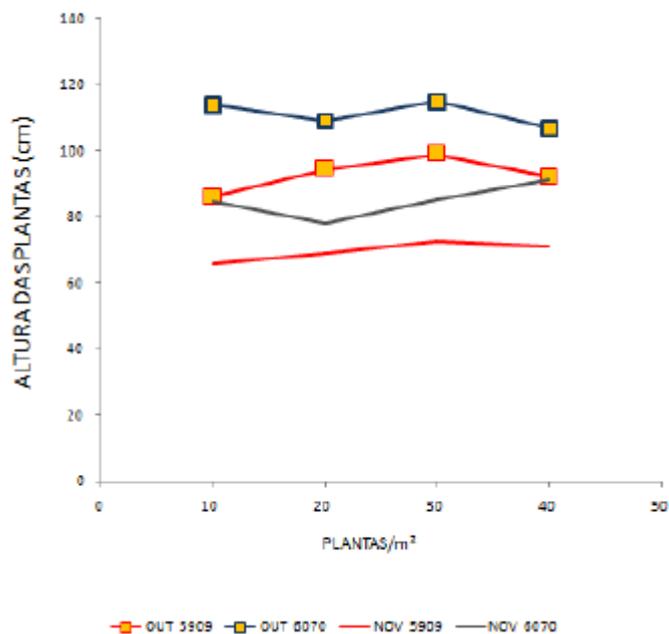
período vegetativo pelas condições climáticas nesses casos e consequente encurtamento do ciclo da cultura. Com a semeadura realizada no mês de novembro as plantas foram induzidas ao florescimento mais cedo, o que pode ou não influenciar no potencial produtivo, visto que as cultivares de tipo indeterminado continuam crescendo em estatura até próximo ao enchimento de grãos (BASTIDAS et al., 2008).

Pode ser considerado então, que para obter 95% de interceptação luminosa permitindo uma relação mais próxima à linear entre acúmulo de fitomassa e radiação fotossinteticamente ativa, de acordo com Donald (1961), a melhor recomendação considerando apenas o índice de área foliar para a cultivar NA5909RG seria a densidade de 10 plantas m⁻² implantadas no mês de novembro. Já para a TECIRGA6070RR alcançar os mesmos resultados, a recomendação poderia ser de 10, 20 ou 30 plantas m⁻² implantadas também no mês de novembro.

Foram coletados também dados de estatura das plantas no mesmo período da avaliação do índice de área foliar, e estão representadas na figura 14. Além de ilustrar as diferenças morfológicas das plantas, pode ser considerada uma relação dessa com a susceptibilidade ao acamamento, visto que a reação não depende apenas da altura das plantas. Em casos da ocorrência do acamamento, pode-se registrar uma redução na produtividade, dificuldades na colheita, autossombreamento de plantas e consequente redução na eficiência da fotossíntese, além de favorecer um microclima ideal aos patógenos, fatores esses que em alguns casos podem determinar a produção da cultura (WOODS & SWEARINGIN, 1977).

Visto que houve um efeito linear positivo na altura das plantas em relação à densidade de semeadura para quase todos os casos, percebemos que existe um indicativo de que essas tenham um caule mais fino e, portanto, sejam as mais susceptíveis ao acamamento. Ainda de acordo com Sedyama et al., (1999), isso pode ser explicado pelo maior estiolamento das plantas quando submetidas à competição intra-específica.

Figura 14: Estatura de plantas.



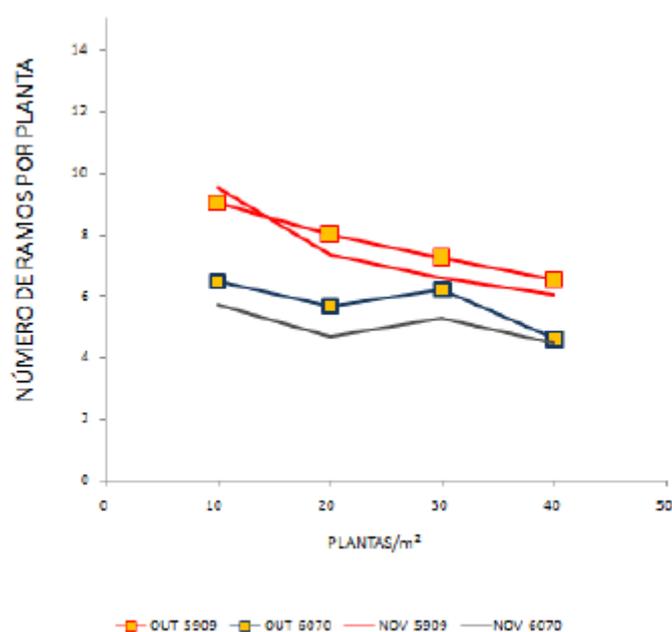
Fonte: Autor.

Considerando a realização das técnicas agrônômicas como a escolha da época de semeadura ideal, do uso de densidade de plantas recomendado e o favorecimento das condições do solo em relação à fertilidade e compactação, o acamamento também é influenciado por características fenotípicas das plantas, que são resultados da interação entre o genótipo e o ambiente (MOTTA et al., 2002). Assim mesmo relacionando a estatura das plantas com a espessura do caule e ramificação, verificou-se que para ambas as cultivares a estatura de plantas é maior quando semeadas no mês de outubro, o que pode estar relacionado com o maior período vegetativo apresentado. Desse modo, a avaliação da susceptibilidade das cultivares ao acamamento constata apenas que a cultivar NA5909RG pode apresentar resultados similares independente da densidade utilizada quando semeada em novembro e ainda, que devemos considerar também as características apresentadas por Motta et al., (2002) para essa avaliação.

Já em relação ao desenvolvimento dos componentes de rendimento das plantas, observa-se algumas diferenças na figura 15, que representa os valores do número de ramos por plantas nas diferentes densidades e épocas de semeadura. Na figura, percebe-se que as cultivares apresentam pouca diferença quando comparadas entre si nas diferentes épocas, porém, ambas apresentam uma

diminuição no número de ramos com o aumento da densidade. Assim podemos considerar uma relação do número de ramos com o genótipo da planta, além da relação direta com a densidade de plantas e com a época de semeadura em que são submetidas. Considera-se também, que características morfológicas como o número de ramos por planta, possui uma relação com o potencial produtivo da planta, uma vez que representam número de locais para o surgimento de gemas reprodutivas (NAVARRO Jr & COSTA, 2002).

Figura 15: Número de ramos por plantas.

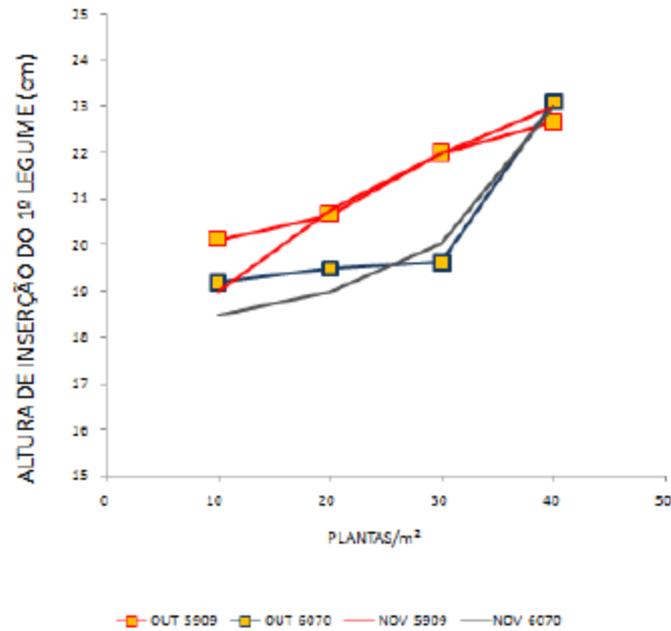


Fonte: Autor.

Ainda em relação às diferenças morfológicas apresentadas pelos fatores utilizados, são apresentados na figura 16 os dados de inserção do primeiro legume. Essa é uma característica avaliada pela relação que possui com a eficiência da colheita, que de acordo com Sediayama et al., (1999), para que não haja perdas nesse processo, a altura mínima da primeira vagem deve ser de 10 a 12 cm em solos de topografia plana, e de 15 cm em terrenos mais inclinados.

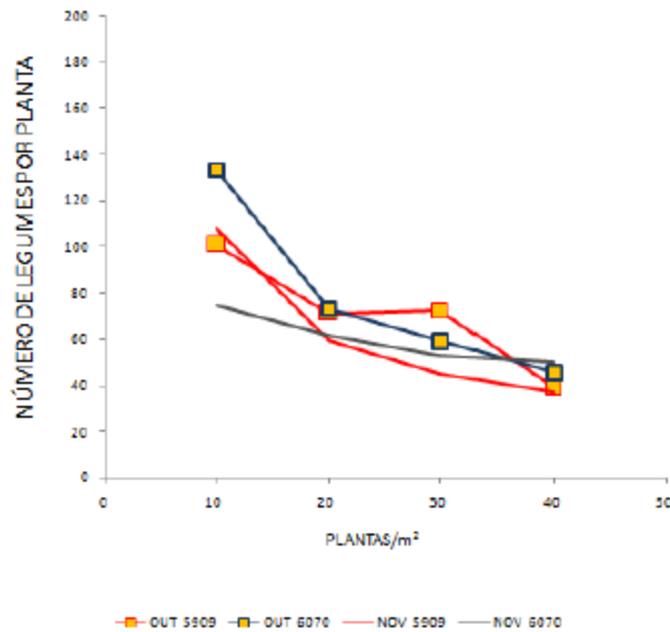
Analisando os valores apresentados figura 16, teríamos que para o caso do cultivo da soja nos planossolos e gleissolos, localizados na planície do estado, ambas as cultivares não apresentariam problemas em relação à colheita pela altura de inserção do primeiro legume, visto que o menor valor encontrado foi de 18cm, estando assim adequado de acordo com os estudos de Sediayama et al., (1999).

Figura 16: Inserção do primeiro legume.



Fonte: Autor.

Figura 17: Número de legumes por planta.



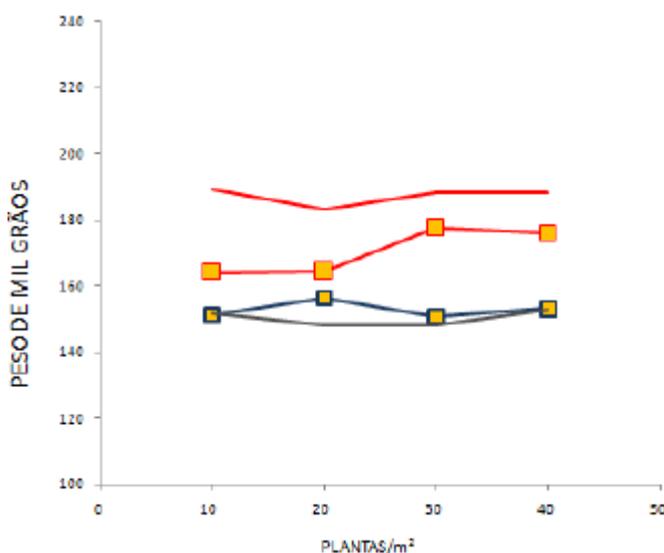
Fonte: Autor.

Para o número de legumes por planta, observa-se na figura 17, uma diminuição em conjunto com o aumento da densidade. De acordo com Jiang & Egli (1993), têm-se que a diferença entre o número de flores geradas, e a proporção dessas que se desenvolvem até a vagem, são os determinantes do número de

legumes, e ainda, que o número de flores por planta é determinado pelo número de flores por nó e pelo número de nós por planta. Um dos componentes que mais contribui para a plasticidade da planta em relação à variação na população é o número de legumes por planta, pela maior amplitude na variação em casos de aumento ou redução da densidade (PEIXOTO et al., 2000).

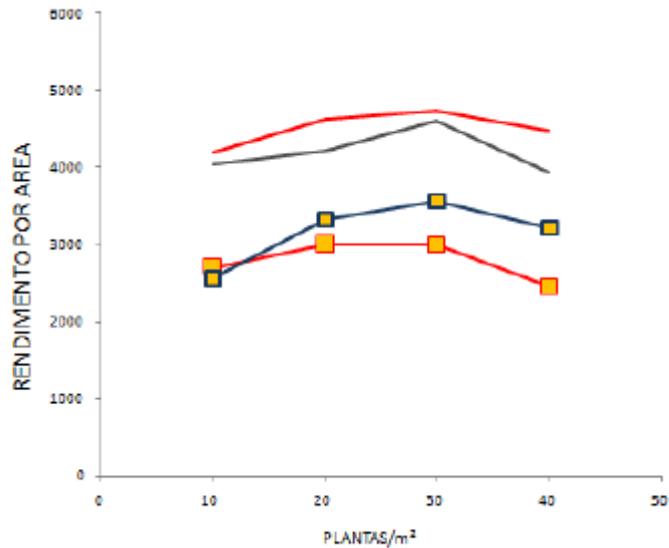
Já os resultados do peso de mil grãos para os diferentes ensaios, que representa um dos indicadores de rendimento da cultura são apresentados na figura 18. Nesse caso, observa-se que esse componente não apresenta diferença quando submetida à diferentes tratamentos para a densidade. De acordo com Pandey e Torrie (1973), a ocorrência da não diferença entre o peso da massa de grãos para as diferentes densidades uma característica determinada geneticamente, e que eventualmente pode ser influenciada por fatores ambientais, o que se relaciona também para a pequena diferença constatada para o caso da cultivar TECIRGA6070RR.

Figura 18: Peso de mil grãos



Fonte: Autor.

Figura 19: Rendimento de grãos.



Fonte: Autor.

Para completar a discussão do ensaio de densidade de plantas, observamos a figura 19 com a ilustração do rendimento de grãos por área (ha). O desempenho foi melhor quando implantadas no mês de novembro, uma vez que as duas cultivares apresentaram rendimento máximo na densidade de 30 plantas m^{-2} , alcançando aproximados 5 mil $kg\ ha^{-1}$. Além disso, constata-se também que para as duas épocas de semeadura os melhores resultados foram obtidos quando o arranjo de plantas utilizado foi de 20 e 30 plantas m^{-2} .

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o cumprimento das 300 horas de estágio curricular obrigatório para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo, foi possível compreender a necessidade da integração dos conhecimentos obtidos ao longo da academia com o prático obtido durante o período. Assim, a observação dos fatores construtivos de altas produtividades, como o conhecimento do histórico da área, a escolha de cultivares adaptadas à essas condições, a decisão da melhor época de semeadura, além do arranjo de plantas que permita maior eficiência na produção, torna-se fundamental para que os produtores tenham um bom planejamento da lavoura. Também, verifica-se a necessidade da gestão eficiente da propriedade, considerando que esse sistema de produção apresenta diferenças quando comparado ao tradicional de monocultivo do arroz (*Oryza sativa*).

A inserção da cultura da soja em solos de várzea é uma boa opção para os produtores, visto que permite a diversificação na renda da propriedade com um produto que possui maior valorização e estabilidade no mercado. Ainda é vista uma tendência no aumento das áreas com o sistema de diversificação nos próximos anos, porém, com menor velocidade ao ocorrido até o momento, visto que as demais áreas disponíveis encontram-se em cotas mais baixas e necessitam um maior período para a adaptação e melhorias nas condições de drenagem. O aumento ou não da área com esse sistema de produção é dependente ainda da valorização do arroz no mercado interno.

Para que o sistema se estabeleça com bons resultados, é fundamental o trabalho do melhoramento genético e o uso desse pelos produtores, e também, o trabalho da extensão rural como o que tem sido realizado pelo IRGA, o que dá informações com base científica e suporte aos produtores. Por fim, considera-se que o uso da rotação de culturas, como o caso da soja em áreas de várzea, os benefícios serão tanto técnicos, como à rotação de agroquímicos e consequente diminuição do banco de sementes de daninhas, quanto econômicos, como a diminuição do custo de produção da cultura do arroz pelo aporte de nutrientes através da cultura da soja.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARNI, N.A.; GOMES, J.E.S.; GONÇALVES, J.C. Efeito da época de semeadura, espaçamento e população de plantas sobre o desempenho da soja [*Glycine max* (L.) Merrill], em solo hidromórfico. *Agronomia Sulriograndense*, v.21, n.2, p.245-296, 1985.

BARNI, N.A. Comportamento de variedades de soja (*Glycine max* (L) Merrill), recomendadas para o RS, cultivadas em terras de arroz irrigado. Porto Alegre: UFRGS, 1980.

Bastidas, A. M., Setiyono, T. D., Dorbemann, A., Cassman, K. G., Elmore, R. W., Graef, G. L., & Specht, J. E. (2008). Soybean sowing date: the vegetative, reproductive, and agronomic impacts. *Crop Science*, 48, 727-740. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2006.05.0292>.

BERNARD, R.L. 1972. Two genes affecting stem termination in soybeans. *Crop Science*, v.12, p. 235-239. competition. University Press, Cambridge, p. 283-313. 1961. (Symposium of the Society for Experimental Biology,

BUCKERIDGE, Marcos S. et al. Comparação entre os sistemas fotossintéticos C3 e C4. Disponível em: , acesso em, v. 4, 2009.

CÂMARA, G.M.S. Soja: tecnologia da produção II. Gil Miguel de Sousa Câmara (editor). Piracicaba: G.M.S. Câmara, 2000. 450p.

Casaroli, D., Fagan, E. B., Simon, J., Medeiros, S. P., Manfron, P. A., Neto, D. D., ... & Martin, T. N. (2007). Radiação solar e aspectos fisiológicos na cultura de soja-uma revisão. *Revista da FZVA*, 14(2).

CONAB. Companhia nacional do abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira, 2019. Acesso em <www.conab.gov.br/info-agro/safras> 07 set. 2019.

DONALD, C. M. Competition for light in crops and pastures. In " Mechanisms In Biological Competition". Ed. F. L. Milthorpe. 1961.

EGLI, D.B.; WIRALAGA, R.A.; BUSTAMAM, T.; YU,Z.W.; TEKRONY, D.M. Time of flower opening and seed mass ins soybean. *Agronomy Jornal*. v.79, n.4, p.697-700, 1987.

EMBRAPA SOLOS 2019. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível: <<https://www.embrapa.br/solos/sibcs/classificacao-de-solos/ordens/gleissolos>>. Acesso em: 30 jul. 2019

EMBRAPA. História da soja. Disponível: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia>>. Acesso em 07 set. 2019.

EMBRAPA. Tecnologia RR. Disponível: <<https://www.embrapa.br/soja/rr>>. Acesso em 01 dez. 2019.

EMBRAPA. Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2014/2015 e 2015/2016. Pelotas, 2014 a.

EMBRAPA. Sistemas de produção: Tecnologias de produção de Soja - Região Central do Brasil. Londrina, Paraná, 2013. p 11-13.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. Stages of soybean development. Ames, Iowa: Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service, 1977. 11 p. (Special Report, n. 80).

GOOGLE MAPS. Cachoeirinha/RS, 2019. Imagem de satélite. Disponível em: <https://www.google.com/maps>. Acesso em: 07 set. 2019.

HEIFFIG, Lília Sichmann et al. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. *Bragantia*, v. 65, n. 2, p. 285-295, 2006.

IAC SOLOS 2019. Instituto Agronômico de Campinas. Disponível: <<http://www.iac.sp.gov.br/solosp/pdf/Gleissolos.pdf>>. Acesso em 30 jul. 2019.

IBGE. Panorama cidades. Disponível: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/cachoeirinha/panorama>>. Acesso em: 30 jul. 2019.

IRGA. Conheça o IRGA. Disponível: <<https://irga.rs.gov.br/quem-somos>>. Acesso em 18/08/2019.

JIANG, H.; EGLI, D.B. Shade induced change in flower and pod number and flower and fruit abscission in soybean. *Agronomy Journal*, Madison, v.85, n.2, p.221-225, 1993.

KLAMT, E.; KAMPF, N.; SCHNEIDER, P. Solos de várzea do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1985. p.43 (Boletim Técnico de Solos, 4).

KOMATSU, R. A.; GUADAGNIN, D.D.; BORGIO, M. A. Efeito do espaçamento de plantas sobre o comportamento de cultivares de soja de crescimento determinado. *Campo digit@l*. v.5, n.1, p.50-55, Campo Mourão, dez, 2010.

MARTORANO, L.G.; FARIA, R.T.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A. Evaluation of the CROPGROW/DSSAT model performance for simulating plant growth and grain yield of soybeans subjected and no-tillage and conventional systems in the Subtropical Southern Brazil. *Italian Journal of Agronomy*, v.3, p.795-796, 2008.

MONTEITH, J.L. Light distribution and photosynthesis in field crops. *Annals of Botany*, v.29, p.17- 37, 1965.

MOTTA, I.S.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A. et al. Época de semeadura em cinco cultivares de soja. I. Efeito nas características agronômicas. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.24, n.5, p.1275-1280, 2002.

MOURTZINIS, S.; CONLEY, S.P. 2017. Delineating soybean maturity groups across the United States. *Agronomy Journal*, v. 109, p.1397-1403.

PANDEY, J.P.; TORRI, E.J.H. Path coefficient analysis of seed yield components in soybean *Glycine max* (L) Merrill. *Crop Science*, Madison, v.13, n.5, p.505 – 507, 1973.

PEIXOTO, C.P.; CÂMARA, G.M. de S.; MARTINS, M.C.; MARCHIORI, L.F.S.; GUERZONI, R.A.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: componentes da produção e rendimento de grãos. *Scientia Agrícola*, v.57, p.47-61, 2000. PEREIRA, E.B.C

PEREIRA, C.R. Análise do crescimento e desenvolvimento da cultura de soja sob diferentes condições ambientais. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, 2002, 282p.

PINTO, L.F.S.; LAUS NETO, J.A.; PAULETTO, E.A. Solos de várzea do Sul do Brasil cultivados com arroz irrigado. In: GOMES, A.S.; MAGALHÃES, A.M. *Arroz Irrigado no Sul do Brasil*. Brasília: Embrapa, 2004.

RUNGE, E., ODELL, R. T. The relation between precipitation, temperature and the yield of soybeans on the agronomy south farm. *Agronomy Journal*, Madison, v.52, n.5, p.245-247, 1960.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R.C.; REIS, M.S. Melhoramento da soja. In: BORÉM, A. (ed). *Melhoramento de espécies cultivadas*. Viçosa: UFV, 1999. p.478-533.

Setiyono, T. D., Bastidas, A. M., Cassman, K. G., Weiss, A., Dobermann, A., & Specht, J. E. (2011). Nodal leaf area distribution in soybean plants grown in high yield environments. *Agronomy Journal*, 103, 1198-1205. <http://dx.doi.org/10.2134/agronj2011.0051>.

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

SILVA, L. F. Gênese e classificação de solos do Jardim Botânico de Porto Alegre. Tese (Mestrado em Ciência do Solo), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014, p.10.

Sinclair, T. R., Neumaier, N., Farias, J. R. B., & Nepomuceno, A. L. (2005). Comparison of vegetative development in soybean cultivars for low latitude environments. *Field Crops Research*, 92, 53-59. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2004.08.008>.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO - SOSBAI. *Arroz Irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil*. Cachoeirinha: SOSBAI, 2018. p 13 - 185.

TAGLIAPIETRA, E. L.; STRECK, N. A.; ROCHA, T. S. M.; RICHTER, G. L.; SILVA, M. R.; CERA, J. C.; GUEDES, J. V. C.; ZANON, A. J. Optimum leaf area index to reach soybean yield potential in subtropical environment. *Agronomy Journal*, v. 110, p. 932-938, 2018.

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. Soja manejo para alta produtividade de grãos. Porto Alegre: Evangraf, 2010. 243 p.

THOMAS, A. L.; LANGE, C. E. Soja em solos de várzea do Sul do Brasil. Porto Alegre: Evangraf, 2014. 127 p.

THOMAS, A. Soja: Tipos de crescimento da planta. Porto alegre, 2018. p. 5 - 49.

UFG 2019. Universidade Federal de Goiás. Disponível: <https://portais.ufg.br/up/68/o/Classifica_____o_Clim__tica_Koppen.pdf>. Acesso em 30 jul. 2019.

UFSM. Informações sobre o clima. Disponível em <http://coralx.ufsm.br/ifcrs/clima.htm>. Acesso em 07 ser. 2019.

VEDELAGO, A. et al. TECIRGA 6070RR: GUIA DE CULTIVO EM SOLOS ARROZEIROS. Cachoeirinha: Starprodutora, 2013. p 16.

VEDELAGO, A.; CARMONA, F.; BOENI, M.; LANGE, C.; ANGHINONI, I. Fertilidade e aptidão de uso dos solos para o cultivo da soja nas regiões arrozeiras do Rio Grande do Sul. Cachoeirinha: IRGA/Estação Experimental do Arroz, 2012.p8 - 15 (Boletim técnico, 12).

WELLS, R. Soybean growth response to plant density:relationships among photosynthesis, leaf area, and lightinterception. Crop Science, Madison, v. 31, n. 3, p. 755-756, 1991.

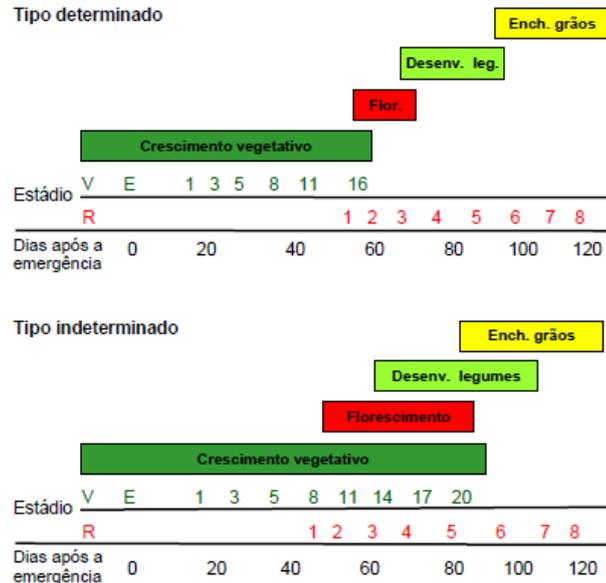
WOODS, S.J.; SWEARINGIN, M.L. Influence of simulated early lodging upon soybean seed yield and its components. Agronomy Journal, Madison, v.69, n.2, p.239-242, 1977

ZANON, A. J. et al. Ecofisiologia da soja. Santa Maria: Pallotti, 2018. 135 p.

ZANON, Alencar Junior et al. Contribuição das ramificações e a evolução do índice de área foliar em cultivares modernas de soja. Bragantia, v. 74, n. 3, p. 279-290, 2015.

9 - ANEXOS

Anexo 1 - Ilustração esquemática do tipo de crescimento da planta de soja.



Fonte: Adaptado de Thomas, 2018.

Anexo 2 - Representação da escala de desenvolvimento da planta de soja.

Soja: Escala de desenvolvimento		
Estádios Vegetativos		
Estádio	Subtítulo	Descrição
VE	Emergência	Cotilédones acima da superfície do solo
VC	Estádio cotiledonar	Folhas unifolioladas com as margens não mais se tocando
V1	Primeiro nó	Folhas unifolioladas desenvolvidas
V2	Segundo nó	Folha trifoliolada desenvolvida no nó acima das folhas unifolioladas
V3	Terceiro nó	Três nós do caule com folhas desenvolvidas começando com o nó das folhas unifolioladas
V (n)	"n"	nó "n" número de nós no caule com folhas desenvolvidas, começando com o nó das folhas unifolioladas
Estádios Reprodutivos		
Estádio	Subtítulo	Descrição
R1	Início do florescimento	Uma flor aberta em qualquer nó do caule
R2	Florescimento	Flores nos quatro últimos nós do caule com folhas desenvolvidas
R3	Início da formação de legumes	Um legume com 5 mm num dos quatro últimos nós do caule com folhas desenvolvidas
R4	Formação de legume	Um legume com 2 cm num dos quatro últimos nós do caule com folha desenvolvida
R5	Início do enchimento de grãos	Grãos com 3 mm num legume dos quatro últimos nós do caule com folhas desenvolvidas
R6	Máximo volume de grãos	Legume contendo ao menos um grão verde que ocupa toda a sua cavidade num dos quatro últimos nós do caule com folhas desenvolvidas
R7	Maturação fisiológica	Um legume normal que atingiu a cor de legume maduro
R8	Maturação	95% dos legumes atingiram a cor de legume maduro

Obs.: Uma folha é considerada **desenvolvida** (e o nó contado) quando as margens dos folíolos da folha do nó imediatamente superior não mais estejam se tocando. A última folha produzida pelo caule é considerada desenvolvida quando apresentar tamanho e morfologia semelhante às demais folhas da planta.

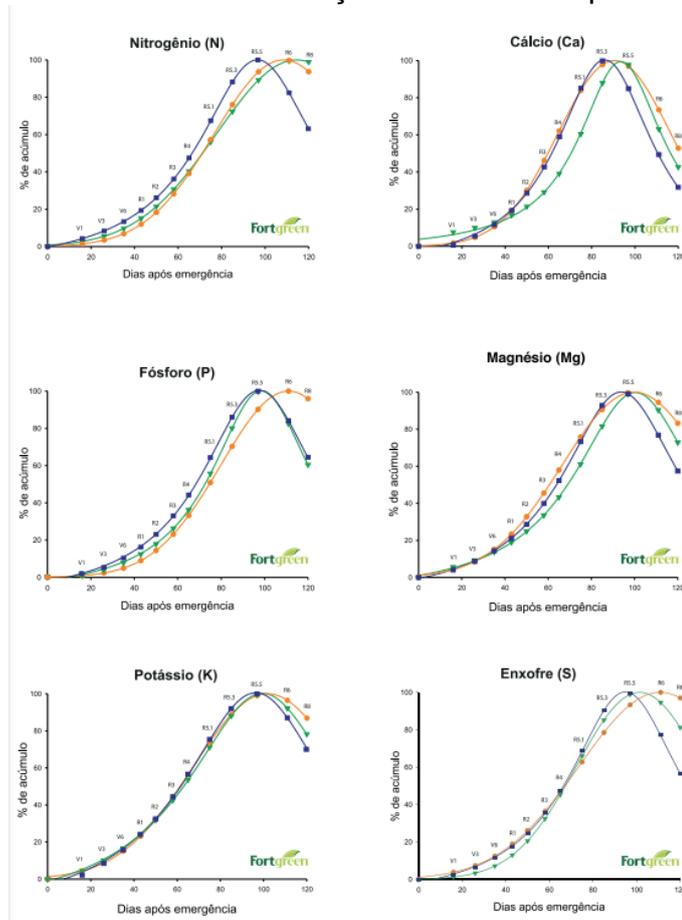
Fonte: Adaptado por Thomas, 2018.

Anexo 3 - Croqui do ensaio de densidade de cultivares.

ENSAIO DE DENSIDADE DE CULTIVARES								SAFRA 2018/2019							
OUTUBRO								2							
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6070	6070	6070	6070	5909	5909	5909	5909	6070	6070	6070	6070	5909	5909	5909	5909
20	10	30	40	40	30	20	10	20	40	30	10	40	10	30	20
1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6070	5909	5909	6070	5909	6070	6070	5909	6070	5909	6070	5909	6070	5909	6070	5909
30	30	40	40	10	10	20	20	40	40	30	30	20	20	10	10
4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
NOVEMBRO															
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6070	6070	6070	6070	5909	5909	5909	5909	6070	6070	6070	6070	5909	5909	5909	5909
10	20	30	40	40	30	20	10	40	20	30	10	10	40	30	20
1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6070	5909	5909	6070	5909	6070	6070	5909	6070	5909	6070	5909	6070	5909	6070	5909
20	30	40	10	10	40	30	20	10	10	20	20	30	30	40	40
4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49

Fonte: Adaptado de Pablo Badinelli, 2018.

Anexo 4 - Ilustração da marcha de absorção de nutrientes pela cultura da soja.



Fonte: Adaptado de Thomas, 2018.