



**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA IRRIGADA
E NÃO IRRIGADA EM DIFERENTES DENSIDADES
POPULACIONAIS**

Dissertação

Cruz Alta - RS, 2022

Julia Rocha Portella

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA IRRIGADA E NÃO
IRRIGADA EM DIFERENTES DENSIDADES POPULACIONAIS**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural da Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ, como requisito para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Rural.

Orientador: Prof. Dr. João Fernando Zamberlan

Coorientador: Prof. Dr. Rafael Pivotto Bortolotto

Cruz Alta/RS, novembro, 2022

P843q Portella, Julia Rocha
Qualidade fisiológica de sementes de soja irrigada e não irrigada
em diferentes densidades populacionais / Julia Rocha Portella. – 2023.
42 f. : PDF.

Dissertação (mestrado) – Universidade de Cruz Alta / Unicruz,
Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural, Cruz Alta, 2022.

Orientador: Prof. Dr. João Fernando Zamberlan.
Coorientador: Prof. Dr. Rafael Pivotto Bortolotto.

1. Cultura da soja. 2. Sementes de soja – qualidade fisiológica.
I. Zamberlan, João Fernando. II. Bortolotto, Rafael Pivotto. III. Título.
CDU 633.34(816.5Cruz Alta)

Catálogo Bibliotecária Eliane Catarina Reck da Rosa CRB-10/2404

Universidade de Cruz Alta - UNICRUZ
Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão.
Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA IRRIGADA E NÃO
IRRIGADA EM DIFERENTES DENSIDADES POPULACIONAIS**

Elaborado por: Julia Rocha Portella

Trabalho de Dissertação como requisito para
obtenção do título de Mestre em
Desenvolvimento Rural.

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. João Fernando Zamberlan (orientador)
Universidade de Cruz Alta – Unicruz

Prof. Dr. Rafael Pivotto Bortolotto
Universidade de Cruz Alta – Unicruz

Prof. Ms. Marco Ivan Rodrigues Sampaio
Agro Urbis

Cruz Alta - RS, novembro de 2022.

RESUMO

Julia Rocha Portella ¹ , João Fernando Zamberlan ² , Rafael Pivotto Bortolotto³

As sementes são a essência das culturas de alto rendimento. Para uma boa produção, é necessário observar todas as práticas culturais, aspectos nutricionais e sanitários, manejo do solo e da água. Portanto, espera-se que a propriedade alcance a verticalização da produção, bem como uma maior racionalização da gestão e comissionamento, aumentando assim a rentabilidade da propriedade. Portanto, o objetivo deste trabalho foi o de investigar o comportamento da qualidade fisiológica de sementes de soja irrigada em diferentes populações de plantas. O experimento foi realizado no Campus de Universidade de Cruz Alta, RS. Utilizou-se semeadura direta, delineamento de pesquisa é o de Blocos Casualizados, com 2 cultivar de soja, em 3 densidades (200, 300, 400 mil pl/ ha), em condição irrigada e outra sequeiro com 5 repetições. As amostras de semente foram coletadas aleatoriamente de 3 pontos por bloco de um metro quadrado de cada tratamento onde dali se extraía 100 sementes para realização dos testes de sementes. As amostras foram levadas ao laboratório de sementes da Universidade de Cruz Alta para realização dos testes de vigor pelo teste do Tetrazólio e de germinação. Conclui-se que não houve diferenças significativas entre as condições irrigadas e de sequeiro quando analisada a cultivar 64I63 IPRO. Já para a cultivar Ativa RR, quando submetidas a testes de envelhecimento acelerado, germinação, vigor e vigor das sementes o mesmo observou-se maior porcentagem quando cultivada sob condições irrigadas.

Palavras-chave: Soja. Semente . Produtividade

ABSTRACT

Julia Rocha Portella ¹ , João Fernando Zamberlan ² , Rafael Pivotto Bortolotto³

Seeds are the essence of high-yield crops. For good production, it is necessary to observe all cultural practices, nutritional and sanitary aspects, soil and water management. Therefore, it is expected that the property achieves the verticalization of production, as well as a greater rationalization of management and commissioning, thus increasing the profitability of the property. Therefore, the objective of this work was to investigate the behavior of the physiological quality of irrigated soybean seeds in different plant populations. The experiment was carried out on the Campus of the University of Cruz Alta, RS. Direct seeding was used, research design is Random Blocks, with 2 soybean cultivars, at 3 densities (200, 300, 400 thousand pl/ha), in irrigated condition and another rainfed with 5 replications. Seed samples were randomly collected from 3 points per block of one square meter of each treatment, from which 100 seeds were extracted to carry out the seed tests. The samples were taken to the seed laboratory at the University of Cruz Alta to carry out vigor tests using the Tetrazolium test and germination. It was concluded that there were no significant differences between the irrigated and rainfed conditions when analyzing the 64I63 IPRO cultivar. As for the cultivar Ativa RR, when subjected to tests of accelerated aging, germination, vigor and vigor of the seeds, a higher percentage was observed when cultivated under irrigated conditions.

Keywords: Soy. Seed . Productivity.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	8
2.1 CULTURA DA SOJA (Glycine Max)	8
2.2 Demanda hídrica para a cultura da soja (<i>Glycine max</i> L.)	9
2.3 Arranjo de população de plantas na cultura da soja.....	11
2.4 SEMENTES DE SOJA.....	14
2.4.1 Sementes certificadas.....	16
2.4.2 Sementes salvas.....	17
2.5 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA	18
3 METODOLOGIA.....	20
4 ARTIGO 1.....	21
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

A semente é a essência de uma lavoura produtiva. Para se produzir bem, é necessário que todos os tratamentos culturais, os aspectos nutricionais, sanitários, manejos de solo e água sejam observados. Com isso espera-se que haja verticalização produtiva nas propriedades bem como uma maior racionalização dos manejos e utilização de insumos, melhorando a rentabilidade das propriedades.

A soja pertence à família Fabaceae, gênero *Glycine* e tem como centro de origem a China. Foram inúmeras as tentativas iniciais de produção de soja fora do seu centro de origem. O primeiro cultivo da cultura da soja no Brasil ocorreu no ano de 1882, por Gustavo D'Utra, professor da Escola Agrícola da Bahia, mas sem sucesso, os melhores resultados ocorreram a partir de 1908 e, em 1923 por imigrantes japoneses Câmara (2015). A soja tem alto potencial de produção de grãos e grande variabilidade entre as cultivares, fazendo com que ela tenha uma ótima adaptação nas mais variadas regiões e épocas no Brasil (CARVALHO *et al.*, 2010). Na safra 2020/2021 a produção de soja foi estimada em 135,9 milhões de toneladas, aumento de 8,9% em relação à safra 2019/20 (CONAB 2021).

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é considerada atualmente uma das “commodities” de maior importância, tanto em nível nacional, como também mundial por ser uma leguminosa que possui em sua composição alto valor nutricional e se destaca sendo fonte de proteína, se tornando assim, uma excelente opção de substituição da proteína animal por uma de origem vegetal na alimentação humana (LOPES, 2016). A produção de soja foi a que mais cresceu nas últimas três décadas no país. O crescimento da produção e da área plantada justifica-se por diversos fatores, entre eles o avanço tecnológico, as pesquisas e experimentos agrícolas, disponibilidade de crédito rural e aumento das exportações (CONAB, 2016).

O potencial de pesquisa da cultura da soja, no nível nacional, bem como em todas as regiões, nas últimas safras, mostra-se alto, mostrando o Brasil como produtor com capacidade competitiva de produção dessa cultura. É evidente que as novas tecnologias vêm possibilitando o cultivo em novas áreas e, consequentemente, gerando ou aumentando a área cultivada. O desenvolvimento de novas tecnologias é um dos maiores responsáveis pelo aumento da produção de soja no Brasil (FREITAS e

MENDONÇA, 2016). E dentre essas tecnologias encontra-se o melhoramento genético, que está embarcado na semente a ser utilizada para o produtor.

Diante do exposto acima, a avaliação dos efeitos do potencial fisiológico das sementes de soja sobre o estabelecimento e desempenho de plântulas em condições de campo é extremamente relevante, devido à importância dessa cultura no contexto do agronegócio e da economia brasileira (SCHUCH *et al.*, 2009). O melhoramento genético das cultivares de soja e o arranjo da população demandam sementes de alta qualidade física, genética, sanitária e fisiológica (KRZYZANOWSKI *et al.*, 2013).

Com o uso da irrigação é possível aumentar a produção sem necessidade de aumentar as áreas de plantio. Isso pode contribuir, inclusive, para diminuir desmatamentos para a abertura de novas áreas para produção de soja (GAVA *et al.*, 2015).

Outro fator sobre a irrigação, é que nos últimos anos, tem sido fundamental para garantia das produções em períodos de déficit hídrico. Desta forma como se comporta a soja em diferentes arranjos populacionais e se este fator intervém na qualidade fisiológica da semente de soja? Portanto, o objetivo deste trabalho foi o de investigar o comportamento da qualidade fisiológica de sementes de soja irrigada em diferentes populações de plantas.

Como objetivos Específicos temos:

a) Avaliar a germinação e vigor de sementes de soja irrigadas e sequeiro nas variações populacionais;

b) Relacionar vigor e germinação as variáveis irrigação e população de plantas por meio de estatística multivariada.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTURA DA SOJA (*Glycine max* L.)

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2016), na década de 60, o Brasil representava pouco mais de 1% da produção mundial de soja. Após cinco décadas houve uma evolução apreciável da participação do Brasil, que em 2011, apareceu como segundo produtor com 28%, à frente da China e atrás somente dos Estados Unidos, com 31% da produção da mundial. Atualmente, a produção brasileira já superou a barreira dos 120 milhões de toneladas, podendo tomar a liderança mundial na produção do grão (CONAB, 2019). O plantio de soja configura-se ainda como o principal produto agrícola da pauta das exportações brasileiras e o maior responsável pelo aumento da colheita nacional de grãos (ESPÍNDOLA; CUNHA, 2015).

O potencial de pesquisa da cultura da soja, no nível nacional, bem como em todas as regiões, nas últimas safras, mostra alto, mostrando o Brasil como produtor com capacidade competitiva de produção dessa cultura. É evidente que as novas tecnologias vêm possibilitando o cultivo em novas áreas e, conseqüentemente, gerando ou aumentando a área cultivada. O desenvolvimento de novas tecnologias é um dos maiores responsáveis pelo aumento da produção de soja no Brasil (MENDONÇA, 2016).

A soja é a cultura agrícola que mais se destacou no Brasil nas últimas três décadas e representa 49% da área cultivada em grãos no país. Os avanços tecnológicos, juntamente com o manejo eficiente dos produtores, proporcionaram o aumento da produtividade. Cultivada especialmente nas regiões Centro Oeste e Sul do país, o cultivo da soja tornou-se viável no cerrado, graças aos resultados alcançados pelos trabalhos de pesquisas da Embrapa, em parceria com outras instituições (BRASIL, 2016).

A soja é a principal moeda do agronegócio na região de estudo e é commodity de maior importância para o produtor rural, sendo um dos cultivos de maior retorno. Além disso, conforme discutido acima, há apenas, no máximo, 3 anos está se utilizando AP nas áreas estudadas e, por conta disso, apenas quatro produtores citaram que utilizaram a cultura do milho como forma de rotação de cultura para soja (R. 17, R.21,

R.22 e R.28). Resultado é reflexo do sistema de cultivo predominante no Estado do RS (ANSELM, 2012).

A produção brasileira de grãos na safra 2021/22 está estimada em 271,2 milhões de toneladas, um acréscimo de quase 14,5 milhões de toneladas, quando comparada ao ciclo anterior, como aponta o 12º Levantamento da Safra de Grãos pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). No Rio Grande do Sul, por exemplo, a quebra registrada superou 50%. Diante desse cenário, a colheita para o grão no país está estimada em 125,6 milhões de toneladas, uma redução de aproximadamente 10% em relação à safra 2020/21.

A necessidade de água da cultura de soja varia de 450 a 800 mm/ciclo, dependendo do cultivar (devido a diferença de ciclo dos materiais), condições de solo e clima, além do manejo cultural empregado, havendo dois períodos considerados críticos para a falta de água: a germinação e a floração/enchimento de grãos (DALL'AGNOL, 2013).

Quando há falta de água, ocorrem reações na planta, inicialmente com o fechamento estomático até a queda de folhas e abortamento de estruturas reprodutivas o que acaba acarretando na diminuição da produtividade (TAIZ, 2017).

2.2 DEMANDA HÍDRICA PARA A CULTURA DA SOJA (*Glycine max* L.)

No momento de implantar determinada cultura, o produtor deve compreender a necessidade hídrica, para quantificar o volume de água necessário durante o seu ciclo de desenvolvimento. Para tal, determinar os períodos em que a cultura se encontra susceptível a falta de água é em última análise para reduzir perdas de rendimento.

Para Kuss (2006) a utilização da irrigação é uma das práticas mais eficazes na melhoria da produtividade e da qualidade de grãos, sendo que uma das vantagens de áreas irrigadas é não haver necessidade, entre as plantas, de competir pelo suprimento de água.

Segundo Bergamaschi (1992), o consumo de água das culturas é determinado pela demanda evaporativa da atmosfera, propriedades do solo e características das plantas.

De acordo com Mundstock & Thomas (2005), a deficiência hídrica no início do ciclo da soja, causa forte redução na emissão de novos ramos reduzindo

potencialmente o número de nós que iriam produzir legumes. Porém a planta pode se recuperar parcialmente, caso haja melhor disponibilidade de água após o florescimento, podendo emitir e fixar um número maior de flores nos novos nós para produzir legumes, podendo ainda reduzir a formação de novas folhas para sustentar o enchimento de grãos. Cabe ressaltar que logo após a semeadura, tanto o excesso quanto o déficit hídrico podem prejudicar o estabelecimento do estande de plantas. Porém caso a quantidade de água seja muito alta no solo, pode ocorrer falta de oxigênio que também pode reduzir a germinação (EMBRAPA, 2009).

De acordo com Larcher (2006), há uma redução na altura de plantas submetidas ao estresse hídrico, devido a redução da turgescência, inibindo a fotossíntese e, conseqüentemente, o processo de crescimento durante o desenvolvimento. Ainda neste sentido, Petry (2000), Thomas e Costa (1994), mostram uma redução na altura das plantas quando em condições de déficit hídrico, devido à diminuição do número de nós e comprimento de entrenós.

Em sequeiro, observa-se a tendência de apresentar menor número de vagens por planta devido ao abortamento de flores e vagens ocasionado pela deficiência hídrica nessa fase da cultura, assim como afirmar Bruening e Egli (2000) em que a diminuição das vagens se dá provavelmente em função do maior índice de abortamento de flores e vagens quando o déficit hídrico ocorre no início dessas fases fenológicas.

Corroborando a isso, Brevedan e Egli (2003), observaram em seus estudos avaliando efeitos do déficit hídrico, no período de enchimento de grãos, um aumento no abortamento de vagens e grãos, resultando em menor número de vagem por planta, devido ao menor pagamento sob condições de estresse hídrico.

Segundo os estudos feitos por Gava (2014) e Rambo *et al.* (2003) que obtiveram massa de grãos superiores em área irrigada, concluindo que o déficit hídrico afeta negativamente a formação dos mesmos. Já Kuss *et al.* (2008), verificou que a menor média da massa de grãos, foi obtida para as condições de irrigação, os autores argumentam que em decorrência do déficit hídrico ocorrido durante o florescimento e enchimento de grãos, houve maior abortamento de flores e vagens, fazendo com que legumes que permaneceram na planta acumulassem maior massa seca de grão, em relação as plantas com maior número de estruturas reprodutivas, que conseqüentemente demandariam mais fotoassimilados.

Resultados que estão de acordo com Mundstock & Thomas (2005), que afirmam que o déficit hídrico em qualquer estágio de desenvolvimento da planta, altera

a quantidade de massa produzida, afetando o balanço entre o crescimento vegetativo e reprodutivo, o que reflete sobre o número de nós férteis e legumes na planta, diminuindo o rendimento de grãos.

Apesar de a região Sul do Brasil apresentar um regime com médias normais de chuvas bem distribuídas ao longo do ano, a disponibilidade de água para as plantas se modifica em função da variação diária da chuva e de todos os elementos meteorológicos em relação às normais climatológicas que influenciam na demanda atmosférica por água ao longo do ciclo. Climatologicamente, a demanda atmosférica é maior próximo ao solstício de verão, em que os dias são mais longos e há maior disponibilidade potencial de radiação solar, temperatura do ar e déficit de saturação do ar. Portanto, a coincidência da fase reprodutiva da cultura com esse período pode aumentar o risco de déficit hídrico, o qual é um dos principais fatores responsáveis pela redução da produtividade de soja no Brasil (SENTELHAS *et al.*, 2015).

O excesso hídrico também apresenta grande importância, pois reduz a germinação de sementes e afeta a população de plantas em seu estabelecimento inicial. Além disso, reduz a fixação biológica de nitrogênio e promove condições adequadas para a infecção da planta por patógenos de solo como verificado nas últimas safras. Na soja cultivada em terras baixas, estes danos são mais frequentes e são potencializados pelo decréscimo no conteúdo de oxigênio no solo (LINZEMER *et al.*, 1998), o que reduz a condutância estomática e a taxa de fotossíntese, evoluindo para o amarelecimento e abscisão foliar com o prolongamento do período de excesso hídrico (OOSTERHUIS *et al.*, 1990) e consequente redução da produtividade.

Cultivares com maior duração do ciclo podem apresentar melhores desempenhos, frente a condições adversas quando comparadas a materiais de menor duração de ciclo. Isso está intimamente relacionado a sua maior capacidade de se reestabelecer e compensar perdas após a ocorrência de períodos de estresses, com influência direta no número de legumes por planta e formação de grãos mais pesados (SILVA *et al.*, 2018).

2.3 ARRANJO DE POPULAÇÃO DE PLANTAS NA CULTURA DA SOJA

De acordo com Assis *et al.* (2014), o “arranjo de plantas” representa as várias alternativas de combinações de espaçamentos e densidades de plantas, ou seja, é a

distribuição das plantas na área, na fileira e o espaçamento entre fileiras. Teoricamente, o melhor arranjo de plantas é aquele que proporciona uma distribuição mais uniforme das plantas na fileira plantada, proporcionando melhor utilização da água, luz e nutrientes. Dentre as práticas utilizadas para maior produtividade da soja, pode-se destacar a escolha do melhor arranjo entre as plantas e da densidade adequada de semeadura.

O ajuste da densidade de plantas na cultura da soja é uma prática de manejo importante para obtenção de alta produtividade de grãos, com menor custo possível (Balbinot Junior *et al.*, 2015). Esses mesmos autores relatam que a quantidade de plantas por área determina a competição entre plantas de soja pelos recursos do meio, como água, luz e nutrientes, podendo também alterar o crescimento das plantas, a velocidade de fechamento das entrelinhas, a incidência de pragas, a penetração de agrotóxicos no dossel da cultura, o acamamento de plantas e, por consequência, a produtividade e a qualidade de grãos.

O espaçamento entre fileiras continua igual ao de uma lavoura de linhas paralelas, de 45 a 50 cm. Este sistema vem sendo testado por vários sojicultores no Brasil e muitos garantem sua eficácia. Enquanto alguns produtores aumentam somente de 20 a 50% o número de plantas por hectare, outros dobram não só a população, mas também a adubação. No plantio é necessário que a semeadora passe duas vezes na área para que as linhas se cruzem, já a colheita ocorre da mesma forma que em uma lavoura tradicional de linhas paralelas (Assis *et al.*, 2014).

Em experimento conduzido por Procópio *et al.* (2013), avaliando o crescimento e a produtividade da cultivar de soja de hábito indeterminado em arranjos espaciais distintos, duas densidades de semeadura foram testadas (375.000 e 562.500 sementes ha⁻¹) comparando duas formas de plantio, o plantio cruzado e não cruzado. Esses autores observaram que no plantio cruzado a quantidade de plantas diminuiu, mas a produtividade não foi afetada. A menor produção de grãos por plântula e menor acúmulo de fitomassa, provocado pelo aumento na densidade da semeadura, não afeta a produtividade de grãos. A maior densidade de plantas (redução do espaçamento entre fileiras) aumentou a formação de grãos de soja nas hastes, no entanto reduziu a formação nos ramos; fazendo com que a produtividade não fosse alterada.

Silva *et al.* (2015) observaram que o arranjo espacial exerce efeito nas características agrônômicas da soja, verificando também que a semeadura cruzada,

usando o espaçamento de 0,5 m, eleva a produtividade de grãos na cultura. Buso *et al.* (2016) avaliando o cultivo de soja em relação aos sistemas de semeadura e diferentes densidades populacionais, observaram que os sistemas de semeadura não influenciaram a produtividade de grãos, relatando também que a semeadura não cruzada proporciona menor uso de operação mecanizada.

Segundo Tourino *et al.* (2002), a produtividade de soja pode ser diretamente responsiva tanto à população de plantas como ao espaçamento entre linhas de semeadura.

Balbinot Junior *et al.* (2015) citam que a cultura utiliza populações que variam basicamente em função da cultivar, disponibilidade de luz e amplitude luminosa, água e nutriente, sendo em geral de 250 a 350 mil plantas ha⁻¹. Tourino *et al.* (2002) informam populações que variam entre 200 e 300 mil plantas ha⁻¹, a depender do quão moderna geneticamente é a cultivar, sua adaptabilidade geográfica e disponibilidades edafoclimáticas. Contestando a afirmações sobre a resposta produtiva quanto à população de plantas, o trabalho realizado por Buchling *et al.* (2017) apontou que diferentes populações de semeadura (150 a 450 mil plantas ha⁻¹) geraram pouca influência na produtividade de grãos. Contudo Junior Ramos *et al.* (2019) realizaram experimento com variação de 140 a 380 mil plantas ha⁻¹, sendo observado o aumento de produtividade em função do aumento da população de plantas, porém não conseguiram estabilidade na produção de grãos a fim de estabelecer as populações mais adequadas.

De acordo com Tourino *et al.* (2002), o espaçamento entre linhas ideal para soja não é taxativamente definido devido à sua plasticidade fenotípica. Contudo, Balbinot Junior *et al.* (2002) descrevem ser usual entre 0,4 e 0,6 m para arranjo de semeadura convencional. Os autores ressaltam que a associação entre maiores populações e menor espaçamento pode reduzir a produtividade, e maior população em maior espaçamento pode não alterar a variável.

Balena *et al.* (2016) evidenciam a plasticidade fenotípica da soja realizando o experimento com espaçamentos entre linhas distintos (0,20 e 0,50 m) e população de 300 mil plantas ha⁻¹ em ambos, obtendo altura de plantas, altura de inserção de primeira vagem e produtividade similares. Resultado similar é encontrado por Heiffig *et al.* (2006) que testam diferentes espaçamentos variando de 0,20 a 0,70 m e não obtiveram efeito sobre a produtividade.

O trabalho realizado por Pereira *et al.* (2018) vai de encontro às afirmações anteriores, pois manteve a população, testou quatro espaçamentos (0,22, 0,44, 0,66 e

0,88 m) e encontrou maior produtividade no espaçamento de 0,60 m, inferindo que a soja neste espaçamento pode obter rendimentos superiores.

Para Pires *et al.* (1998), o ideal é que se experimente cultivares no campo e avalie suas respostas agronômicas à população de plantas e espaçamento entre linhas. Além da influência no rendimento de grãos, Carvalho *et al.* (2013) consideram importante considerar as influências do arranjo espacial de plantas no desenvolvimento vegetativo das mesmas. Segundo os autores o arranjo espacial das plantas aumento da população em cultivares de porte conhecidamente elevado gera incremento ainda maior na altura de plantas, sendo capaz de favorecer o acamamento e gerar prejuízos na colheita (PROCÓPIO *et al.*, 2014) pode alterar a altura das plantas, o diâmetro de haste e a altura de inserção da primeira vagem, influenciando a suscetibilidade ao acamamento e perdas na colheita.

Com o intuito de avaliar tais características, Martins *et al.* (2020) realizaram experimento com a soja em diferentes arranjos espaciais (convencional e reduzido) e populações de plantas (200 a 500 mil plantas ha⁻¹) e foi observado que conforme há o aumento na população, há o aumento na altura de plantas. Isto é devido a maior competição por luz e consequente estiolamento, independente do arranjo espacial utilizado (MODOLO *et al.*, 2016; CARMO *et al.*, 2018). Com o aumento de altura das plantas, houve o aumento na altura de inserção da primeira vagem, o que pode significar menores perdas na colheita mecanizada da cultura.

Comparando espaçamentos entre linhas na semeadura convencional de soja (0,2 e 0,5 m) e diferentes densidades populacionais (150, 300 e 450 mil sementes ha⁻¹), Simionato *et al.* (2014) verificaram maior produtividade de grãos para o espaçamento de 0,5 m entre linhas, independente das densidades de semeadura utilizada. Contudo, Balena *et al.* (2016) não verificaram diferenças na produtividade da cultura ao utilizar espaçamento de 0,25 e 0,50 m, ambas se mantiveram similares. Tornando a alteração de espaçamento entre linhas ainda controverso (AKOND *et al.*, 2013).

2.4 SEMENTES DE SOJA

Diversos são os fatores que podem contribuir para a perda da qualidade das sementes de soja, entre eles a presença de patógenos e o armazenamento de forma inadequada (SOUZA, 2015). Outro aspecto que podem tornar a semente de baixa qualidade, é o uso de “sementes salvas”. Os aspectos que levam o produtor a salvar

sementes são amplos, mas o mais notório é a redução nos custos de produção, devido aos altos custos de sementes que possuem sistema de certificação, além da escassez das próprias sementes no mercado, e a incerteza dos preços no cenário característico da soja (THOMAS, 2015).

No País é legal salvar sementes, desde que siga as determinações das legislações exigentes. As sementes salvas devem ser regularizadas e fiscalizadas pelos produtores e órgãos regularizadores (MAPA, 2009). Mas, muitos produtores por sua vez estão aproveitando as falhas fiscais e vendendo parte disso, o que se torna a partir de então ilegal, cometendo o que é chamado de “pirataria”. Que chega a ser crime quando cometido (ABRASEM, 2003).

A utilização de sementes certificadas é a prática agronômica mais recomendada, pois são sementes cujo detrimento é legalizado e fiscalizado pelo órgão competente, que é o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Além disso, é através da semente certificada que são introduzidos no campo os mais recentes avanços do melhoramento genético vegetal (ABRASS, 2016). Para identificar o real potencial de desempenho de um lote de 10 sementes, são realizados testes de vigor e germinação. Entretanto, o vigor, pela sua própria característica de diversidade, nem sempre pode ser avaliado integralmente por apenas um ensaio, razão pela qual, recomenda-se o uso de vários testes para obter uma idealização mais próxima da qualidade fisiológica do lote de sementes (AGUERO *et al.*, 1997).

Preliminarmente, ressalta-se que o conceito legal de sementes é extraído do artigo 3º da Lei nº 10.711/2003 segundo o qual: semente é toda e qualquer estrutura vegetal utilizada na propagação de uma cultivar (ABRASS, 2017). Conceito que abarcaria também o de material propagativo, que seria toda e qualquer parte da planta ou estrutura vegetal utilizada na sua reprodução e multiplicação (MAPA, 2009). O quesito sementes transgênicas é o processo de obtenção de variedades comerciais que se baseia, entre outros métodos, de melhoramento genético convencional e tem como objetivo a obtenção de novas cultivares adaptadas ao que se busca como característica desejável como o plantio nos diversos tipos de climas e solos do País. Desse processo artificial de cunho técnico-científico surge uma nova variedade, o vegetal transgênico ou organismo vegetal geneticamente modificado (ABRASS, 2017).

A Lei nº 9.279/1996, que dispõe acerca do ordenamento jurídico admite a patenteabilidade de microrganismos transgênicos, desde que preencham os requisitos básicos da concessão da patente, aquele que não existia antes na natureza, no caso dos

microrganismos, que não fosse possível que, através da evolução natural das espécies, outro microrganismo chegasse a ser como o microrganismo inventado (ABRASS, 2017).

Esta fabricação de um “novo” microrganismo se dá por engenharia genética: logo, para que seja patenteado, deve ser um microrganismo transgênico. Nesse sentido os detentores têm o direito por lei estabelecido, de ser ressarcido pelo uso da tecnologia, chamados de Royalties (SILVA, 2017).

As sementes são baseadas em dois tipos, a convencional aonde não se encontra modificação por engenharia genética, apenas pela evolução natural, para que ocorresse uma adaptação em locais diferentemente inapropriados ao seu cultivo anteriormente. E as sementes transgênicas que sofreram alteração genética em seus genes, por meio de técnicas da biotecnologia, aonde se recebe um gene de um outro organismo capaz de torná-la tolerante ao uso de um tipo de herbicida, além genes inseticidas, capazes de eliminarem pragas corriqueiras da cultura (CASAGRANDE, 2011).

2.4.1 Sementes certificadas

As sementes certificadas têm o seu conceito insculpido no artigo 2º, da Lei nº 10.711/2003, a qual estabelece que dentro do sistema de certificação existem diversas classes de sementes, quais sejam: genética, básica, certificada de primeira e segunda geração (C1 e C2), frisa-se que a legislação supramencionada ainda reconhece as classes S1 e S2, as quais estão fora do sistema de certificação (MAPA, 2009).

Pontua-se que nenhum dos insumos são indispensáveis, mas, nenhum contribui de forma tão expressiva para a construção de uma boa produtividade como a “semente”. Pois além de trazer toda tecnologia genética disposta em seu gene, que por anos foram desenvolvidas por melhoristas, para contribuição do desempenho produtivo, a semente com qualidade fisiológica produzirá plantas com alto vigor e resistência (ABRASS, 2017).

O beneficiamento de sementes se faz necessário devido a certificação da remoção de contaminantes, que venham a prejudicar a armazenagem e posteriormente a semeadura das mesmas, tais materiais como: vagens, ramos, torrões, insetos e sementes oportunistas de outras culturas e de ervas daninhas, além da operação ter ainda a finalidade de classificar a semente por tamanho, tornando possível o cálculo de população por variedade no campo, além, da remoção de semente danificada e

deteriorada. Quando se faz necessário a semente receberá aplicação de fungicidas e inseticidas e embalar adequadamente para a sua futura comercialização, todo processo tem o intuito de melhorar a qualidade do lote (FRANÇA NETO *et al.*, 2007).

O uso de sementes de alta qualidade, oriundas do processo de melhoramento genético, contribuem para alta produtividade, nesse sentido, a aquisição de sementes de qualidade estabelece como meta prioritária dentro do processo de produção, de modo que a germinação e a emergência das plântulas serão reflexo da mais alta qualidade fisiológica. Esse processo possibilita o acesso dos produtores a cultivares com mais alto padrão tecnológico, sementes essas testadas e aprovadas por instituições de pesquisa comprometidas com o desenvolvimento da agricultura. Esse ganho de qualidade obtido nas cultivares é repassado aos agricultores por meio das sementes, para a multiplicação e produção (MARCOS FILHO, 2005).

2.4.2 Sementes salvas

A Lei nº 10.711/2003, que dispõe acerca do Sistema Nacional de Sementes e Mudas, à qual é devidamente regulamentada por meio do Decreto nº 5.153, de 23 de julho 2004, de igual modo, estabelece em seu artigo 2º, a autorização legal para que um agricultor utilize na safra seguinte, a semente certificada que esteja armazenada em sua propriedade, sendo essa da safra anterior, onde essas sementes são denominadas pela legislação sementes de uso próprio. Conforme o inciso XLIII – do artigo 2º da Lei nº 10.711/2003 aonde são consideradas semente para uso próprio: qualquer quantidade de material de reprodução vegetal guardada pelo agricultor, a cada safra, para semeadura ou plantio exclusivamente na safra seguinte e em sua propriedade ou outra cuja posse detenha, observados, para cálculo da quantidade, os parâmetros registrados para a cultivar no Registro Nacional de Cultivares – RNC (ABRASEM, 2003).

Assim, temos que tanto a Lei quanto o decreto supramencionados, estabelecem as seguintes condições para que não seja configurado o crime de pirataria: a cultivar deve estar inscrita no RNC; a semente a ser produzida para uso próprio deve ser originada de semente adquirida de produtor credenciado no RENASEM; a área destinada a esta produção deve ser comunicada ao MAPA, órgão responsável pela fiscalização, deverão ser apresentada a Nota Fiscal da semente original e deve ser compatível com o tamanho da área a ser cultivada no ano seguinte com a semente ali produzida, evidenciando o uso próprio; a área a ser plantada deve ser de propriedade do

agricultor ou estar em sua posse, no caso de arredamentos; a semente produzida não pode ser removida da propriedade sem autorização expressa do MAPA; o beneficiamento da semente deve ser feito somente dentro da propriedade do usuário; e, é vedada a venda ou a troca de semente para uso próprio, sujeito as punições previstas na lei; essas normas não se aplicam a cultivares de domínio público (MAPA, 2009).

A prática de produzir a própria semente é muito executada, principalmente nas pequenas e médias propriedades. Uma parte dos grãos colhidos é retida como semente para servir de propágulo para próximo cultivo. Não é ilegal no Brasil o sistema de salvar sementes, e é garantido por lei no Brasil. Porém, essa permissão só é garantida para uso próprio, sendo que a comercialização das mesmas é ilegal (THOMAS, 2015).

Existem as vantagens que motivam o uso de “sementes salvas” podemos elucidar alguns em especial, como a redução nos custos de produção, escassez de sementes e/ou cultivares de interesse, altos custos de sementes que possuem sistema de certificação, a própria qualidade baixa das sementes comerciais e a incerteza e flutuações de preço do produto principal, que é característico no cenário da soja (THOMAS, 2015).

Existem as desvantagens desse uso, entre os principais prejuízos ocasionados pelo uso de sementes próprias estão: perdas de produtividade com redução da renda dos agricultores; perdas econômicas para o mercado de sementes (desestímulo as pesquisas); perdas de mercado interno e externo, e também disseminação de pragas (ABRASEM, 2013). Assim, iniciar a safra com uma semente duvidosa, sem a garantia e a qualidade proporcionada por uma semente certificada, é colocar em risco todo o ano agrícola de uma lavoura. Além dos prejuízos à lavoura, no caso de sementes com tecnologia Intacta RR2 PRO, o agricultor será penalizado em 7,5% do valor da carga na entrega do grão, caso seu produto não seja certificado nem seja comprovadamente semente salva legal (ABRASS, 2017).

2.5 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA

Qualidade fisiológica das sementes é caracterizada pelo vigor e pelo percentual de germinação, que afetam diretamente o desempenho em campo. Diferenças de níveis de vigor das sementes de soja afetam todo o ciclo da cultura, desde o estabelecimento inicial até a produtividade (RODRIGUES *et al.*, 2018; ROSSI *et al.*, 2017). Plântulas originadas de sementes com alto vigor possuem maior velocidade e uniformidade de

emergência, proporcionando estabelecimento rápido da cultura (FERRARI *et al.*, 2014; MEIRA *et al.*, 2016), com maior velocidade nos processos metabólicos ligados ao início do desenvolvimento vegetal (MINUZZI *et al.*, 2010).

Sementes com mais vigor e a aptidão de armazenamento são os motivadores que resultam em plantas com mais raízes, de modo geral, quanto maior o teor de reservas nas sementes, maior será o vigor das plântulas originadas. A semente de soja, para ser considerada de alta qualidade, deve ter excelentes características fisiológicas e sanitárias, como altos níveis de vigor, germinação e sanidade, bem como garantia de pureza física e varietal. (HENNING *et al.*, 2010).

Estes fatores respondem pelo desempenho das sementes no campo, culminando com o estabelecimento da população de plantas requerida pelo cultivar, aspecto fundamental que contribui para que sejam alcançados níveis altos de produtividade (FRANÇA NETO *et al.*, 2010). Em sementes com baixo vigor pode ocorrer atenuações na velocidade de emergência, na produção e nas taxas de crescimento das plantas, podendo influenciar o estabelecimento da cultura, seu comportamento ao longo do ciclo e produtividade. As sementes de soja, devido às suas características morfológicas e químicas, destacam-se por serem bastante sensíveis à ação de fatores do ambiente (HENNING *et al.*, 2010).

A exposição das sementes em ciclos alternados de condições ambientais úmidas e secas, na fase de pós-maturidade, pode ocasionar danos por umidade, os quais apresentam maior magnitude quando ocorrem em ambientes quentes, típicos de regiões tropicais e subtropicais (FORTI *et al.*, 2010). Além de todos esses fatores, é essencial a rastreabilidade das sementes, para que gere transparência no processo de produção, plantas com altas populações tendem a ter competições por nutrientes, fazendo com que se tenha menor produtividade futura. Produtores devem estar atentos também ao transporte e armazenagem das sementes que chegam em suas propriedades, isso irá garantir uma maior qualidade germinativa e vigor, pois mesmo compradas sementes de qualidade com alto potencial, e não ter os procedimentos e manejos adequados de nada adiantará (HENNING *et al.*, 2010).

3 MATERIAL E MÉTODOS

De acordo com Oliveira Neto (2006, p. 11), Método Indutivo - Parte dos fatos particulares para conclusões genéricas. É o inverso do dedutivo: parte de fatos singulares para chegar a uma conclusão ampla.

Consistem em um método experimental, realizada a campo. “O método experimental ou empírico é aquele fundado na experiência, que é um tipo de ensaio científico em que o objeto de pesquisa é submetido a um quadro totalmente controlado destinado á verificação de seus atributos” (MEZZAROBÀ; MONTEIRO, 2005, p. 86).

O referente trabalho utiliza técnicas de pesquisa de abordagem quantitativa, “[...] Explora as características e situações de que dados numéricos podem ser obtidos e faz uso da mensuração e estatísticas” (MOREIRA; CALEFFE, 2008, p. 73). Como também qualitativa, “[...] A pesquisa qualitativa explora as características dos indivíduos e cenários que não podem ser facilmente descritos numericamente. O dado é frequentemente verbal e é coletado pela observação, descrição e gravação” (MOREIRA; CALEFFE, 2008, p. 73).

O experimento foi realizado no Campus de Universidade de Cruz Alta, RS coordenadas geográficas 28° 36’ latitude S e 53° 40’ longitude W com altitude de 409 m. O clima da região segundo a classificação de Köppen é o Cfa Subtropical com temperatura média do ar de 18,7°C, mínima média em julho de 9,2°C e média máxima no mês de janeiro de 30,8°C. A precipitação média anual é de 1.600 mm bem distribuídos ao longo do ano. O solo da região é classificado como LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico (EMBRAPA, 2006), com predominância de caulinita e óxido de ferro e teor de 60% de argila.

Como resposta para o objetivo analisar as qualidades fisiológicas de sementes de soja foram utilizadas as cultivares *DM 64i63* e a cultivar *BMX Ativa RR* em blocos lineares onde teve-se o bloco irrigado com 200 mil plantas por hectare, bloco irrigado com 300 mil plantas por hectare, bloco irrigado com 400 mil plantas por hectare, bloco sequeiro com 200 mil plantas por hectare, bloco sequeiro com 300 mil plantas por hectare e bloco sequeiro com 400 mil plantas por hectare. Isso foi feito para cada uma das cultivares. Cada bloco linear tinha 3,5m de largura e 50,0m de comprimento com 0,50m de faixa entre os blocos. A cultivar *DM 64i63* e *BMX Ativa RR* cada uma tinha 6 blocos com os tratamentos cada.

O experimento foi conduzido baseando-se na importância da avaliação da qualidade fisiológica das sementes de soja, aplicando os testes de vigor com função de classificar lotes de sementes de soja realizando testes de envelhecimento acelerado, germinação, vigor e viabilidade. Por fim, com os resultados obtidos foi estruturado na forma de um artigo com o título: 1) qualidade fisiológica de sementes de soja irrigada e não irrigada em diferentes densidades populacionais.

4 ARTIGO 1

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA IRRIGADA E NÃO IRRIGADA EM DIFERENTES DENSIDADES POPULACIONAIS

Julia Rocha Portella ¹, João Fernando Zamberlan ²

RESUMO

As sementes são a essência das culturas de alto rendimento. Para uma boa produção, é necessário observar todas as práticas culturais, aspectos nutricionais e sanitários, manejo do solo e da água. Portanto, espera-se que a propriedade alcance a verticalização da produção, bem como uma maior racionalização da gestão e comissionamento, aumentando assim a rentabilidade da propriedade. Portanto, o objetivo deste trabalho foi o de investigar o comportamento da qualidade fisiológica de sementes de soja irrigada em diferentes populações de plantas. O experimento foi realizado no Campus de Universidade de Cruz Alta, RS. Utilizou-se semeadura direta, delineamento de pesquisa é o de Blocos Casualizados, com 2 cultivar de soja, em 3 densidades (200, 300, 400 mil pl/ ha), em condição irrigada e outra sequeiro com 5 repetições. As amostras de semente foram coletadas aleatoriamente de 3 pontos por bloco de um metro quadrado de cada tratamento onde dali se extraía 100 sementes para realização dos testes de sementes. As amostras foram levadas ao laboratório de sementes da Universidade de Cruz Alta para realização dos testes de vigor pelo teste do Tetrazólio e de germinação. Conclui-se que não houve diferenças significativas entre as condições irrigadas e de sequeiro quando analisada a cultivar 64I63 IPRO. Já para a cultivar Ativa RR, quando submetidas a testes de envelhecimento acelerado, germinação, vigor e vigor das sementes o mesmo observou-se maior porcentagem quando cultivada sob condições irrigadas.

Palavras-chave: Soy. Seed . Productivity

ABSTRACT

Seeds are the essence of high-yield crops. For good production, it is necessary to observe all cultural practices, nutritional and sanitary aspects, soil and water management. Therefore, it is expected that the property achieves the verticalization of production, as well as a greater rationalization of management and commissioning, thus increasing the profitability of the property. Therefore, the objective of this work was to investigate the behavior of the physiological quality of irrigated soybean seeds in different plant populations. The experiment was carried out on the Campus of the University of Cruz Alta, RS. Direct seeding was used, research design is Random Blocks, with 2 soybean cultivars, at 3 densities (200, 300, 400 thousand pl/ha), in irrigated condition and another rainfed with 5 replications. Seed samples were randomly collected from 3 points per block of one square meter of each treatment, from which 100 seeds were extracted to carry out the seed tests. The samples were taken to the seed laboratory at the University of Cruz Alta to carry out vigor tests using the Tetrazolium test and germination. It was concluded that there were no significant differences between the irrigated and rainfed conditions when analyzing the 64I63 IPRO cultivar. As for the cultivar Ativa RR, when subjected to tests of accelerated aging, germination, vigor and vigor of the seeds, a higher percentage was observed when cultivated under irrigated conditions.

Keywords: Soy. Precision agriculture. Productivity

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das principais culturas agrícolas do Brasil, contando com uma área plantada de 40,7 milhões de hectares na safra 2021/22, sendo 3,8% maior em relação à safra anterior. A produção esperada para esta safra é de 122,77 milhões de toneladas, representando uma queda de 11,1% em relação a safra anterior. Essa queda estimada pela Conab (2022) é resultado, principalmente, dos problemas climáticos ocorridos na Região Sul do Brasil, que passou por longos períodos de restrições hídricas durante a safra. Mesmo com queda, esta produção ainda deve manter o Brasil como o maior produtor mundial do grão (Conab, 2022).

O potencial fisiológico de sementes reúne informações sobre a germinação (viabilidade) e o vigor das sementes. Pelo vigor, entende-se como o conjunto de atributos que permite estimar a capacidade teórica de um lote de sementes desempenhar adequadamente suas funções vitais após a semeadura, para uma rápida germinação e emergência das plântulas sob ampla faixa de condições ambientais (Marcos-Filho, 2015).

O teste de germinação não é capaz de caracterizar todas as interações possíveis entre as sementes e as condições ambientais durante todo o processo de produção. Nesse sentido, recomenda-se o uso de mais de um teste de vigor para aumentar as informações e diminuir os erros associados à decisão de se aceitar ou rejeitar um lote de sementes para armazenamento ou semeadura (Mendonça et al., 2008).

Devido a importância do processo de germinação e estabelecimento das plântulas, se faz necessário estudos que visem identificar materiais genéticos capazes de tolerar às diferentes condições ambientais existentes nos diversos ecossistemas (Moura et al., 2011; Silva et al., 2016).

O vigor das sementes é a combinação de características que determinam o potencial de alto desempenho após a semeadura. Como consequência, existem várias técnicas para determinar sua avaliação incluindo aquelas que, direta ou indiretamente, avaliam o atual estado metabólico das sementes para estabelecer uma relação com o armazenamento das sementes e a emergência das plântulas. Esses testes incluem condutividade elétrica, tetrazólio e testes que avaliam o crescimento de plântulas entre outros testes a frio, envelhecimento acelerado (Marcos Filho, 2015).

A utilização de sementes vigorosas é uma estratégia básica para o estabelecimento de população de plantas com alto potencial agrônômico mesmo em condições estressantes. Além disso, as plantas originadas de sementes de alto vigor possuem melhor estrutura de parte aérea, sistema radicular mais profundo e, desta forma, apresentam maior potencial produtivo (França-Neto & Krzyzanowski, 2018).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial fisiológico das sementes de soja em diferentes condições climáticas através de diferentes testes de vigor em duas cultivares de hábitos de crescimento.

MATERIAS E METODOS

O experimento foi realizado no Campus de Universidade de Cruz Alta, RS coordenadas geográficas 28° 36' latitude S e 53° 40' longitude W com altitude de 409 m. O clima da região segundo a classificação de Köepen é o Cfa Subtropical com temperatura média do ar de 18,7°C, mínima média em julho de 9,2°C e média máxima no mês de janeiro de 30,8°C. A precipitação média anual é de 1.600 mm bem distribuídos ao longo do ano. O solo da região é classificado como LATOSSOLO

VERMELHO distrófico típico (EMBRAPA, 2006), com predominância de caulinita e óxido de ferro e teor de 60% de argila.

Como resposta para o objetivo analisar as qualidades fisiológicas de sementes de soja foram utilizadas as cultivares *DM 64i63* (Grupo de maturação é 6.4, porte alto e seu hábito de crescimento é Indeterminado) e a cultivar *BMX Ativa RR* (Grupo de maturação é 5.6, porte baixo e seu hábito de crescimento é determinado) em blocos lineares onde teve-se o bloco irrigado com 200 mil plantas por hectare, bloco irrigado com 300 mil plantas por hectare, bloco irrigado com 400 mil plantas por hectare, bloco sequeiro com 200 mil plantas por hectare, bloco sequeiro com 300 mil plantas por hectare e bloco sequeiro com 400 mil plantas por hectare. Isso foi feito para cada uma das cultivares. Cada bloco linear tinha 3,5m de largura e 50,0m de comprimento com 0,50m de faixa entre os blocos. A cultivar *DM 64i63* e *BMX Ativa RR* cada uma tinha 6 blocos com os tratamentos cada.

Quadro 1. Croqui do experimento de campo.

B1	B2	B3	B4	B5	B6
<i>BMX Ativa RR</i> <i>Irigada/</i> <i>200pl/ha</i>	<i>BMX Ativa RR</i> <i>Irigada/</i> <i>300pl/ha</i>	<i>BMX Ativa RR</i> <i>Irigada/</i> <i>400pl/ha</i>	<i>BMX Ativa RR</i> <i>Sequeiro/200pl/ha</i>	<i>BMX Ativa RR</i> <i>Sequeiro/200pl/ha</i>	<i>BMX Ativa RR</i> <i>Sequeiro/200pl/ha</i>
B7	B8	B9	B10	B11	B12
<i>DM64i63</i> <i>Irigada/</i> <i>200pl/ha</i>	<i>DM64i63</i> <i>Irigada/</i> <i>300pl/ha</i>	<i>DM64i63</i> <i>Irigada/</i> <i>400pl/ha</i>	<i>DM64i63</i> <i>Sequeiro/200pl/ha</i>	<i>DM64i63</i> <i>Sequeiro/200pl/ha</i>	<i>DM64i63</i> <i>Sequeiro/200pl/ha</i>

Conforme destacado pela Embrapa, cultivares de soja com tipo de crescimento determinado apresentam simultaneidade no florescimento, o qual ocorrendo praticamente todo ao mesmo tempo. Além disso, em teoria, após o início do florescimento a plantas cresce pouco e não mais ramificam. Folhas da parte superior e inferior da planta apresentam dimensões praticamente iguais; apresenta um racemo longo e com muitas vagens no nó terminal.

Já plantas de crescimento indeterminado após o início do florescimento, a planta continua crescendo e emitindo nós na haste principal, podendo até mesmo dobrar sua estatura. O florescimento da planta não ocorre de forma simultânea, sendo observado primeiramente na parte inferior da planta e ascendendo para a parte superior, sendo assim, é comum observar vagens em desenvolvimento da parte inferior da planta e flores na parte superior. Folhas da base são maiores em comparação a folhas da parte superior do dossel e o nó terminal apresenta poucas vagens. Embora floresçam em momentos distintos, praticamente todas as vagens alcançam a maturação fisiológica ao mesmo tempo.

As amostras de semente foram coletadas aleatoriamente de 3 pontos por bloco de um metro quadrado de cada tratamento onde dali se extraía sementes para realização dos testes de sementes. As amostras foram levadas ao laboratório de sementes da Universidade de Cruz Alta para realização dos testes de vigor pelo teste do Tetrazólio e de germinação.

O teste de germinação foi conduzido em rolos de papel, a 25 °C, com avaliações aos quatro e dez dias, conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). Foram empregadas 200 sementes de cada lote, em quatro subamostras de 50 sementes. Ao final do teste, determinou-se a percentagem de plântulas normais. Para o teste de emergência de plântulas, 200 sementes de cada lote, em quatro subamostras de 50, foram semeadas em bandejas plásticas de 3,6 L, empregando areia de textura média como substrato, e cobertas por uma camada de dois centímetros de areia. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação e irrigadas diariamente. A avaliação foi realizada aos 15 dias após a semeadura, determinando-se a percentagem de plântulas emergidas.

Quanto ao teste de tetrazólio, dentre as metodologias testadas para o preparo e coloração das sementes, empregouse aquela que proporcionou coloração uniforme e de intensidade adequada para avaliação. Para isso, 100 sementes de cada lote, em quatro subamostras de 25 sementes, foram pré-condicionadas por 18 horas, entre papel umedecido, a 25 °C, sendo posteriormente submetidas ao corte lateral, seguido da imersão em água, a 30 °C, por uma hora, para remoção do tegumento. Para a coloração, o teste foi conduzido com solução de tetrazólio a 0,15%, por duas horas, a 35 °C. Após o período de coloração, as sementes foram lavadas em água corrente, seccionadas longitudinalmente através do centro do eixo embrionário e analisadas sob microscópio estereoscópico de quatro aumentos. A interpretação baseou-se na localização e

intensidade de coloração dos tecidos embrionários, presença e localização de danos, e as sementes foram classificadas em viáveis e não viáveis. Foram classificadas em viáveis as sementes com coloração rosa claro brilhante, sem danos, ou com lesões superficiais em áreas não críticas dos cotilédones, ou seja, distantes do ponto de ligação destes com o eixo embrionário, ocupando menos de 50% de sua área total. Como não viáveis, foram classificadas as sementes que apresentavam coloração rosa intenso, branca ou com aspecto de mosaico na região de ligação dos cotilédones com o eixo-embrionário ou ocupando área superior a 50% do seu total. Também foram consideradas não viáveis as sementes que apresentaram radícula completamente descolorida ou coloração rosa intenso atingindo o cilindro central ou mais da metade da extensão da radícula. Os resultados foram expressos em percentagem de sementes viáveis.

Para o teste de envelhecimento acelerado, foram instalados com 4 repetições de 50 sementes para cada cultivar, em rolos de papel umedecidos com água deionizada, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, à temperatura constante de 41 °C e 100 % de umidade relativa (UR) do ar por um período de 48 h. A contagem foi feita aos 2 dias contabilizando-se, a porcentagem de plântulas normais, anormais, sementes mortas e infectadas por fungos (EMBRAPA, 2003).

Por fim, foi realizada análise de correlação linear de Pearson, com nível de 5% de probabilidade pelo teste t, entre as variáveis que não preencheram os requisitos exigidos pela análise multivariada, conforme descrito em Hair Jr et al. (2006) e Figueiredo Filho e Silva Júnior (2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância realizada para cada um dos testes realizados indicou haver efeitos significativos para as interações entre a condição (irrigado e sequeiro) e a cultivar (64I63 IPRO e ATIVA RR) (Tabela 1). Desta forma, os resultados apresentados levarão em consideração o desdobramento das interações.

Tabela 1. Análise de variância para cada teste realizado.

Testes	Fatores	GL	Fc	p-valor
Envelhecimento acelerado	Condição	1	4.43	0.04*
	Cultivar	1	7.43	0.01*
	Condição x Cultivar	1	6.77	0.01*
	Resíduos	32		
	Total	35		

Germinação	Condição	1	4.54	0.04*
	Cultivar	1	20.09	< 0.001*
	Condição x Cultivar	1	6.61	0.01*
	Resíduos	32		
	Total	35		
Viabilidade	Condição	1	2.16	0.15
	Cultivar	1	8.86	0.01*
	Condição x Cultivar	1	4.64	0.03*
	Resíduos	32		
	Total	35		
Vigor	Condição	1	5.47	0.02*
	Cultivar	1	7.01	0.01
	Condição x Cultivar	1	5.76	0.02*
	Resíduos	32		
	Total	35		

GL: graus de liberdade; Fc = F calculado. *Significativo ao nível de $p < 0.05$.

Para o teste de envelhecimento acelerado, verificou-se que para cultivar 64I63 IPRO, não houve diferença significativa entre as condições irrigado e sequeiro. Entretanto, para cultivar Ativa RR, nota-se maior porcentagem obtida para condição irrigado. (Figura 1a). Entre as cultivares em cada condição, não foi observada diferença significativa para condição irrigado, ao passo que para condição de sequeiro verificou-se maior porcentagem obtida para cultivar 64I63 IPRO (Figura 1a).

No teste de germinação, não foi observada diferenças entre as condições irrigado e sequeiro para cultivar 6I63 IPRO. Já para ativa RR, verificou-se maior germinação na condição irrigado (Figura 1b). Entre cultivares na condição irrigado novamente não houve diferença significativa para germinação. No entanto, para condição de sequeiro nota-se uma maior germinação na cultivar 64I63 IPRO (Figura 1b).

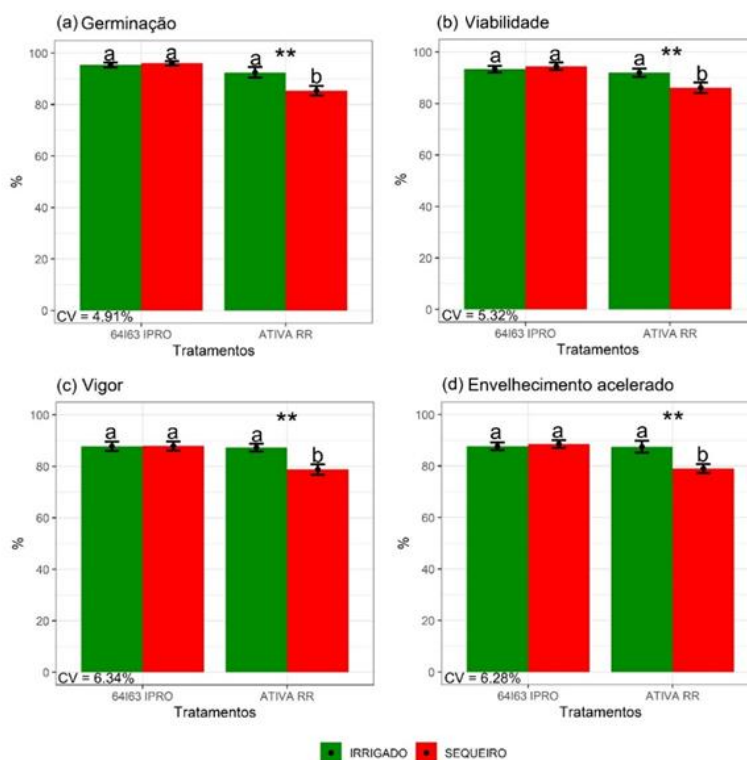
Para o teste de viabilidade, novamente não foi observada diferença significativa entre as condições de disponibilidade hídrica para cultivar 64I63 IPRO, ao passo que para Ativa RR, maior viabilidade foi obtida para condição irrigado (Figura 1c). Não foi observada diferença entre cultivares para condição irrigado. Porém, na condição de sequeiro, nota-se maior viabilidade para 64I63 IPRO (Figura 1c).

Os resultados obtidos por meio do teste de vigor, indicam não haver diferença entre as condições irrigado e sequeiro para cultivar 64I63 IPRO. Já para Ativa RR, nota-se maior vigor para condição irrigado (Figura 1d). Novamente, na condição irrigado não

houveram diferenças entre os cultivares quanto ao vigor. Contudo, na condição de sequeiro, foi observado maior vigor para cultivar 64I63 IPRO (Figura 1d).

O tipo de crescimento da soja refere-se principalmente ao caule principal da planta, além disso, a definição do tipo de crescimento leva em consideração o início da floração da soja, mais especificamente o estágio R1, que segundo a escala fenológica de Fehr & Caviness (1977) refere-se ao surgimento da primeira flor aberta em qualquer nó da haste principal da planta. Vale ressaltar que para a cultivar 64I63 IPRO com o hábito de crescimento Indeterminado quando realizados o teste da qualidade de semente, em ambos os teste não obteve diferença estatística entre os resultados, conforme observado na figura 1 O mesmo não podemos notar para a cultivar Ativa RR com habito de crescimento determinado, pois a cultivar ganha destaque de qualidade quando implantada em condições de sistema irrigado.

Figura 1. Média $\pm$ erro padrão para os testes de envelhecimento acelerado (a), germinação (b), viabilidade (c) e vigor (d). **Condições irrigado e sequeiro diferem significativamente dentro de cada cultivar por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$). Letras diferentes, diferem significativamente entre cultivares dentro de cada condição (irrigado e sequeiro) por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$).



A análise de correlação entre os testes realizados, de forma geral, indicou haver correlações fortes e positivas entre os valores obtidos. Entretanto, as magnitudes das correlações entre os fatores variaram entre as condições hídricas em cada cultivar e entre cultivares na mesma condição hídrica (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de correlação de Pearson entre os testes realizados para cada cultivar e condição hídrica.

Cultivar (condição)	Testes	Env. Acelerado	Germinação	Viabilidade
64I63 IPRO (Irrigado)	Env. Acelerado			
	Germinação	0.959		
	Viabilidade	0.833	0.786	
	Vigor	0.873	0.842	0.885
64I63 IPRO (Sequeiro)	Env. Acelerado			
	Germinação	0.900		
	Viabilidade	0.920	0.901	
	Vigor	0.907	0.839	0.885
Ativa RR (Irrigado)	Env. Acelerado			
	Germinação	0.933		
	Viabilidade	0.839	0.821	
	Vigor	0.893	0.829	0.803
Ativa RR (Sequeiro)	Env. Acelerado			
	Germinação	0.975		
	Viabilidade	0.793	0.842	
	Vigor	0.907	0.929	0.849

Na Tabela 2 são apresentados os coeficientes de correlação simples de Pearson (r) considerando-se as variáveis germinação, envelhecimento acelerado e viabilidade. Os resultados demonstram alto grau de associação entre as variáveis (Guollo *et al.*, 2017). Em todos os casos observa-se valores superiores a 0,7, que indicam forte correlação.

Para o teste de envelhecimento onde buscou avaliar o grau de tolerância das sementes à elevada umidade relativa e temperatura (41 a 45°C), estabelecendo que as amostras de sementes de maior vigor apresentam germinação superior, após esse procedimento, para cultivar 64i63 IPRO quando utilizado realizado o teste em sistema irrigado a germinação foi superior quando comparada a mesma cultivar em sistema sequeiro, para o demais teste (viabilidade e vigor) seus resultados foram superiores quando a cultivar está em sistema de sequeiro, conforme observada na tabela 2.

Para a cultivar Ativa RR pode-se observar que em teste envelhecimento acelerado no quesito germinação e vigor, a cultivar em sistema sequeiro foi satisfatório, porém o mesmo não foi observado na viabilidade. Quando analisada a germinação do cultivar Ativa RR, sua viabilidade e vigor foram superiores em condições de sequeiro, conforme observada na tabela 2.

O teste de germinação (Tabela 2) revelou diferenças entre os lotes de sementes de soja onde ocorreu menor poder germinativo quando ambas as cultivares foram submetidas a condições de sistema irrigado onde maior percentagem de germinação de plântulas normais foram em sementes de sequeiro para ambas as cultivares. Cabe ressaltar que no quesito germinação podemos observar que a cultivar 64i63 IPRO obteve um maior destaque quando implantada em área de sequeiro. Já sua viabilidade não diferiu entre as condições de sequeiro e irrigado que foram submetidas, conforme observada na tabela 2.

Com base nas informações de qualidade obtidas nos laboratórios de análises de sementes é possível estimar o máximo desempenho da semente durante o processo de germinação. Sementes de alta qualidade resultam em plântulas de alto desempenho, que geram plantas fortes, vigorosas, bem desenvolvidas e que se estabelecem em diferentes condições edafoclimáticas, com maior velocidade de emergência e de desenvolvimento da lavoura (EMBRAPA, 2018).

A avaliação da qualidade das sementes, os testes podem envolver os de germinação e o de vigor (PRADO *et al.*, 2019), em que o primeiro avalia a viabilidade da semente (XAVIER *et al.*, 2015; PEREIRA *et al.*, 2019; PRADO *et al.*, 2019) enquanto o segundo demonstra sanidade e a energia presente nelas (PEREIRA *et al.*, 2019). Assim, programas de melhoramento genético da cultura da soja acabam buscando cultivares produtivas e que tenham sementes de qualidade fisiológica superior (SANTOS *et al.*, 2012). Tal fato tem relação com o observado por Peluzio *et al.* (2008), que obtiveram produtividade e peso 100 sementes similares, porém com qualidade distinta. No entanto, o trabalho de Pereira *et al.* (2017) relata a correlação existente entre caracteres agronômicos e de qualidade de semente, como por exemplo a relação positiva da produtividade e do teor de óleo e a relação negativa do ciclo com a germinação e o vigor.

O teste de envelhecimento acelerado é uma importante ferramenta para inferir o deterioramento de diferentes matérias ao longo do tempo, e sua capacidade de manter as características fisiológicas após longos períodos de armazenamento (TEKRONY, 1995).

Na literatura é possível encontrar trabalhos que demonstram que plantas originárias de sementes de maior qualidade podem ter um incremento de produtividade na ordem de 15 a 30% de produtividade (Panozzo *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2013; Tavares *et al.*, 2013; Rodrigues *et al.*, 2018). Os componentes de rendimento da cultura da soja podem ser geneticamente predeterminados, contudo, sofrem influência do ambiente a que estão expostos, gerando uma relação direta com a produtividade da cultura (McBlain & Hume, 1981, Mauad *et al.*, 2010). Desta forma, a variação genotípica pode ser considerada como um fator importante na determinação do uso de sementes certificadas ou salvas.

Sementes certificadas possuem maior pureza, sanidade, germinação e vigor resultando em maior produtividade (FESSEL *et al.*, 2010; BELLÉ *et al.*, 2016; RAMPIM *et al.*, 2016; TERNUS *et al.*, 2016; CARLI *et al.*, 2017).

O uso de sementes de baixa qualidade, em conjunto com a ocorrência de condições ambientais adversas, como redução pluviométrica e temperaturas abaixo das indicadas para a cultura após a semeadura, podem resultar em baixa percentagem de germinação e menor velocidade de emergência das plantas (Melo *et al.*, 2016). Desta forma, preconiza-se o uso de sementes com maior qualidade morfofisiológica aliada ao maior potencial produtivo.

O produtor não deve renunciar à boa qualidade das sementes ao implantar sua lavoura, sendo a qualidade desta semente fator que irá garantir o bom estabelecimento. Na semente encontra-se o material genético responsável pela expressão do potencial produtivo de cada cultivar, é considerado que atributos genéticos, físicos, sanitários e fisiológicos são responsivos às características da semente (RUPPIN *et al.*, 2019).

A necessidade do produtor por sementes de qualidade, faz a demanda por pesquisas que aprimorem os manejos a campo na produção de sementes. Sendo o insumo que é a base da agricultura moderna que carrega todos os avanços do melhoramento vegetal, fruto de investimentos em pesquisas e tecnologias pelas empresas produtoras de sementes, levadas até o produtor rural (PESKE *et al.*, 2019).

No processo de formação das vagens e das sementes existe uma demanda de fotoassimilados para estes órgãos, sendo importante que a planta aumente a quantidade de foto assimilados destinados à semente (CAGNINI, 2019).

Carneiro *et al.* (2020) concluíram que sementes com alto vigor possibilitam melhores condições fisiológicas das sementes descendentes. Os autores ainda colocam que plantas emergidas de sementes de baixo vigor apresentam menor velocidade de emergência no campo, conseqüentemente, menor desenvolvimento na fase inicial.

A utilização de sementes com alto valor qualitativo tem despertado o interesse de vários pesquisadores fato que resultou em vários trabalhos sobre o assunto, em especial a cultura da soja. Os resultados dos trabalhos apontam que o uso de uma semente com boa qualidade fisiológica reflete positivamente na capacidade produtiva da cultura (SCHUCH *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2010, BAGATELI *et al.*, 2019; FERRAZZA *et al.*, 2020; DIAS *et al.*, 2021).

Sementes com baixo vigor apresentam menor porcentagem de emergência e conseqüentemente desuniformidade na formação do estande de plantas (Silva *et al.*, 2013; Cantarelli *et al.*, 2015). Para compensar o uso destas sementes com baixa qualidade fisiológica ocorre o aumento da densidade de semeadura (Scheeren *et al.*, 2010), mesmo assim pode ocorrer falha na distribuição de plantas.

Estudando a plasticidade como estratégia de redução da densidade de semeadura, Büchling, Oliveira Neto, Guerra e Bottega (2017) observaram que nas populações de 150, 250, 350 e 450 mil plantas ha⁻¹ não apresentaram diferenças de desempenho, fato explicado pela alta capacidade de alteração na estrutura externa da planta ajustando características como número de ramificações, de nós reprodutivos, de vagens e de grãos.m².

Já Mauad *et al.* (2010), observaram que a soja aumenta a quantidade de nós reprodutivos, vagens e grãos por vagem para compensar as baixas populações.

CONCLUSÃO

Nas condições em que o ensaio foi desenvolvido conclui – se que: A cultivar 64I63 IPRO, quando realizada testes de envelhecimento acelerado, germinação, vigor e viabilidade da semente, não houve diferença significativa entre as condições irrigado e sequeiro. Já para cultivar Ativa RR, quando realizado os mesmos testes nota-

se maior porcentagem obtida quando implantada em condição irrigado. Contudo, ambos cultivares apresentaram elevada capacidade de manter as características de vigor, germinação e viabilidade. Portanto, futuros estudos mais aprofundados com essas variedades são fundamentais para uma melhor compreensão dessa tolerância.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade fisiológica de uma semente refere-se à capacidade potencial da semente em gerar uma nova planta, sob condições favoráveis. Os testes em que o experimento foi submetido foram capazes de identificar diferenças no desempenho de lotes de sementes de soja, quando implantadas em condições de sequeiro e irrigado e em cultivares de diferentes hábitos de crescimento, agindo diretamente na capacidade de desenvolvimento da planta a campo, na uniformidade de estande e a velocidade de germinação para a semente ser imposta no solo pra futuras safras. Vale ressaltar que para a cultivar 64I63 IPRO com o hábito de crescimento Indeterminado quando realizados o teste da qualidade de semente, em ambos os teste não obteve diferença estatística entre os resultados, o mesmo não podemos notar para a cultivar Ativa RR com habito de crescimento determinado, pois a cultivar ganha destaque de qualidade quando implantada em condições de sistema irrigado, necessitando uma maior aporte hídrico para essa cultivar.

REFERÊNCIAS

- ABRASEM. Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013. Seção 1. Publicação: D.O.U do dia 20/09/13 ABRASEM. Lei 10711, 05 ago. 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças, Disponível em: <http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2012/10/Lein%C2%BA-10.711-2003.pdf>.
- ABRASEM. Publicação, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças, Disponível em: <http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2012/12/Pirataria-deSementes-influ%C3%AAncias-e-riscos-para-o-agroneg%C3%B3cio-brasileiro.pdf>
- ABRASS, Associação Brasileira dos Produtores de Sementes de Soja. Combate à pirataria. Disponível em: < <http://abrass.com.br/semente-de-soja/combate-a-pirataria/>>
- ABRASS. Publicação, que dispõe sobre o Qualidade Nacional de Sementes. Publicação em: 01/08/2017 [http://abrass.com.br/a-produtividade-da-lavoura-comeca-com-asemente/Instrução Normativa](http://abrass.com.br/a-produtividade-da-lavoura-comeca-com-asemente/Instrução%20Normativa)
- AGUERO, J. A. P., VIEIRA, R. D., BITTENCOURT, S. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v. 19, n. 2, p. 255-260, 1997.
- AKOND, M.; RAGIN, B.; BAZZELLE, R.; CLARK, W.; KANTARTZI, S. K.; MEKSEM, K.; KASSEM, M. A. Effect of Two Row Spacing on Several Agronomic Traits in Soybean. Atlas Journal of Plant Biology, v. 1, n. 2, p. 18-23, 2013
- ANSELM, A. A. (2012). Adoção da agricultura de precisão no Rio Grande do Sul (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande Do Sul – UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.
- ASSIS, R.T.; ZINELI, V.P.; SILVA, R.E.; COSTA, W.C.A. & OLIVATO, I. (2014) – Arranjo Espacial de plantas na cultura da Soja.Araxá. Instituto de Ciências da Saúde, Agrárias e Humanas. 7 p. (Circular Técnica, 04).
- BALBINOT JUNIOR, A. A., S. D. O. PROCOPIO. H. DEBIASI & FRANCHINI, J. C. (2015). Densidade de plantas na cultura da soja. Londrina, Embrapa Soja-Documents (INFOTEC-E), p. 1 -38.
- BALENA, R.; GIACOMINI, C. T.; BENDER, A. C.; NESI, C. N. Época de semeadura e espaçamentos entre linhas na produtividade da soja. Unoesc & Ciência, Joaçaba, v. 7, n. 1, p. 61-68, jan./jun. 2016.
- BALENA, R.; GIACOMINI, C. T.; BENDER, A. C.; NESI, C. N. Época de semeadura e espaçamentos entre linhas na produtividade da soja. Unoesc & Ciência, Joaçaba, v. 7, n. 1, p. 61-68, jan./jun. 2016.
- BAGATELI, J. R., DORR, C. S., SCHUCH, L. O. B., & MENEGHELLO, G. E. (2019). Productive performance of soybean plants originated from seed lots with increasing vigor levels. Journal of Seed Science, 41(2), 151-159.
- BERGAMASCHI, H. et al. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. Brasília: Pesquisa Agropecuária Brasileira. v. 39, n. 9, p.831-839. 2004

- BELLÉ, C.; KULCZYNSKI, S. M.; ROBERTO KUHN, P. R.; MIGLIORINI, P.; SANGIOGO, M.; KOCH, F. (2016). Qualidade fisiológica e sanitária de sementes salvas de soja da Região Norte do Rio Grande do Sul. *Revista Agrarian* 1, 1–10. Recuperado de <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/3520/3631>.
- BRASIL. (2016) – Projeções do agronegócio. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília. Julho de 2016.
- BRASIL. Lei nº 10.711, de 5 de agosto 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Semente e Mudas e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2003/L10.711.htm.
- _____. Lei nº 9.456, de abril de 1997. Institui a Lei de Proteção de Cultivares e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9456.htm.
- _____. Lei nº 9.279, de maio de 1996. Institui a Lei de Propriedade Industrial; Código de Propriedade Industrial; Lei de Patentes de Proteção de Cultivares e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9279.htm.
- BREVEDAN, R.E. & EGLI, D.B. (2003). Short periods of water stress during seed filing, leaf senescence and yield of soybean. *Crop Science*, Hoboken, 43(1): 2083-2088.
- BRUENING, W.P. & EGLI, D.B. (2000). Leaf etarch accumulation and seed at phloemisolated nodes in soybean. *Field Crops Research*, Amsterdam, 68(2): 113-120.
- BÜCHLING, C.; OLIVEIRA NETO, A. M.; GUERRA, N.; BOTTEGA, E. L. Uso da plasticidade morfológica como estratégia para a redução da população de plantas em cultivares de soja. *Revista Agrarian*, v.10, n.35, p. 22-30, 2017.
- BÜCHLING, C., OLIVEIRA NETO, A. M., GUERRA, N., & BOTTEGA, E. L. (2017). Uso da plasticidade morfológica como estratégia para a redução da população de plantas em cultivares de soja. *Revista Agrarian*, 10(35), 22-30. doi: 10.30612/agrarian.v10i35.3931
- BUSO, W.H.D.; SILVA, L.B.; RIOS, A.D.F. & FIRMIANO, R.S. (2016) – Cultivo de soja sob dois sistemas de semeadura e diferentes densidades populacionais. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, vol. 10, n. 1, p. 18-23.
- CÂMARA, Gil Miguel de Sousa. INTRODUÇÃO AO AGRONEGÓCIO SOJA1. 2015. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5746644/mod_resource/content/1/LPV%200584%202017%20-%20REVISAO%20Soja%20Apostila%20Agronegocio%20%282%29.pdf.
- CANTARELLI, L. D., SCHUCH, L. O. B., RUFINO, C. A., TAVARES, L. C., & VIEIRA, J. F. (2015b). Physiological seeds quality: spatial distribution and variability among soybean plant population. *Bioscience Journal*, 31(2), 344-351.
- CAGNINI, R. H. Z. Qualidade fisiológica de sementes de soja em função do uso de promotor de acúmulo de fotoassimilados. 2019. 47p. Dissertação (Mestrado), Instituto Federal Goiano, Rio Verde.

- CARLI, Y., SILVA, C., GASPAROTTO, F., RAMARI, T., PACCOLA, E. A. (2017). Qualidade de sementes de *Phaseolus vulgaris* L. no contexto da sustentabilidade. Enciclopédia Biosfera, 14(25). Recuperado de <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/917>
- CARMO, E.L.; BRAZ, G.B.P.; SIMON, G.A.; SILVA, A.G.; ROCHA, A.G.C. Desempenho agrônômico da soja cultivada em diferentes épocas e distribuição de plantas. Revista Ciências Agroveterinárias, 17, 2018.
- CARNEIRO, T. H. M.; CAVALCANTE, A. G.; CAVALCANTE, A. C. P.; ANDRADE, G. A. V.; LIMA, N. J. C. Efeito do vigor de sementes sobre as características fisiológicas e produtivas da soja. Acta Iguazu. v. 9, n. 2. P 122-133. 2020. URL: <https://erevista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/23489/16010>. DOI: DOI:10.48075/actaiguaz.v9i2.23328.
- CARVALHO, E. R.; RESENDE, P. M.; OGOSHI, F. G. A.; BOTREL, E. P.; ALCANTRA, H. P.; SANTOS, J. P. Desempenho de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] em cultivo de verão no sul de Minas Gerais. Ciência e Agrotecnologia, v. 34, n. 4, p. 892-899, 2010
- CARVALHO, L. C.; BUENO, R. C. O. F.; CARVALHO, M. M.; FAVORETO, A. L.; GODOY, A. F. Novas técnicas de arranjos de semeadura na cultura da soja. Enciclopédia biosfera. Goiânia: v. 9, n. 17, p. 1940, 2013.
- CASAGRANDE, M. J. Soja convencional X soja transgênica, 2011.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Safra 2018/19 - Décimo segundo levantamento. Brasília: CONAB, 2019
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 9, safra 2021/22, n. 6 - Sexto levantamento, p. 1-87, março 2022. < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>
- DALL'AGNOL. V.F, (2013). Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil 2014. – Londrina: Embrapa Soja, 265p.; 21cm. – (Sistemas de Produção / Embrapa Soja, 28 ISSN 2176- 2902; n.16). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95489/1/SP-16-online.pdf>
- DIAS, G. H. O., LISBOA, L. A. M., FERREIRA, J. P. D. S., & ROCHA, E. A. (2021). Desenvolvimento de cultivares de soja de crescimento indeterminado após a poda apical. Research, Society and Development, 10(5), e46510513688. doi: 10.33448/rsd-v10i5.13688
- EMBRAPA. Embrapa Territorial (Brasília, DF). Carlos Fernando Quartaroli Luiz Eduardo Vicente Luciana Spinelli de Araújo. Sensoriamento Remoto. BR n. PI 988056, 10 jun. 2014.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cultivo de Soja no Cerrado de Roraima. Londrina: Embrapa Soja, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura, Londrina, v.136, 24p, 2018.

EMBRAPA. História da soja. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia>. Acesso em: 30/04/2020

FARIAS, J.R.B.; NEPOMUCENO, A.L.; NEUMAIER, N. Circular Técnica 48 – Ecofisiologia da Soja. ISSN 1516-7860. Londrina, PR. setembro, 2007

FESSEL, S. A.; PANOBIANCO, M.; SOUZA, C. R.; VIEIRA, R.D. (2010). Teste de condutividade elétrica em sementes de soja armazenadas sob diferentes temperaturas. *Bragantia* 69(1),207-214. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/brag/v69n1/26.pdf>. doi: 10.1590/S0006- 87052010000100026

FERRAZZA, F. L. F., JACOBOSKI, D. T. K., WYREPKOWSKI, A., RODRIGUES, L., FIGUEIRO, A. G., PARAGINSKI, R. T. Qualidade de sementes e parâmetros produtivos de sementes de soja submetidas a diferentes tratamentos de sementes antes da semeadura. *Research, Society and Development*, 9(9), e47996232. doi: 10.33448/rsdv9i9.6232

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>

FORTI, V. A.; CÍCERO, S. M.; PINTO, T. L. F. Avaliação da evolução de danos por “umidade” e redução do vigor em sementes de soja, cultivar TMG113-RR, durante o armazenamento, utilizando imagens de raios X e testes de potencial fisiológico. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 33, n. 3, p. 123-133, 2010

FRANÇA NETO, J. D. B., KRZYZANOWSKI, F. C., de PÁDUA, G. P., da COSTA, N. P., HENNING, A. A. Tecnologia de produção de semente de soja de alta qualidade: série sementes. Embrapa. Circular Técnica, 2007.

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. O vigor e o desempenho das sementes. In: *Semente é tecnologia - Anuário 2018 – Associação Brasileira de Sementes e Mudas*. ABRATES 2018. p.26-30.

FREITAS, R.E .; MENDONÇA, M.A.A. Expansão Agrícola no Brasil e Participação de anos. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v.54, n.03, p.497-516, 2016.

GAVA, R.; FRIZZONE, J. A.; SNYDER, R. L.; JOSE, J. V.; FRAGA JUNIOR, E. F.; PERBONI, A. Estresse hídrico em diferentes fases da cultura da soja. *Revista Brasileira de Ag.*

GAVA, RICARDO. (2014). Os efeitos do estresse hídrico na cultura da soja (*GlycineMax*, (L.) Merrill.). 123 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

- HEIFFIG, L. S. Plasticidade da cultura da soja (*Glycine max*, (L.) Merrill) em diferentes arranjos espaciais. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 81p.
- HEIFFIG, L. S.; CÂMARA, G. M. S.; MARQUES, L. A.; PEDROSO, D. B.; PIEDADE, S. M. S. Plasticidade da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em diferentes arranjos espaciais. *Revista de Agricultura*, p. 204-219, 2010.
- HENNING, F. A., MERTZ, L. M., JACOB JUNIOR, E. A., MACHADO, R. D., FISS, G., ZIMMER, P. D. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. *Bragantia*, v. 69, n. 3, p. 727-734, 2010.
- KUSS, R. C. P.; KONIG, O.; DUTRA, L. M. C.; BELLÉ, R. A.; ROGGIA, S.; STUNER, G. R. (2008). Populações de plantas e estratégias de manejo de irrigação na cultura da soja. *Ciência Rural*, 38(4): 1133-1137.
- KUSS, R. C. R. Populações de plantas e estratégias de irrigação na cultura da soja. 2006. 81f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS
- LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. (2006). São Carlos: RIMA, p531.
- LINZMEYER JUNIOR, R.; GUIMARÃES, V. F.; SANTOS, D.; BENCKE, M. H. (2008). Influência de retardante vegetal e densidades de plantas sobre o crescimento, acamamento e produtividade da soja. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, 30: 373-379.
- MAPA, (2019). Registro Nacional de Cultivares – RNC. Disponível em: http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php
- MAPA. Regras para análise de sementes. Brasília, 2009.
- MARCOS FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.
- Marcos-Filho, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D.; França-Neto, J.B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. cap.3, p.1-24.
- MARTINS, P.D.S.; CARMO, E.L.; SILVA, A.G.; PROCÓPIO, S.O.; SIMON, G.A.; ANDRADE, C.L.L. Desempenho de cultivar de soja de crescimento determinado em diferentes arranjos espaciais. *Colloquium Agrariae*, v. 16, n. 5, 2020.
- MAUAD, M., SILVA, T. L. B., ALMEIDA NETO, A. I., & ABREU, V. G. (2010). Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. *Revista Agrarian*, 3(9), 175-181.
- MCBLAIN, B. A., HUME, D. J. (1981). Reproductive abortion, yield components and nitrogen content in three early soybean cultivars. *Canadian Journal of Plant Science* 61(3), 499-505. Recuperado de <https://www.nrcresearchpress.com/doi/10.4141/cjps81-072#.XK06SehKjDc>. doi: 10.4141/cjps81-072
- MELO, D., BRANDÃO, W. T. M., NÓBREGA, L. H. P., WERNECKE, I. (2016). Qualidade de sementes de soja convencional e Roundup Ready (RR), produzida para consumo próprio e comercial. *Revista de Ciências Agrárias* 39(2), 300–309.

Recuperado de <http://www.scielo.mec.pt/pdf/rca/v39n2/v39n2a13.pdf>. doi: 10.19084/RCA15072

MEIRA, D. et al. Path analysis and dissimilarity in soybean with indeterminate habit. *International Journal of Current Research*, v. 8, n. 10, p. 39568-39573, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.24941/ijcr.2017>.

Mendonça, E.; Azevedo, S.; Guimarães, S.; Albuquerque, M. Testes de vigor em sementes de algodoeiro herbáceo. *Revista Brasileira De Sementes*, v.30, n.3, p.1-9, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-31222008000300001>.

MINUZZI, A. et al. Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado de Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 32, n. 1, p. 176-185, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222010000100020>.

MOURA M.R.; LIMA, R.P.; FARIAS, S.G.G.; ALVES, A.R.; SILVA, R.B. Efeito do estresse hídrico e do cloreto de sódio na germinação de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.6, n.2, p.230-235, 2011.

MODOLO, A. J.; FERNANDES, H. C.; SCHAEFER, C. E. G. R.; SILVEIRA, J. C. M. Efeito da umidade e da carga aplicada pela roda compactadora na emergência da soja. *Synergismus scyentifica UTFPR*, Pato Branco, 01, 2006.

MUNDSTOCK, C.M.; THOMAS, A.L. Soja: Fatores que afetam o crescimento e rendimento de grãos. Porto Alegre, Evangraf, 2005. 31p. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). Relatórios

PANOZZO, L. E.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; MIELEZRKI, F.; PESKE, F. B. (2009). Comportamento de plantas de soja originadas de sementes de diferentes níveis de qualidade fisiológica. *Revista da FZVA* (16)1, 32-41.

PELUZIO, J. M. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em várzea irrigada no Tocantins. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 3, p. 427–434, 2010. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/641/461>

PEREIRA, M. W., MEERT, L., OLIVEIRA NETO, A. M. DE, GUERRA, N., KRENSKI, A., & WILLWOCK, L. (2019). Características agronômicas de soja em função de espaçamentos entre linhas de semeadura. *Colloquium Agrariae*. ISSN: 1809-8215, 14(3), 187-193.

PEREIRA, E. M. et al. Canonical correlations between agronomic traits and seed physiological quality in segregating soybean populations. *Genetics and molecular research: GMR*, v. 16, n. 2, 2017.

PEREIRA, D. F. et al. Contributing to agriculture by using soybean seed data from the tetrazolium test. *Data in Brief*, v. 23, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2018.12.090>.

PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A.; SCHUCH, L. O. B. Produção de Sementes 2019. Produção de sementes, In Silmar Teichert Peske; Francisco Amaral Villela; Geri Eduardo Meneghello. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas (RS): UFPEL. pp. 579. ISBN 978-65-80974-00-9.

- PETRY, M. T. (2000). Interação solo-planta e disponibilidade de água no solo às plantas de sorgo e soja. 2000. 127f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- 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-RS, v.4, n. 2, p.183–188, 1998.
- PRADO, J. P. et al. Physiological potential of soybean seeds and its relationship to electrical conductivity. *Journal of Seed Science*, v. 41, n. 4, p. 407-415, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v41n4214988>.
- PROCÓPIO, S. O.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; PANISON, F. Semeadura em fileira dupla e espaçamento reduzido na cultura da soja. *Roraima*: v. 8, n. 2, p. 212-221, 2014.
- RAMBO, L.; COSTA, J. A.; PIRES FERNANDES, J. L.; PARCIANEL, G.; FERREIRA, F.G. (2003). Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. *Ciência Rural*, Santa Maria, 33(3): 405-411.
- RAMPIM, L.; LIMA, P. R.; HERZOG, N. F. M.; ABUCARMA, V. M.; MEINERS, C. C.; LANA, M. C.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C. (2016). Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja comercial e salva. *Scientia Agraria Paranaensis* 15(4), 476-486. Recuperado de <http://www.bibliotekevirtual.org/index.php/2013-02-07-03-02-35/2013-02-07-03-03-11/2028-sap/v15n04/20853-qualidade-fisiologica-e-sanitaria-de-sementes-de-soja-comercial-esalva.html>. doi: 10.18188/1983-1471/sap.v15n4p476-486
- RODRIGUES, D. DA S.; SCHUCH, L. O. B.; MENEGHELLO, G. E. & PESKE, S. T. Desempenho de plantas de soja em função do vigor das sementes e do estresse hídrico. *Revista Científica Rural*, v. 20, n. 2, p. 144-158, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.30945/rcr-v20i2.260>.
- ROSSI, R. F.; CAVARIANI, C. & FRANÇA-NETO, J. B. Vigor de sementes, população de plantas e desempenho agrônomo de soja. *Revista Ciências Agrárias*, v. 60, n. 3, p. 215-222, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2239>.
- RUPPIN, N. W.; TERRA, L. E. M.; FERNANDES, T. O. M.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; BRANDÃO JUNIOR, D. S. Caracterização morfológica de sementes de diferentes cultivares de soja armazenadas sob condições não controladas. *Agrarian Sciences Journal*. v. 11. n. 1, 8p. 2019. URL: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/14731>. DOI: <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2019.14731>.
- SANTOS, E. R. dos et al. Divergência genética entre genótipos de soja com base na qualidade de sementes. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 7, n. 2, p. 247–254, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v7i2a1560>.
- SILVA, A. V.; DA SILVA, C. M.; PAVAN, B. E.; PESSOA, W. R. L. S. & MIELEZRSKI, F. Época de semeadura x grupos de maturação nos componentes de rendimentos de soja. *Cultura Agronômica*, v. 27, n. 1, p. 44- 56, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/123456789/695>.

- SILVA, C. S., SCHUCH, L. O. B., OLIVO, M., & SEUS, R. (2013). Desempenho de plantas isoladas de soja, biometria e qualidade fisiológica das sementes. *Revista da FZVA Uruguaiana*, 19(1), 1-9.
- SILVA, Antônio Carlos Ferreira da. *Cultivo Orgânico: A cobertura de solo muito importante para as plantas cultivadas, especialmente no verão*. 2015.
- SILVA, A. C. Evolução da Lei nº 9.279/96. Patentes, novembro 2017. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/64035/patente-evolucao-da-lei-n-9-279-96-da-idade-media-aos-dias-atuais>
- SIMIONATO, U.R.; FERREIRA, A.S.; WERNER F.; BABOLIM, R.C.G.; IWASAKI, G.S.; PROCÓPIO, S.O.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C.; BALBINOT JUNIOR, A.A. Redução do espaçamento entre fileiras na produtividade de duas cultivares de soja sob diferentes densidades de semeadura. IX Jornada Acadêmica da Embrapa Soja. 2014.
- SCHEEREN, B. R., PESKE, S. T., SCHUCH, L. O. B., & BARROS, A. C. A. (2010). Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja *Revista Brasileira de Sementes*, 32(3), 35-41.
- SCHUCH, L. O., KOLCHINSKI, E. M., & FINATO, J. A. (2009). Qualidade fisiológica da semente e desempenho de plantas isoladas em soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 31(1), 144-149.
- SOUZA, J. C. Controle da deterioração de sementes de soja durante o armazenamento. *ANAI DO ENIC*, v. 1, n. 4, 2015
- TAIZ, L., ZEIGER, E. I. M. MØLLER. & A. MURPHY. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6ª edição. Artmed Editora.
- TAVARES, L. C.; RUFINO, C. A.; BRUNES, A .P.; TUNES, L. M.; BARROS, A. C. S. A.; PESKE, S. T. (2013). Desempenho de sementes de soja sob deficiência hídrica: rendimento e qualidade fisiológica da geração F1. *Ciência Rural* 43(8), 1357-1363. Recuperado de <https://www.scielo.br/pdf/cr/v43n8/a22213cr2012-0950.pdf>. doi: 10.1590/S0103- 84782013000800003
- TERNUS, R. M.; BREDÁ, M. L.; MENEGHELLO, G. E.; CANEVER, M. D.; CAVALCANTE, J. A. (2016). Taxa de utilização e critérios de escolha de sementes de soja no estado de Santa Catarina. *Informativo ABRATES* 26(1, 2, 3), 23-28
- TEKRONY, D.M. Accelerated aging test. In: HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. (Ed.) *Handbook of vigour test methods* 3.ed. Zurich: International Seed Testing Association, 1995. p.35-50.
- THOMAS, A. L. & COSTA, J. A. (1994). Influência do déficit hídrico sobre o desenvolvimento e rendimento da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 29(9): 1389- 1396.
- TOURINO, M. C. C., REZENDE, P. M., SALVADOR, N. (2002). Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37(8), 1071-1077.

XAVIER, T. da S. et al. Época de colheita na qualidade de sementes de genótipos de soja. *Comunicata Scientiae*, v. 6, n. 2, p. 241–245, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/cs.v6i2.752>.