

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes

Tese



Posicionamento de milho e manejo fisiológico da soja em terras baixas

Vinicius Guilherme Kiesow Macedo

Pelotas, 2022

Vinicius Guilherme Kiesow Macedo

Posicionamento de milho e manejo fisiológico da soja em terras baixas

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Tiago Pedó

Co-Orientador (es): Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde
Prof. Dr. Luís Eduardo Panozzo
Prof. Dr. André Luiz Radünz

Pelotas, 2022

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas

Catálogo na Publicação

M141p Macedo, Vinicius Guilherme Kiesow

Posicionamento de milho e manejo fisiológico da soja em terras baixas / Vinicius Guilherme Kiesow Macedo ; Tiago Pedó, orientador. – Pelotas, 2022.

62 f.

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2022.

1. Zea mays L. - Performance. 2. Glycine max (L.) Merrill - Rendimento. 3. Nutrição. I. Pedó, Tiago, orient. II. Título.

CDD : 631.521

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Vinicius Guilherme Kiesow Macedo

Posicionamento de milho e manejo fisiológico da soja em terras baixas

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa:22/0/072022

Banca Examinadora:

.....
Prof. Dr. Tiago Pedó (Orientador)
Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas

.....
Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde
Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas

.....
Prof. Dr. Mateus da Silveira Pasa
Doutor em Fruticultura pela Universidade Federal de Pelotas

.....
Dra. Angelita Celente
Doutora em Fisiologia Vegetal pela Universidade Federal de Pelotas

.....
Dra. Andréa Bicca Noguez Martins
Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas

Dedico esta tese a minha esposa Caroline, aos meus filhos Gabrieli, Helena e Guilherme, meus pais, meus irmãos e demais familiares que me apoiaram. Estas pessoas com muito amor, sabedoria e dedicação sempre estiveram ao meu lado me apoiando e fortalecendo nas horas difíceis.

Agradecimentos

A Deus acima de tudo!

À querida Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – Universidade Federal de Pelotas, pelo conforto de sua estrutura física. Também por proporcionar a realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor orientador e amigo Dr. Tiago Pedó pela orientação, conhecimentos repassados, conselhos, paciência e amizade durante a realização do curso.

Ao Coorientador Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde pela orientação, conhecimentos repassados, conselhos, paciência e amizade.

Ao Coorientador Prof. Dr. André Luiz Radünz pela orientação, conhecimentos repassados, conselhos, paciência e amizade.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes.

Aos colegas, Vinicius Diel, Jonas Albandes Gularte e pelo companheirismo, apoio, amizade e trabalho.

Aos estagiários, Aline Miura, Jeferson Furtado Prates, pelo companheirismo, apoio, amizade e trabalho.

A minha família pelo incentivo, apoio, amor, carinho e paciência.

A minha esposa Caroline Vargas Macedo, pelo companheirismo, amor, carinho, paciência e incentivo.

A minha filha agradeço a compreensão e peço desculpa pelo tempo que estive ausente durante esta caminhada.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 CAPITULO I.....	15
2.1 INTRODUÇÃO	15
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	16
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
2.4 CONCLUSÕES	20
3 CAPITULO II.....	21
3.1 INTRODUÇÃO	21
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
3.4 CONCLUSÕES	34
4 CAPITULO III.....	35
4.1 INTRODUÇÃO	35
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	36
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1 CONCLUSÕES	42
5 CAPITULO IV	43
5.1 INTRODUÇÃO	43
5.2 MATERIAL E MÉTODOS	44
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
5.1 CONCLUSÕES	50
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
7 REFERÊNCIAS	52

Resumo

MACEDO, Vinicius Guilherme Kiesow Macedo. **Posicionamento de milho e manejo fisiológico da soja em terras baixas**. Orientador: Tiago Pedó. 2022. 62f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022. O trabalho foi dividido em duas partes a primeira parte teve o objetivo de avaliar o desempenho de genótipos de milho de polinização aberta em diferentes ambientes, como também se avaliou a resposta destas linhagens de milho em baixas temperaturas. A segunda parte do trabalho avaliou-se a influência da suplementação foliar na cultura da soja, assim como o rendimento e o crescimento sob diferentes manejos nutricionais. Os materiais coletados do estudo foram avaliados no Laboratório Didático de Análises de Sementes (LDAS). No (Estudo 1) o delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, organizado em esquema fatorial, 4 ambientes x 19 genótipos de milho, dispostos em 4 repetições. No (Estudo 2) o delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com 19 genótipos de milho, em 8 repetições, totalizando 152 unidades experimentais. O (Estudo 3) o delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com 4 repetições por tratamento. As sementes utilizadas foram da cultivar Garra IPRO. No (Estudo 4) O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3x3 (safra x tratamentos), com 5 repetições por tratamento. Campos Borges destacou-se na produção dos genótipos de milho. A redução da espessura do grão é influenciada pelo número de grãos por fileira, pelo aumento do comprimento, da massa e da massa de grãos da espiga. A suplementação foliar em R1 é benéfica para a cultura da soja. O estudo mostrou que a dosagem da suplementação foliar influencia a taxa de assimilação líquida, assim como o rendimento da cultura.

Palavras chave: *Zea mays* L., *Glycine max* (L.) Merrill, rendimento, nutrição, performance

Abstract

MACEDO, Vinicius Guilherme Kiesow Macedo. **Corn poritioning and soybean physiological management in lowlands** Advisor: Tiago Pedó. 2022. 62f. Thesis (Doctorate in Seed Science and Technology) - Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2022. The work was divided into two parts, the first part aimed to evaluate the performance of open-pollinated corn genotypes in different environments. As well as the response of these maize lineages at low temperatures. The second part of the work evaluated the influence of foliar supplementation on soybean, as well as yield and growth under different nutritional managements. The materials collected from the study were evaluated at the Didactic Laboratory of Seed Analysis (LDAS). In (Study 1) the experimental design used was randomized blocks, organized in a factorial scheme, 4 environments x 19 corn genotypes, arranged in 4 replications. In (Study 2) the experimental design used was randomized blocks, with 19 maize genotypes, in 8 replications, totaling 152 experimental units. The (Study 3) the experimental design used was randomized blocks with 4 replications per treatment. The seeds used were from the cultivar Garra IPRO. No (Study 4); The experimental design used was randomized blocks, in a 3x3 factorial scheme (crops x treatments), with 5 replications per treatment. Campos Borges environment stood out in the production of maize genotypes. The reduction in grain thickness is influenced by the number of grains per row, by the increase in length, mass and grain mass of the cob. The foliar supplementation in R1 is beneficial for the soybean crop. The study showed that the dosage of foliar supplementation influences the net assimilation rate, as well as the crop yield.

Keywords: *Zea mays* L., *Glycine max* (L.) Merrill, yield, nutrition, performance

1 Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie que tem seu cultivo amplamente difundido em nível mundial, destacando-se devido ao seu potencial de adaptação edafoclimática (PERATA et al., 2011) e de inserção em todos os tamanhos de propriedades e tecnologias produtivas. Desta forma, contribuindo para a segurança alimentar da população em diversos locais do mundo, em especial pela sua ampla plasticidade de uso, tanto na alimentação humana quanto animal (SOARES NETO et al., 2017).

Entre os maiores produtores mundiais do grão, respectivamente 1º, 2º e 3º, estão os Estados Unidos, a China e o Brasil (SOUZA et al., 2022). No Brasil, segundo dados da Conab (2022) para a safra 2021/22, a área total plantada com milho foi de 21.661,2 mil hectares e a produção estimada é de 115.223,1 mil toneladas. Fato que evidencia a importância do cereal no cenário produtivo Brasileiro.

Neste sentido, assumindo a importância da espécie e da cadeia produtiva que engloba questões econômicas, sociais e culturais. Mas também associado às dimensões continentais do Brasil, fato que expõem a implantação do cultivo em diferentes latitudes e altitudes, que por consequência oferece condições climáticas distintas (FAVARATO et al., 2012) a que as plantas estão expostas durante seu ciclo fenológico, em especial a temperatura, estudos que contemplem o comportamento produtivo frente a estas condições evidenciam-se como fundamentais para obtenções de melhores produtividades. Assim, assumindo que as diferentes condições ambientais podem influenciar no potencial de produtividade (BALESTRE et al. 2009), é de grande relevância pesquisas que abordem o desenvolvimento e o comportamento das plantas quando submetidas a condições distintas de temperatura para obtenção de um adequado posicionamento dos materiais genético nas regiões climáticas brasileiras.

Segundo Fancelli (2015), a temperatura (ar e solo) e a pluviosidade se destacam entre os elementos climáticos mais relevantes para a cultura do milho, nas diferentes fases fenológicas da cultura. Ainda, para o autor, durante o período de florescimento e enchimento de grãos, a ocorrência de temperaturas médias diárias inferiores a 15,5°C podem retardar estes estádios fenológicos e quando superiores a 26°C podem promover a aceleração destes. Bem como as superiores a 35°C durante o período de enchimento de grãos podem comprometer o rendimento e a composição proteica de seus grãos.

Ainda, no que tange as temperaturas no período noturno, quando superiores a 24°C culminam com elevado consumo energético (respiração celular), que por consequência reduz o acúmulo de fotoassimilados, além de contribuir para a redução do ciclo da planta devido a ampliação da soma térmica (Graus-dia), fato que influencia negativamente na área foliar das plantas e logo, na produtividade (MONTEIRO, 2009). Do mesmo modo, temperaturas acima de 32°C reduzem, sensivelmente, a germinação e a viabilidade do grão de pólen. Fato que culmina de forma negativa para produção em lavouras destinadas a sementes, pois além de reduzir a quantidade de material produzido, pode interferir na qualidade das sementes produzidas.

Neste sentido, é válido e relevante destacar que a produtividade do milho está diretamente relacionada ao ambiente de produção (FRITSCHÉ-NETO et al., 2010) e a qualidade das sementes utilizadas, logo, produzir sementes de alta qualidade física, sanitária e fisiológica é fundamental para o estabelecimento adequado da espécie quando cultivada, em especial no caso do milho, pois é uma cultura que é cultivada em diferentes condições edafoclimáticas. Sendo fundamental a avaliação do desempenho de plantas e a interação entre genótipos e ambientes por meio de gráfico biplot GGE (OLIVEIRA et al., 2010).

De forma geral, após a maturação fisiológica, as sementes a campo estão sujeitas a deterioração, fato que é agravado quando estas estão expostas a condições ambientais adversas. Segundo Henning et al. (2011) o retardamento da colheita pode ocasionar perdas à qualidade fisiológica e sanitária das sementes,

devendo ser realizada no momento adequado, o mais próximo possível do ponto de maturidade fisiológica, para reduzir ao máximo as possíveis perdas.

Assim, o presente material evidencia-se como uma significativa fonte de informações técnicas científica que podem contribuir com o posicionamento e a obtenção e melhores produtividades para a cultura do milho, em especial quando cultivado em condições de baixas temperaturas, através de estudos de adaptabilidade e estabilidade (FRITSCHÉ-NETO et al., 2010).

Já, a soja (*Glycine max* (L.) Merrill), leguminosa de maior importância econômica e nutricional do mundo, seus grãos apresentam aproximadamente 40% de proteínas e 20% de lipídios (SAITO et al., 2021), demonstrando sua relevância econômica e nutricional como fonte direta de alimento e matéria-prima para produção de alimentos de origem animal. Essa condição é consequência do manejo adequado e ao uso cada vez maior de sementes de alta qualidade, associado a tratamentos apropriados.

O crescimento da produção e o aumento da capacidade produtiva da soja brasileira estão aliados aos avanços científicos e à disponibilização de tecnologias no setor produtivo, como o uso de fertilizantes minerais de aplicação foliar, entre outras tecnologias (SUZANA et al., 2012). De acordo com Chepote et al. (2013) para que haja o desenvolvimento pleno das plantas, e conseqüentemente ter uma boa produção é necessário a disponibilidade de uma determinada quantidade de nutrientes.

Uma opção viável para o estímulo adicional e para amenizar o problema de deficiência nutricional em estádios de maior demanda da cultura da soja tem sido a adubação foliar com macro e micronutrientes (SUZANA et al., 2012), a qual visa complementar ou suplementar as carências nutricionais das plantas e alcançar maiores produtividades, além de sementes com maior qualidade fisiológica.

Existem várias formas de aplicação de nutrientes nas plantas, entre elas estão a adubação verde, mineral do solo, fertirrigação e adubação foliar. As plantas podem reter os nutrientes em suas raízes e nas folhas, portanto a adubação foliar é uma técnica bem acessível, onde as aplicações através de pulverização com

quantidades pequenas de nutrientes satisfazem a necessidade da planta (OLIVEIRA et al., 2015).

Segundo Bhuyan et al. (2012) a pulverização foliar de macro e micronutrientes não só aumenta a produtividade das culturas, mas também reduz a quantidade de fertilizante aplicada ao solo; além da quantidade requerida ser relativamente pequena e a facilidade de transporte para o campo (JEMO et al., 2015).

Adubação foliar é um tipo de manejo utilizado que oferece nutrientes minerais e tem sido recomendada para aumentar ou manter a concentração de nutrientes nas folhas, no período de enchimento de grãos, sendo que nessa fase, a absorção de nutrientes pelas raízes é praticamente nula. Possui influência direta no metabolismo formador de estruturas reprodutivas, mantendo a taxa de fotossíntese por um tempo maior, o que possivelmente irá refletir em maior produção de grãos de soja, promovendo assim aumento na produtividade (REZENDE et al., 2005).

Lira et al., (2017) dizem que atualmente são conhecidos 17 elementos químicos que as plantas precisam para se desenvolver, os quais são denominados nutrientes essenciais, e sem eles as plantas não concluem o seu ciclo de vida.

Esses nutrientes podem ser classificados pela quantidade que as plantas necessitam, sendo divididos em macronutrientes e micronutrientes. Os macronutrientes são: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), e os micronutrientes são: o ferro (Fe), cloro (Cl), manganês (Mn), boro (B), zinco (Z), cobre (Cu), molibdênio (Mo) e níquel (Ni) (LIRA et al., 2017).

Existe uma alta variabilidade de concentração de macro e micronutrientes em sementes de soja produzidas em diversas regiões do Brasil. Nitrogênio, potássio, fósforo e cálcio são os macronutrientes mais pronunciados nas sementes de soja. Entre os micronutrientes, ferro, manganês e zinco são os que apresentam mais evidência.

Os macronutrientes e a variabilidade de micronutrientes é fundamental para melhorar o manejo e os tratamentos de fertilidade em sementes de soja (VARGAS et al., 2018) visto que seus teores podem variar de acordo com as

características genéticas das cultivares, com maiores oscilações dos teores de nitrogênio, fósforo, magnésio e enxofre presentes nas sementes de soja. Potássio e cálcio são definidos como os nutrientes mais estáveis em sementes.

A deficiência dos nutrientes minerais pode ser diagnosticada nas plantas pelos sintomas visuais ou mediante análise química, cujos resultados devem ser comparados com os de plantas saudáveis e bem nutridas (Bezerra Neto, 2012).

Altas concentrações de nitrogênio, fósforo e cálcio são determinantes para a qualidade fisiológica das sementes de soja (RIGO et al., 2018). Quanto a adubação nitrogenada, aplicada no estágio Vn, segundo (Aisenberg et al., 2018), facilita o crescimento das plantas, melhorando a conversão da energia solar e resultando em maior vigor de sementes.

Quanto a utilização de Cálcio e Boro, são de suma importância, pois atuam na formação do pectato de cálcio, na germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico Figueiredo et al. (2013), a deficiência de B leva a um baixo pegamento das flores e má formação dos grãos. O Ca e o B contribuem para a fecundação; translocação de açúcares e na formação da parede celular, metabolismo de carboidratos, funcionamento das membranas celulares e também auxiliando na boa produção e distribuição hormonal, importante para a formação das proteínas contribuindo para a maior massa e qualidade das sementes e conseqüentemente maior produtividade (ÁVILA et al. 2010).

Os nutrientes podem desempenhar um papel de destaque. Sementes de soja podem variar sua composição química devido ao cultivo em diferentes condições ambientais, com potenciais efeitos na qualidade fisiológica (DELARMINO-FERRARESI et al., 2014). O trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento e a adaptabilidade de diferentes genótipos de milho em diferentes ambientes no Rio Grande do Sul. Para a cultura da soja objetivou-se por meio da nutrição foliar analisar a influência desta complementação nutricional na produtividade e na qualidade das sementes produzidas.

2 CAPITULO I

Efeitos interação genótipos x ambientes na produção de milho de polinização aberta

2.1 Introdução

O milho é considerado uma das culturas mais importantes no cenário agrícola mundial, isto é decorrente da ampla aptidão de utilizações que esta gramínea apresenta, sendo imprescindível para a alimentação animal (ALBUQUERQUE et al., 2013; CARVALHO et al., 2016a; SOARES NETO et al., 2017). Em contrapartida, este cereal revela fundamental importância para a alimentação humana in natura (CARVALHO et al., 2016a). A maior demanda de grãos desta cultura está relacionada pela composição, por possuir em torno de 62,4% de amido (ROSTAGNO, 2011).

Na safra 2021/22 o Rio Grande do Sul revelou que 824,1 mil hectares foram semeados com a cultura do milho (CONAB, 2022). No entanto, alguns nichos do mercado consumidor preconizam e ou necessitam de um maior valor nutricional agregado, com sementes de levado potencial fisiológico. A produtividade da cultura está diretamente relacionada com a quantidade de radiação solar absorvida e pela eficiência de interceptação de radiação. Para tanto, a adequada adaptação e o posicionamento estratégico dos genótipos de milho adaptados as condições de ambiente e manejo para cada região agrícola.

O posicionamento ideal de cultivares é fundamental para obtermos elevados rendimentos com qualidade de sementes. A expressão fenotípica de cada cultivar é decorrente das características do genótipo, do ambiente e de sua interação, o que resulta na sensibilidade diferencial dos genótipos frente às variações do ambiente, afetando o comportamento produtivo (CRUZ et al., 2014).

Para tanto, a avaliação das influências do ambiente sobre o genótipo, é importante para a adequada seleção (OLIVEIRA et al., 2010), aumentando os caracteres de um ideótipo ideal para a seleção visando a produtividade de

cultivares (SOUZA, 2004). Sendo que, a estratificação de locais é fundamental para reunir ambientes pela similaridade de desempenho das cultivares (FRITSCHE-NETO et al., 2010).

O conhecimento sobre a associação entre diferentes ambientes de cultivo e manejos fitotécnicos relacionados ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas permite o planejamento mais adequado para cada Agricultor e cultura, empregando técnicas de cultivo inovadoras e práticas agronômicas corretas. Sendo assim, este trabalho objetivou avaliar o desempenho produtivo de genótipos de milho em diferentes ambientes de produção.

2.2 Material e métodos

As sementes do experimento foram produzidas no ano de 2017, e tiveram origem das seguintes regiões: Chapecó – SC, Ametista do Sul – RS e Canguçu – RS. O experimento foi conduzido na safra agrícola 2018/2019 em quatro ambientes do estado do Rio Grande do Sul. As informações detalhadas dos ambientes de cultivo estão descritas a seguir (Tabela 1). Foram testados 19 genótipos nestes quatro ambientes em três repetições, de forma a avaliar o rendimento de sementes destes genótipos nos quatro ambientes.

Tabela 1. Descrição detalhada dos ambientes de cultivo UFPeL.

Ambientes de cultivo	Coordenadas	Altitude	*Tipo de solo
Ametista do Sul-RS	27°21'03" S e 53°10'54" W	505m	Neossolo Litólico
Bagé-RS	27°50' 00" S e 54°11'18" W	372m	Latossolo Distrófico Férrico
Campos Borges-RS	28°55'36" S e 53°01'40" W	513m	Latossolo Vermelho Distro Férrico
Pelotas-RS	31°52' 00" S e 52°21'24" W	10m	Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico

***Fonte:** Santos et al., 2013; Streck, 2008.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, organizado em esquema fatorial, sendo quatro ambientes de cultivo x 19 genótipos de milho de polinização aberta, dispostos em quatro repetições. Os genótipos utilizados serão: G1:Amarelo, G2:Vermelho, G3: Branco, G4: Roxo, G5: Palha Roxa, G6: Amarelo Pequeno, G7: PR Vermelho, G8: BR14, G9: PR Amarelo, G10: VO6, G11: AMP1, G12: AMP2, G13: AMP3, G14: AMP4, G15: AMP5, G16: AMP6, G17: AMP7, G18: AMP8 e G19: SCBranco.

As unidades experimentais foram constituídas por doze linhas de semeadura espaçadas por 0,50 metros e dez metros de comprimento. Será considerado como área útil em cada unidade experimental as oito linhas centrais, desconsiderando um metro de cada extremidade da parcela (área útil de 32 m²). A semeadura foi realizada na primeira quinzena de setembro de 2018. A densidade populacional utilizada será de 70 mil sementes por hectare, com adubação de base e cobertura baseada na interpretação da análise de solo. O manejo de insetos-praga e doenças será realizado conforme a necessidade da cultura, com intuito de minimizar os efeitos bióticos no resultado do experimento. O caráter de interesse mensurado foi o rendimento de sementes através da amostragem de dez espigas por unidade experimental, a massa de sementes por planta foi corrigida para a umidade de 13% e após ajustou-se para produtividade de sementes por hectare (kg ha⁻¹).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com intuito de verificar as pressuposições, realizou-se o diagnóstico de homogeneidade das variâncias (STEEL et al., 1997) e normalidade das variâncias residuais. Posteriormente, testou-se a interação entre ambientes de cultivo x genótipos de milho a 5% de probabilidade, a interação significativa foi desmembrada aos efeitos simples e após submetida ao modelo AMMI - Genotype main effects + genotype environment interaction (YAN, 2011).

2.3 Resultados e discussão

Foram desmembrados os efeitos simples para a interação do rendimento de sementes para os 19 genótipos nos quatro ambientes do RS avaliados (Tabela 2), de forma que para o ambiente Bagé-RS, destaca-se os genótipos G1: Amarelo, G4: Roxo, G5: Palha roxo, G7: PR Vermelho, G9: PR vermelho, G10: SCBranco, G12: AMP2, G13: AMP3, G16: AMP6, G17: AMP7, G18: AMP8, G19: SCBranco. Para o segundo ambiente Ametista-RS o genótipo 3 apresenta inferior aos demais, no ambiente Campos Borges-RS todos os genótipos se destacaram, assim como em Pelotas que apenas o genótipo 3 se mostrou inferior. Ao comparar os quatro ambientes para estes 19 genótipos de milho, o ambiente de Campos Borges destaca-se para o rendimento de sementes (Tabela 2).

Tabela 2. Desmembramento dos efeitos simples para a interação do rendimento de sementes para os 19 genótipos cultivados em quatro ambientes, UFPeL, 2018.

Genótipos	Ambientes			
	Ametista -RS	Bagé-RS	Campos Borges -RS	Pelotas - RS
1	4195.7500 a B	8510.1377 ab A	8315.4153 a A	8129.1763 a A
2	4992.0450 a B	7994.5453 ab AB	8051.5850 a AB	9424.7733 a A
3	3007.9187 a C	8786.5127 ab AB	11737.1577 a A	7674.7023 a B
4	1831.1137 a B	10100.3263 ab A	9756.3963 a A	8857.5417 a A
5	3022.2997 a B	8057.7533 ab A	7909.2053 a A	9794.5437 a A
6	3723.6603 a B	6715.6170 ab AB	9461.1633 a A	8463.4063 a A
7	4029.7457 a B	8753.3787 ab A	8686.6203 a A	9195.7170 a A
8	3248.8293 a B	5423.3340 b AB	8323.8197 a A	8048.0120 a A
9	3879.3440 a B	8244.0753 ab A	9867.8043 a A	8308.7947 a A
10	3490.6947 a B	7572.7363 ab A	10115.5843 a A	11199.9633 a A
11	4762.6740 a B	8115.6917 ab AB	8851.6063 a A	9710.5497 a A
12	4144.7693 a B	8225.8587 ab A	10080.0937 a A	7246.0000 a AB
13	3330.5810 a B	7727.4510 ab A	8490.5160 a A	7846.9767 a A
14	6358.4250 a B	10221.8213 ab AB	10317.1377 a A	8991.3263 a AB
15	3626.6437 a B	5354.5463 b AB	8420.8650 a A	8468.9597 a A
16	4516.5477 a B	9455.6650 ab A	11535.7013 a A	8750.3370 a A
17	3784.6280 a B	9364.4610 ab A	8188.1557 a A	11316.4727 a A
18	3141.0493 a B	8523.1997 ab A	10443.4703 a A	10619.1033 a A
19	3314.3207 a B	11209.9313 a A	10003.7377 a A	8157.7157 a A
CV (%)	24.21			

* G1:Amarelo, G2:Vermelho, G3: Branco, G4: Roxo, G5: Palha Roxa, G6: Amarelo Pequeno, G7: PR Vermelho, G8: BR14, G9: PR Amarelo, G10: VO6, G11: AMP1, G12: AMP2, G13: AMP3, G14: AMP4, G15: AMP5, G16: AMP6, G17: AMP7, G18: AMP8e G19: SCBranco.

**médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a Tukey a 5% de probabilidade.

Com a finalidade de melhor explicar os efeitos diferenciais da interação empregou-se o método de adaptabilidade e estabilidade de AMMI, onde visualizou-se que os genótipos G6: Amarelo pequeno, G7: PR Vermelho, G18: AMP8, G1: Amarelo e G13:AMP3 mostram-se estáveis perante os ambientes testados, porém, o genótipo G18: AMP8 apresenta-se estável e superior à média geral. Os genótipos G11: AMP1, G10: V06 e G17: AMP7 apresentam adaptabilidade específica a ambientes favoráveis. Os genótipos G15: AMP5, G8: BR14, G5: Palha roxa apresentam-se inferiores a média geral do experimento. Os Ambientes Pelotas –

RS e Ametista – RS Apresentam-se favoráveis, em contrapartida, Bagé – RS e Campos Borges – RS demonstram-se desfavoráveis.

A análise do ambiente favorável é um dos principais fatores para obtermos os elevados rendimentos. Segundo Buzinaro (2014) a interação genótipo x ambiente, quando significativa infere na resposta diferencial dos genótipos em função do ambiente, facilitando a identificação e seleção de genótipos superiores (BUZINARO, 2014). Quando a interação genótipo x ambiente para a cultura do feijão, indica a presença de variabilidade entre ambientes, sendo este determinante para o posicionamento de cultivares mais produtivas (MELO et al., 2007). Segundo Peluzio et al. (2012), a seleção dos ambientes é importante para avaliar a resposta dos genótipos.

Para milho a escolha do melhor ambiente e do genótipo pode proporcionar ganhos em na qualidade fisiológica das sementes produzidas (TROYJACK et al., 2019a) e com maior produtividade entre os genótipos de polinização aberta (TROYJACK et al., 2019b). Estas respostas podem estar atribuídas por um grande número de genes e altamente influenciados pelo ambiente (NARDINO et al., 2016).

O ambiente A2 (Bagé – RS) e A4 (Pelotas - RS) apresentou maior estabilidade na produção de sementes. Destacando os genótipos G9: SCBranco, G13: AMP3, G7: PR Vermelho, G2: Vermelho e G4: Roxo (Figura 1).

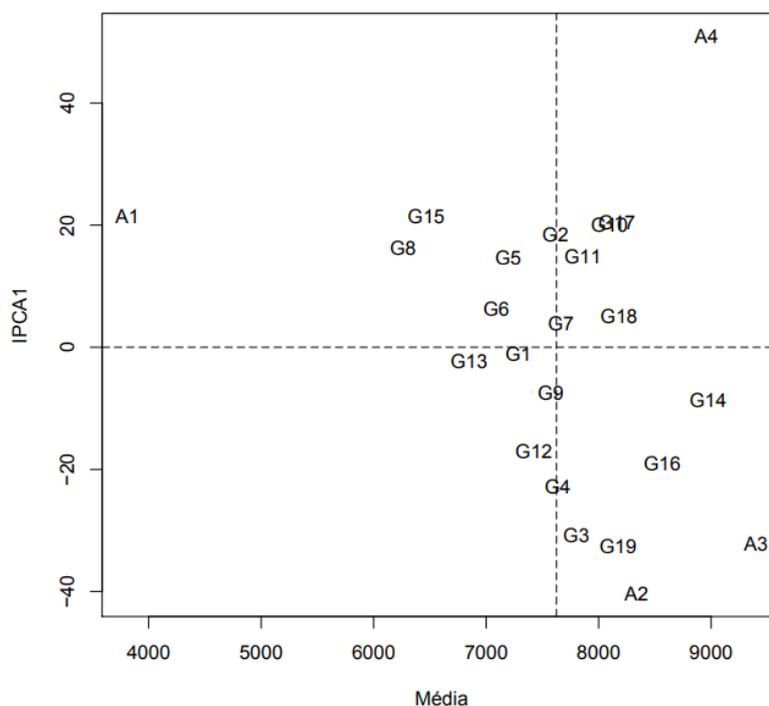


Figura 1. Análise AMMI para o caráter produção de sementes de milho em quatro ambientes no estado do Rio Grande do Sul. G1:Amarelo, G2:Vermelho, G3:

Branco, G4: Roxo, G5: Palha Roxa, G6: Amarelo Pequeno, G7: PR Vermelho, G8: BR14, G9: PR Amarelo, G10: VO6, G11: AMP1, G12: AMP2, G13: AMP3, G14: AMP4, G15: AMP5, G16: AMP6, G17: AMP7, G18: AMP8e G19: SCBranco. A1= Amestita do Sul; A2= Bagé; A3= Campos Borges; A4= Pelotas.

Conforme observado neste trabalho, a escolha do genótipo para cada ambiente é altamente favorável para o rendimento de sementes, assim, a utilização de uma análise de AMMI possibilita a seleção dos melhores genótipos, pela interação do genótipo com ambiente (G x A) (YOKOMIZO et al., 2013). Esta influência do ambiente é controlada por muitos genes e sua expressão fenotípica é altamente dependente do ambiente de cultivo (BORGES et al., 2010). De acordo com Carvalho et al. (2017) ao estudarem os componentes de variância e parâmetros genéticos para milho, identificaram uma contribuição da variação genética na interação genótipo x ambiente.

Segundo Oliveira et al. (2010) o gráfico AMMI1 mostra o desempenho de diferentes híbridos em ambientes distintos, sendo que, deve-se considerar a maior adaptabilidade e estabilidade em vários ambientes. De acordo com Balestre et al. (2009) a interação genótipo x ambiente em condições similares de ambiente podem variar conforme tipo de solo e condições ambientais.

2.4 Conclusões

Entre os ambientes, Campos Borges mostrou-se superior para a produção de sementes de genótipos de milho de polinização aberta. Enquanto que, para o ano agrícola o ambiente de Bagé mostrou-se mais estável para a produção dos genótipos de milho de polinização aberta.

3 CAPITULO II

Características de rendimento de linhagens (VPA) de milho selecionadas para baixas temperaturas

3.1 Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie que tem seu cultivo amplamente difundido em nível mundial, destacando-se devido ao seu potencial de inserção em todos os tamanhos de propriedades e tecnologias produtivas. Desta forma, contribuindo para a segurança alimentar da população em diversos locais do mundo, em especial pela sua ampla plasticidade de uso, tanto na alimentação humana quanto animal. No Brasil, segundo as estimativas da Conab (2022) para a safra 2021/22, a área total plantada com milho será de 21.116,7 mil toneladas, com produção esperada de 112.341,1 mil toneladas.

Neste sentido, assumindo a importância da espécie no cenário produtivo, econômico e social, aliado ao que é destacado por Artuzo (2019) em que o cultivo do milho é submetido a diferentes condições de temperatura, altitude, latitude e precipitação pluviométrica, o que acaba por gerar diferentes condições ambientais e diferentes potenciais de produtividade. Logo, pesquisas que abordem a compreensão do desenvolvimento e o comportamento das plantas quando submetidas a condições distintas torna-se fundamental para obtenção de um adequado posicionamento de cultivares nas regiões.

Entre os elementos meteorológicos de maior relevância para a produção agrícola destaca-se a temperatura. Esta que segundo Bergamaschi e Bergonci (2017) influencia os processos vitais das plantas desde a germinação até a colheita. As indicações técnicas para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina recomendam a semeadura do milho quando as temperaturas do solo forem superiores a temperatura de 16° C (EMBRAPA, 2017), sendo que abaixo destas temperaturas Sbrussi et al. (2014) não observaram germinação, inferindo

assim que as baixas temperaturas influenciam negativamente na germinação de sementes de milho.

Pelo exposto evidencia-se a importância em compreender o comportamento dos caracteres e suas relações para a expressão da produtividade de grãos de milho diante de baixas temperaturas, visto que isso pode promover estratégias para minimizar o efeito deste fator abiótico. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a correlação entre diferentes variáveis de desempenho de linhagens de milho em resposta a baixas temperaturas.

3.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido na área didática e experimental das Plantas de Lavoura do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, no município de Capão do Leão (31°52' S e 52°21' W). Após a colheita, as sementes foram avaliadas no Laboratório Didático de Análises de Sementes da Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, no período de março de 2018 a junho de 2018.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com tratamentos sendo 19 genótipos de milho (populações crioulas), dispostos em 8 repetições, totalizando 152 unidades experimentais. Utilizou-se os genótipos G1:Amarelo, G2:Vermelho, G3: Branco, G4: Roxo, G5: Palha Roxa, G6: Amarelo Pequeno, G7: PR Vermelho, G8: BR14, G9: PR Amarelo, G10: VO6, G11: AMP1, G12: AMP2, G13: AMP3, G14: AMP4, G15: AMP5, G16: AMP6, G17: AMP7, G18: AMP8 e G19: SC Branco.

A semeadura dos tratamentos foi realizada na primeira quinzena de outubro de 2017. O manejo da adubação e fitossanitário foram realizadas conforme as recomendações da cultura. Os dados de temperatura para o período foram obtidos da estação automática localizada no campus Capão do Leão da UFPel (Figura 1).

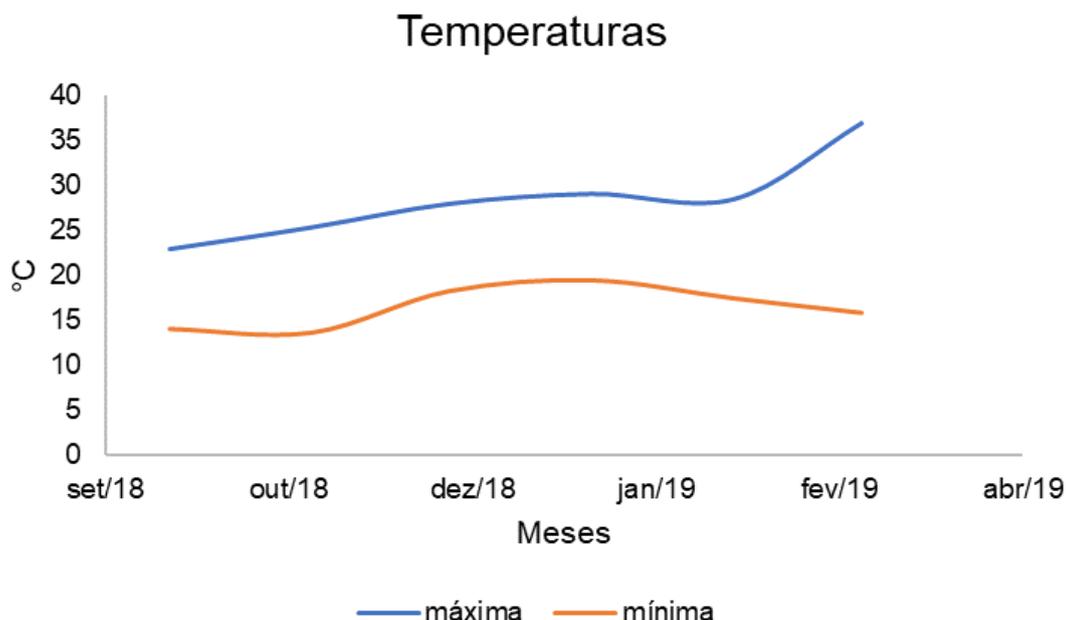


Figura 1. Dados médios de temperatura máxima e mínima para o período (.....), Capão do Leão (RS), Universidade federal de Pelotas (UFPel), 2018.

As variáveis resposta mensuradas antes da colheita, na parcela útil, foram: altura da planta (AP, cm) e altura de inserção da espiga (AE, cm). A colheita foi realizada quando com 30% de umidade, sendo realizada a secagem até 12%. Após a colheita os testes de laboratório realizados foram: diâmetro da espiga (DE, mm); comprimento da espiga (CE, cm); número de fileiras de semente da espiga (NF, unidades); número de sementes por fileira da espiga (NGF, unidades); diâmetro do sabugo (DS, mm); massa do sabugo (MS, gramas); massa da espiga (ME, gramas); massa de sementes da espiga (MGE, gramas); massa de mil sementes (MMS, gramas); Comprimento de semente (CS, cm); Largura de semente (LS, cm) e Espessura de semente (ES, cm).

Expressão isoenzimática

O material vegetal utilizado para a determinação das isoenzimas foi obtido pela coleta de 10 plântulas do teste de germinação, sete dias após a semeadura. A expressão das isoenzimas glutamato-oxalacetato-transaminase, esterase e fosfatase ácida foi determinada pelo sistema de eletroforese vertical em gel de poliacrilamida (Citação). Para isso, as plântulas foram maceradas separadamente em gral de porcelana, em banho de gelo. Após, 200 mg do macerado de cada

amostra foi transferido para tubos de microcentrífuga e acrescidos de solução extratora (Borato de Lítio 0,2 M a pH 8,3 + Tris Citrato+0,2 M a pH 8,3) + 0,15% de 2-mercaptoetanol) na proporção 1:2 (m/v) conforme metodologia empregada por Malone et al. (2007). A eletroforese foi realizada em géis de poliacrilamida 7%, aplicando-se 20 μ L de cada amostra, estabelecida a partir de teste prévio. Os géis foram colocados em cubas eletroforéticas verticais mantidas em câmara fria com temperatura entre 4 e 6 °C e as migrações eletroforéticas foram realizadas com uma diferença de potencial de 10 V cm^{-1} , até que a linha de frente formada pelo azul de bromofenol atingisse 9 cm do ponto de aplicação. Os sistemas de coloração utilizados foram os descritos por Scandálios (1969) e Alfenas (1998).

Com a finalidade de compreender as associações lineares entre os caracteres e confeccionar um diagrama causal, realizou-se as correlações lineares, onde o nível de significância dos coeficientes foi obtido pelo teste t a 5% de probabilidade. Com o objetivo de identificar os padrões para a seleção, e determinar quais caracteres mensurados associam-se a cada padrão estabelecido, empregou-se a abordagem das Redes Neurais Artificiais (RNAs), baseando suas estimativas através do aprendizado computacional não supervisionado. A definição topológica dos centróides e neurônios associados foi obtida pelo método de Mapeamento de Kohonen, utilizando 200 mil iterações. As análises estatísticas foram realizadas através dos softwares Genes (CRUZ, 2009) e programa R (R CORE TEAM, 2015).

Realizou-se a análise conjunta dos dados onde todos os caracteres foram a análise de variância, agrupamento de Scott Knott a 5% de probabilidade. Posteriormente procedeu-se uma análise descritiva através das distribuições de frequências fenotípicas. Também, foi realizado o diagnóstico de valores discrepantes, e procedeu-se o cálculo das distâncias genéticas entre os genótipos utilizando o algoritmo Euclidiano, após confeccionou-se a matriz das distâncias genéticas, para então definir um dendrograma, com intuito de agrupar os genótipos e posicionar cruzamentos. As análises foram realizadas através dos softwares Genes (CRUZ, 2013).

3.3 Resultados e discussão

A partir dos resultados obtidos foi possível verificar que as linhagens de milho apresentaram desenvolvimentos distintos frente a baixas temperaturas.

Na Tabela 1, encontram-se as estimativas das correlações lineares de Pearson entre as características avaliadas ao longo do tempo. Os resultados da análise de correlação apresentaram correlação positiva significativa ($p < 0,05$) para as variáveis analisadas, entre comprimento da espiga, diâmetro da espiga, massa da espiga, número de grãos por fileira, número de fileiras de grãos por espiga, massa de grãos por espiga, diâmetro do sabugo, massa do sabugo, massa de cem grãos, espessura do grão, esterese, largura do grão e Comprimento do grão, já para a variável espessura do grão apresentou uma correlação negativa (Tabela 1).

Os resultados obtidos para o comprimento da espiga e a massa da espiga apresentaram um coeficiente de 0,81 (Tabela 1), evidenciando uma forte relação entre o comprimento e a massa da espiga, podendo ser um importante fator para determinar à capacidade de desempenho das linhagens em resposta as baixas temperaturas.

A massa de grãos por espiga (MGE) foi correlacionada, positivamente, com quatro variáveis explicativas observadas, com estimativas de correlação entre a massa de grãos por espiga e as variáveis comprimento de espiga (CES), diâmetro de espiga (DE), massa de espiga (ME) e número de grãos por fileira (NGF) variando de 0,77; 0,76; 0,98; 0,88, respectivamente. A correlação, correspondente a massa de espiga com o número de grãos por fila e a massa de grãos por fila foi de 0,84 e 0,98, respectivamente (Tabela 1).

Para a variável espessura do grão (EG) a mesma está correlacionada negativamente com o comprimento da espiga (CES) -0,30 massa da espiga (ME) - 0,32 número de grãos por fileira (NGF) -0,34 massa de grãos por espiga (MGE) - 0,32 massa do sabugo -0,28. Este resultado pode ser explicado quando se verificam as altas e positivas correlações entre massa do sabugo (MS) e CES (0,79), MS e ME (0,91), MS e NGF (0,67), MS e MGE (0,84) já que estes caracteres (MS, CES, ME, NGF e MGE) correlacionam-se negativamente com EG. Essas estimativas apontam que o aumento da massa do sabugo é diretamente proporcional ao incremento CES, ME, NGF e MGE. Desta forma, à medida que

ocorre um aumento no CES, ME, MGE e NGF da espiga, há uma redução na espessura do grão (EG) (Tabela 2), conforme comprovada na tabela 3.

Os principais componentes que compõe o rendimento de sementes de milho correspondem ao comprimento da espiga, massa de grãos por espiga, número de grãos por fileira e número de fileiras de grãos por espiga, desta maneira, a população de plantas por unidade de área determinará o número de espigas, conseqüentemente a produção e o rendimento da mesma (VIAN et al., 2016). Já para Cardoso et al. (2016), a massa de grãos por espiga e número de grãos por espiga são os componentes que caracterizam maiores efeitos quanto a produtividade de milho. Assim, todas as associações significativas analisadas nesse trabalho indicam que algumas variáveis são mais promissoras que outras, em função do grau de correlação existente entre eles. Diante disso, ocorre uma complexidade dos componentes para avaliar o desempenho das linhagens submetidas a baixas temperaturas, as seleções das linhagens se tornam dificultadas.

Tabela 1. Estimativas das correlações lineares de Pearson entre comprimento da espiga (cm) (CES), diâmetro da espiga (cm) (DE), massa da espiga (g) (ME), número de grãos por fileira (NGF), número de fileiras de grãos por espiga (NF), massa de grãos por espiga (g) (MGE), diâmetro do sabugo (mm) (DS), massa do sabugo (g) (MS), massa de cem grãos (g) (MCG), espessura do grão (mm) (EG), esterese (EST), Largura do grão (mm) (LG) e Comprimento do grão (mm) (CG) analisado em linhagens de milho, Universidade Federal de Pelotas, 2018.

Variáveis	CES	DE	ME	NGF	NF	MGE	DS	MS	MCG	EG	EST	LG	CG
CES	-	00,48*	00,81*	00,75*	-	00,77*	00,48*	00,79*	00,38*	-0,3*	00,30*	-	-
DE		-	00,76*	00,64*	00,53*	00,76*	00,74*	00,69*	00,31*	-	00,52*	00,34*	-
ME			-	00,84*	-	00,98*	00,62*	00,91*	00,43*	-0,32*	00,43*	00,29*	-
NGF				-	-	00,88*	00,43*	00,67*	00,37*	-0,34*	00,31*	-	-
NF					-	-	00,55*	-	-	-	00,28*	-	-
MGE						-	00,58*	00,84*	00,41*	-0,32*	00,41*	00,29*	-
DS							-	00,66*	00,42*	-	00,45*	-	00,31*
MS								-	00,37*	-0,28*	00,41*	00,28*	-
MCG									-	-	-	00,48*	-

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Tabela 2. Contribuição relativa dos caracteres para diversidade – SINGH (1981). Quadrado da distância Euclidiana $D^2(z): x[\min - \max] \Rightarrow z[0 - 1]$. Número de acessos: 50. Universidade Federal de Pelotas, 2018.

Variável	s.j	valor em %
CES	158,49	8,92
DE	150,86	8,49
ME	123,76	6,96
NGF	147,37	8,29
NF	83,45	4,7
MGE	170,06	9,57
DS	119,9	6,75
MS	116,92	6,58
MCG	108,74	6,12
CG	82,82	4,66
LG	80,14	4,51
EG	84,91	4,78
CEL	71,92	4,05
ACP	103,24	5,81
EST	112,63	6,34
GOT	62,24	3,5

Tabela 3. Correlação cofenética, Universidade Federal de Pelotas, 2018.

Estatística	valor
Correlação cofenética (CCC)	0,67
Graus de liberdade	1223
valor de t	31,68
Probabilidade	0,0**
Distorção (%)	4,67
Estresse (%)	21,62

Redes neurais

O emprego das Redes Neurais Artificiais (RNAs) se apresenta imprescindível para definir padrões matemáticos através de fenômenos estocásticos não lineares, desta maneira, a definição da topologia da rede é definida por um processo computacional iterativo não supervisionado, onde a magnitude de entradas da rede corresponde ao número de neurônios associados à explicabilidade do modelo, estes neurônios quando relacionados permitem a definição de um centroide que corresponde ao ponto médio entre as associações existentes (NASCIMENTO et al., 2013; TEODORO et al., 2015). Para este estudo priorizou-se a utilização do método de Mapeamento de Kohonen utilizando 16 entradas (neurônios) com mais

de 200 mil iterações (Figura 2). A matriz fenotípica foi submetida aos procedimentos iterativos que definiram uma rede neural com topologia de 6 centróides que estabelecem padrões associativos entre as linhagens testadas, sendo necessárias 31 ligações sinápticas para interligar os centróides.

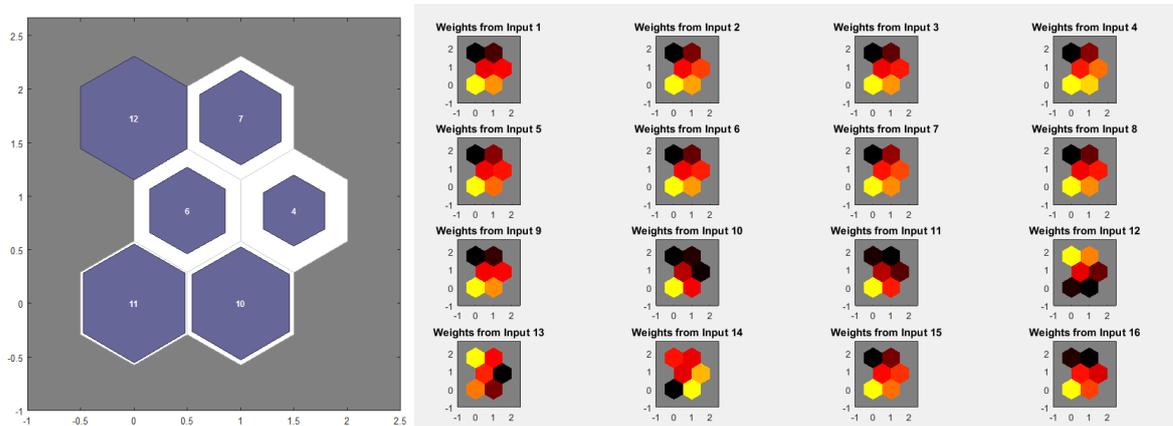


Figura 2. Redes Neurais Artificiais (RNAs) obtidos pelo Mapa de Kohonen definindo os centróides (hexágonos) e os neurônios de interesse (azul) e as ligações sinápticas (linhas azuis), sendo estes: L1S1, L2S1, L3S1, L4S1, L5S1, L6S1, L7S1, L8S1, L9S1, L10S1, L11S1, L12S1, L13S1, L14S1, L15S1, L16S1, L17S1, L18S1, L19S1, L20S1, L21S1, L22S1, L23S1, L24S1, L25S1, L26S1, L27S1, L28S1, L29S1, L30S1, L31S1, L32S1, L33S1, L34S1, L35S1, L36S1, L37S1, L38S1, L39S1, L40S1, L41S1, L42S1, L43S1, L44S1, L45S1, L46S1, L47S1, L48S1, L49S1, L50S1. Universidade Federal de Pelotas, 2018.

Definiram-se os grupos estabelecidos através das linhagens de milho L3S1, L5S1, L6S1, L8S1, L9S1, L11S1, L15S1, L16S1, L17S1, L18S1, L19S1 (grupo 1); L1S1, L10S1, L20S1, L22S1, L23S1, L24S1, L25S1, L32S1, L34S1, L37S1 (grupo 2); L12S1, L13S1, L14S1, L21S1, L29S1, L36S1 (grupo 3); L2S1, L4S1, L7S1, L27S1 (grupo 4); L26S1, L33S1, L35S1, L40S1, L42S1, L43S1, L44S1, L45S1, L46S1, L47S1, L48S1, L50S1 (grupo 5); L28S1, L30S1, L31S1, L38S1, L39S1, L41S1, L49S1 (grupo 6). Baseando-se na abordagem do aprendizado computacional definem-se estes 6 grupos como padrões das linhagens, e assim as seleções podem ser direcionadas a determinados aspectos agronômicos havendo a possibilidade de identificar o grupo de interesse e consequentemente o grupo de linhagens correspondentes.

As tendências expressas neste estudo apresentam-se imprescindíveis para identificar qual abordagem biométrica é mais adequada para a caracterização das linhagens através das mensurações fenotípicas, definiu-se que o comprimento da espiga é o caráter mais contrastante para diferenciar as constituições genéticas, bem como, a massa de grãos por espiga está diretamente relacionada a linhagem com maior produção, pois estes atributos potencializam os componentes do rendimento. As abordagens multivariadas baseadas nas distâncias genéticas estimam e definem diferentes padrões de genótipos onde o dendrograma permite expressar 10 grupos, o método otimizado de Tocher propõem 7 subdivisões, mas foi o emprego das Redes Neurais Artificiais com aprendizado não supervisionado que melhor estratificou os genótipos baseando-se suas inferências em estimativas de 6 centroides estabelecidos por 50 neurônios e 31 associações sinápticas.

Dendrograma

A matriz fenotípica dos caracteres foi submetida ao método da distância Euclidiana Média Padronizada com a finalidade de obter a matriz de distância genética entre os genótipos estudados, estas estimativas foram submetidas a um método UPGMA de agrupamento que auxiliou na confecção do dendrograma das dissimilaridades. Por meio das distâncias genéticas foi possível evidenciar que das 50 linhagens mensuradas pode se classificar em 10 subdivisões (figura 3). Onde sete destas destacam-se como situações isoladas através das populações (L6S1, L36S1, L26S1, L47S1, L44S1, L27S1, L34S1) sendo estas dissimilares das demais linhagens estudadas. Diante dos grupos estudados não foi possível verificar nenhum grupo que se destaque dos demais por meio das avaliações fenotípicas relacionadas a produção das linhagens sob as condições de cultivo em baixas temperaturas.

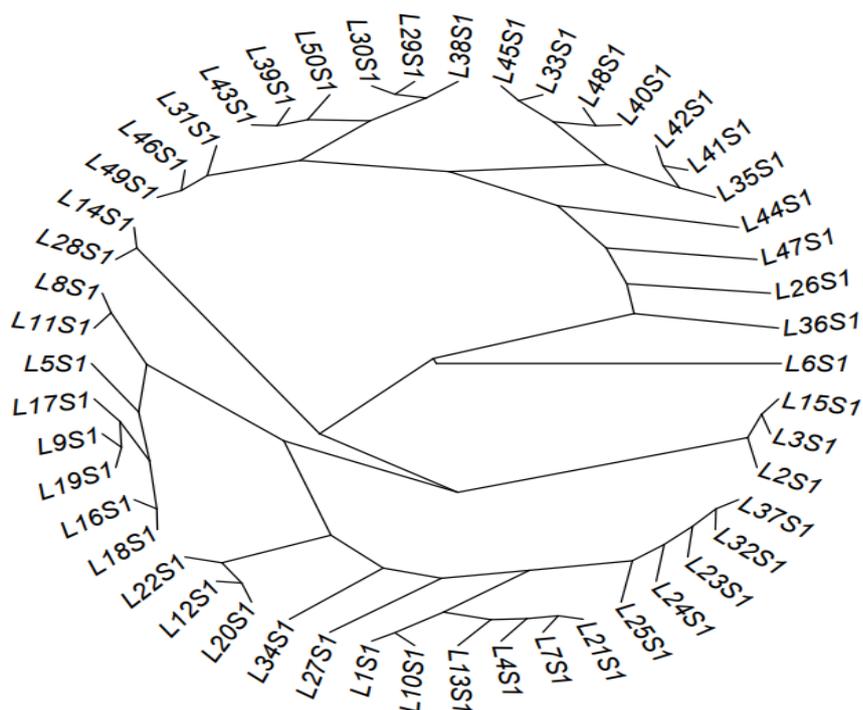


Figura 3. Dendrograma baseado na distância Euclidiana Média e método de agrupamento UPGMA utilizando os genótipos L1S1, L2S1, L3S1, L4S1, L5S1, L6S1, L7S1, L8S1, L9S1, L10S1, L11S1, L12S1, L13S1, L14S1, L15S1, L16S1, L17S1, L18S1, L19S1, L20S1, L21S1, L22S1, L23S1, L24S1, L25S1, L26S1, L27S1, L28S1, L29S1, L30S1, L31S1, L32S1, L33S1, L34S1, L35S1, L36S1, L37S1, L38S1, L39S1, L40S1, L41S1, L42S1, L43S1, L44S1, L45S1, L46S1, L47S1, L48S1, L49S1, L50S1. Universidade Federal de Pelotas, 2018.

Por meio dos resultados pode-se observar similaridade entre as linhagens L35S1, L41S1 e L42S1 estas linhagens associam-se fenotipicamente com as linhagens L40S1, L48S1, L33S1 e L45S1. Quanto as linhagens L38S1, L30S1 e L29S1 as mesmas apresentam características fenotípicas semelhantes as linhagens L50S1, L39S1 e L43S1. Já as linhagens L31S1, L46S1 e L49S1 apresentam-se agrupadas no mesmo grupo na qual suas características são as mesmas, assim como este grupo que apresenta as mesmas características, as duas linhagens L14S1 e L28S1 formam um grupo com características iguais. Os resultados demonstraram que a linhagem L5S1 agrupou-se juntamente com as linhagens L8S1 e L11S1, assim como com as linhagens L17S1, L9S1 e L19S1, e agrupando-se também com as linhagens L16S1 e L18S1 este grupo de linhagens

apresentam características fenotípicas de produção semelhantes o que acarretou na formação deste grupo no dendrograma. À medida que se avança nas análises do dendrograma, pode-se observar a formação de grupos de linhagens que se assemelham, como o caso das linhagens L22S1, L12S1 e L20S1 que apresentam similaridades entre si. O mesmo ocorre com as linhagens L1S1, L10S1, L13S1, L4S1, L7S1 e L21S1 um grupo de linhagens que apresenta características semelhantes. Por último temos o grupo formado pelas linhagens L25S1, L24S1, L23S1, L32S1 e L37S1 onde estes demonstram similaridades entre si.

Nota-se que as linhagens formam grupos onde determinadas linhagens apresentam características semelhantes entre si, e revelam que, indiretamente, o fenótipo de produção aproxima-se do desejado para a produção de sementes quando submetidas às baixas temperaturas. Ocorrem também aquelas linhagens que não formam grupos como é o caso das linhagens L6S1, L36S1, L26S1, L47S1, L44S1, L27S1 e L34S1, tal fator pode ter ocorrido pelo fato de estas necessitarem de um maior número de características mensuradas para definir padrões.

Isoenzimas

A partir dos resultados obtidos foi possível verificar que as linhagens de milho apresentaram desenvolvimentos distintos frente a baixas temperaturas simuladas pelo polietilenoglicol (figura 4A, 4B e 4C). Analisando os três sistemas isoenzimáticos utilizados, foi possível notar uma variação significativa na intensidade da expressão isoenzimática (FIGURA 4A). A enzima esterase (EST) está diretamente envolvida no metabolismo de lipídios, assim como na hidrólise de ésteres (SANTOS et al., 2005). Das 50 linhagens de milho analisadas, notou-se que as linhagens 6, 10 e 11, suas bandas apresentaram menor intensidade, a diminuição do número e intensidade pode estar associado a um possível aumento na peroxidação de lipídeos, o que acarreta dano as membranas celulares, conseqüentemente acaba afetando na expressão do vigor das sementes (PEDÓ et al., 2015). Provavelmente isso se deve a um metabolismo mais acelerado, sugerindo que a maior parte dos materiais de reserva já tenham sido metabolizados, aos sete dias da germinação, como foi observado por Malone et al. (2007). A peroxidação de lipídeos é um evento associado a danos de membrana das sementes, as alterações podem estar relacionadas à ocorrência de eventos

deteriorativos, que podem contribuir para a redução na germinação das sementes (PESKE et al., 2012), vale ressaltar que a atividade da enzima esterase não poder ser um parâmetro para definir a qualidade das sementes.

Analisando-se os géis do sistema Glutamato Oxalacetato Transaminase (GOT, FIGURA 4B), também não foi observada variação da intensidade de bandas nas plântulas das linhagens. Esta enzima participa no processo de degradação e síntese de aminoácidos (CONN & STUMPF, 1980), tendo um papel importante principalmente na geminação de sementes (TUNES et al., 2011). As plântulas quando submetidas a efeitos estressantes como uma restrição hídrica, apresentam uma maior expressão da enzima glutamato oxalacetato transaminase nesses órgãos vegetais. A oxidação de aminoácidos visando o fornecimento de energia para o ciclo de Krebs ou a redução do α -cetoglutarato, direcionada à biossíntese de novos aminoácidos destinados ao crescimento do embrião, fazem parte da atuação da enzima glutamato oxalacetato transaminase (MALONE et al., 2007). Agentes estressantes acabam atuando direta e indiretamente sobre esta enzima, afetando a expressão do vigor das sementes, crescimento do embrião, assim como o crescimento inicial das plântulas, como observado por Pedó et al. (2016) em sementes de centeio submetidas ao estresse de restrição hídrica.

Quanto às análises da enzima fosfatase ácida (ACP), nas diferentes linhagens, pode ser observada na FIGURA 4C. Não foram detectadas bandas de ACP nas linhagens avaliadas, em algumas não se observou nenhuma intensidade ou expressão desta enzima. A fosfatase ácida esta ligada ao processo de deterioração de sementes, pois ela participa da hidrólise de ésteres, atuando sobre o sistema de membranas afetando a atividade respiratória por meio da peroxidação de lipídios insaturados, tendo atuação direta nas membranas das mitocôndrias, pelo fato destas serem ricas neste tipo de lipídios insaturados, como foi observado em sementes de milho e algodão (BRANDÃO-JUNIOR et al., 1999) e cevada (TUNES et al., 2011). O nível de trifosfato de adenosina, o metabolismo do fosfato e os níveis de nucleotídeos nas sementes são influenciados pela atividade desta isoenzima (CAMARGO et al., 2000). Esses fatores podem afetar a retomada do processo de crescimento do embrião, pois os mesmos afetam o desempenho fisiológico das sementes devido à redução da quantidade de energia disponível (HENNING et al., 2010; PEDÓ et al. 2016).

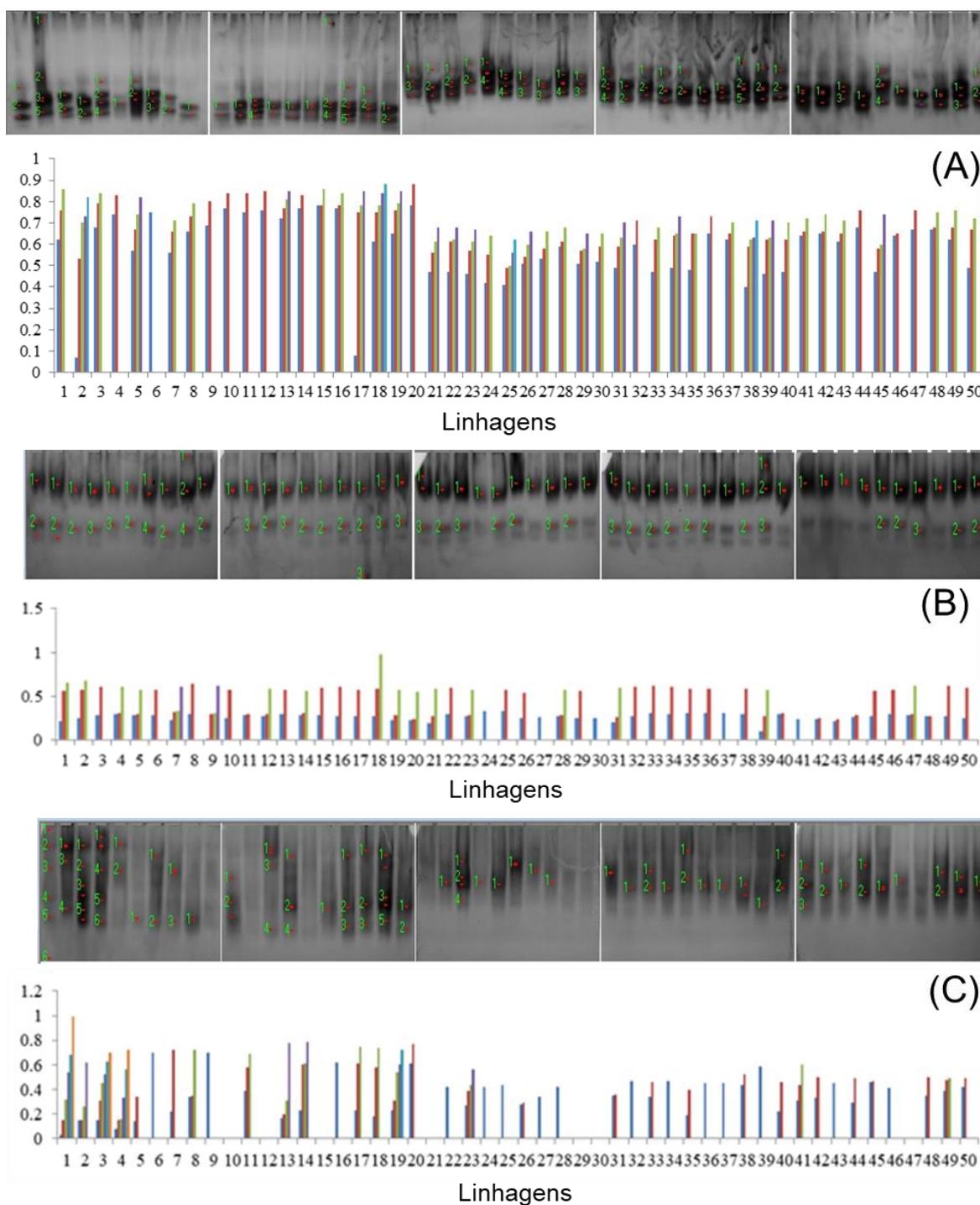


Figura 4. Padrão eletroforético da esterase (A), Glutamato Oxalacetato Transaminase (B) e fosfatase ácida (C) de plântulas de 50 linhagens de sementes de milho. Universidade Federal de Pelotas, 2018.

De modo geral, a produção de sementes de algumas linhagens de milho submetidas a baixas temperaturas acarretou na redução da qualidade fisiológica das sementes e o desempenho em milho, exercendo influência sobre a expressão dos sistemas isoenzimáticos. Tais fatores podem acarretar no desempenho das

sementes a campo, além disso, estas análises podem se de fundamental importância para ter-se parâmetros na tomada de decisão no momento de selecionar linhagens de milho que melhor se adaptam as temperaturas mais baixas e produzem sementes de qualidade para esta região.

3.4 Conclusões

O aumento no comprimento da espiga, massa da espiga, massa de grãos por espiga e número de grãos por fileira da espiga ocorre redução na espessura do grão. Há variações no padrão de expressão das enzimas EST, GOT, ACP, entre as plântulas das linhagens de milho de polinização aberta.

4 CAPITULO III

MANEJO DA SUPLEMENTAÇÃO MINERAL FOLIAR NA CULTURA DA SOJA

4.1 Introdução

A cultura da soja possui expressiva relevância no cenário mundial e também no Brasileiro, devido a sua ampla difusão e contribuição para a cadeia produtiva tanto em valores econômicos quanto a sua importância para alimentação animal e humana. No Brasil, segundo a Conab (2022) a área cultivada será de 40.988,5 mil ha, com produção de 124.268,0 mil toneladas, sendo alcançada a produtividade média de 3.032 kg ha⁻¹, colocando o país como o maior produtor do grão.

Assumindo que as práticas de manejo, mas também as características edafoclimáticas influenciam diretamente a produtividade e a qualidade dos grãos e sementes produzidos. Pesquisas que busquem contribuir para maximização da produtividade e da qualidade do material colhido são de grande valia e expressividade para a conjuntura Brasileira.

Para o sucesso das lavouras de soja a utilização de sementes de alta qualidade fisiológica, com alta germinação e vigor (Perlin et al., 2021) é fundamental. Aliado, a nutrição das plantas destaca-se entre os objetos de maior relevância, pois auxiliam as plantas a expressarem seus potenciais genéticos, com a obtenção de maiores tetos produtivos. Para Peter et al. (2019) os nutrientes, macro e micronutrientes, têm inúmeras funções na fisiologia das plantas, podendo ter maior especificidade ou ser necessário a vários processos ou momentos ao longo do desenvolvimento da cultura. Segundo Machado et al. (2020) o estado nutricional da planta irá determinar também o estado nutricional de suas sementes e, conseqüentemente o vigor de seus descendentes por várias gerações. Fato que coloca a suplementação de nutrientes via foliar como uma opção relevante, uma vez que, onde podem ser fornecidos nutrientes específicos ou uma associação

deles ao longo do desenvolvimento da cultura, em especial nos estádios de maior demanda (OPRICĂ et al., 2011; SUZANA et al., 2012; Peter et al., 2019).

Necessidades específicas e também resultados positivos da suplementação foliar são descritos por diversos autores na literatura, demonstrando a importância no desenvolvimento de pesquisas que visem melhorar a produtividade e a qualidade da soja colhida no Brasil. Para Kaschuk et al. (2010), Hungria e Mendes (2015) as maiores taxas de demanda de nitrogênio estão no início do enchimento dos legumes, sendo a fonte primária a fixação biológica (DOMINGOS et al., 2015) e a absorção do solo (ZUFFO et al., 2018). Pelo exposto, o presente trabalho objetivou avaliar a influência da aplicação de suplementação mineral foliar em atributos produtivos da cultura da soja.

4.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido na área didática e experimental das Plantas de Lavoura do Centro Agropecuário da Palma, no município de Capão do Leão (31°48' S e 52°29' W), durante as safras agrícolas de 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021. O clima é classificado como Cfa segundo a classificação de Köppen com boa distribuição de chuvas ao longo do ano. O solo da região é classificado como Planossolo Hidromórfico com textura franco-arenosa.

O local se caracteriza por ter uma altitude média de 26 m e o clima da região caracteriza-se por ser temperado com chuvas bem distribuídas e verão quente, sendo do tipo Cfa pela classificação de Köppen. Neste sentido, pode-se observar na figura 1 a variação da precipitação pluviométrica e temperaturas do ar nos diferentes anos durante a execução dos trabalhos.

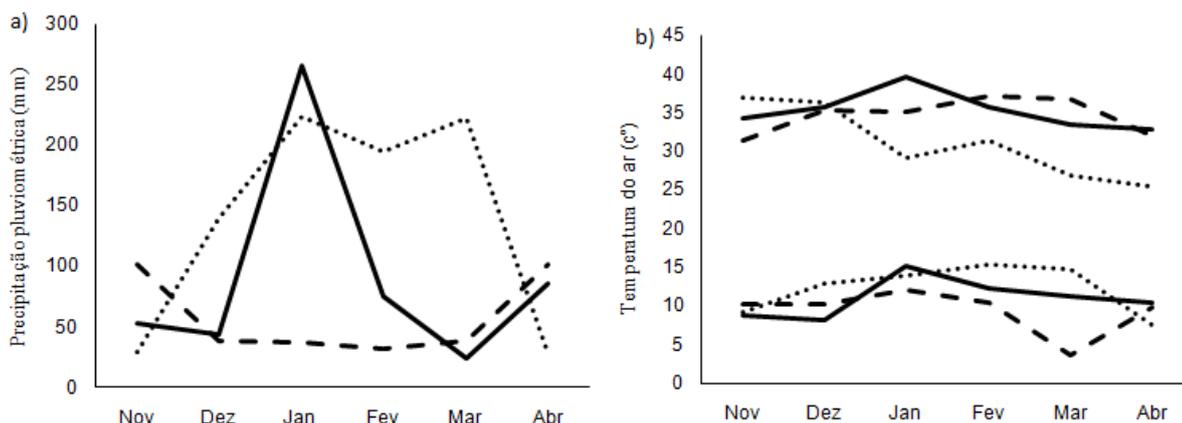


Figura 1 - Precipitação pluviométrica safras 2018/19 (—), 2019/20(---), 2020/21(.....) Capão do Leão-RS (a), Temperatura máxima safras 2018/19 (—), 2019/20 (---) e 2020/21(.....) (b) e temperatura mínima do ar safras 2018/19 (—), 2019/20(---) e 2020/21(.....) (b), Capão do Leão-RS. Fonte: Estação Agroclimatológica de Pelotas-RS (Campus Capão do Leão-RS).

A análise química do solo sendo apresentada na tabela 1.

Tabela 1. Análise química do solo, em que o trabalho foi conduzido, UFPeL.

Ambientes	Argila	pH	M.O.	P	K	Al	Ca	Mg	Sat. base
	(%)	H ₂ O	(%)	mg/dm ³			cmol/dm ³		%
Capão do Leão	16	5,1	1,2	15	19	0,4	1,5	0,4	42

A semeadura foi realizada na segunda quinzena de novembro para todos os anos, de acordo com a recomendação da genética, para as safras de 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021. O manejo da adubação e fitossanitário foram realizadas conforme as recomendações da cultura.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições por tratamento. As sementes utilizadas foram da cultivar comercial Garra IPRO, tratadas e inoculadas com formula líquida composto por *Bradyrhizobium*.

Os tratamentos foram compostos por um esquema fatorial 3 x 3, no qual o primeiro fator foi o ano agrícola (Três safras) e o segundo fator as doses do produto (0 L ha⁻¹; 2 L ha⁻¹ e 4 L ha⁻¹), totalizando 9 tratamentos. A aplicação do produto, foi realizada em R1 de suplemento foliar (N: 8,0% p/p (105,6 g L⁻¹); P₂O₅: 1,0% p/p (13,2g L⁻¹); K₂O: 2,0% p/p (26,4 g L⁻¹); Ca: 2,0% p/p (26,4 g L⁻¹); Mg: 1,0% p/p (13,2 g L⁻¹); B: 0,2% p/p (2,6 g L⁻¹); Cu: 0,1% p/p (1,3 g L⁻¹); Mn: 2,0% p/p (26,4 g L⁻¹); Mo: 0,5% p/p (6,6 g L⁻¹); Zn: 2,0% p/p (26,4 g L⁻¹) COT: 6,0% p/p (79,2 g L⁻¹)) na dose de 2 L ha⁻¹, e Tratamento 3 – Tratamento com uma aplicação em R1 de suplemento foliar (N: 8,0% p/p (105,6 g L⁻¹); P₂O₅: 1,0% p/p (13,2g L⁻¹); K₂O: 2,0% p/p (26,4 g L⁻¹); Ca: 2,0% p/p (26,4 g L⁻¹); Mg: 1,0% p/p (13,2 g L⁻¹); B: 0,2% p/p (2,6 g L⁻¹); Cu: 0,1% p/p (1,3 g L⁻¹); Mn: 2,0% p/p (26,4 g L⁻¹); Mo: 0,5%

p/p (6,6 g L⁻¹); Zn: 2,0% p/p (26,4 g L⁻¹) COT: 6,0% p/p (79,2 g L⁻¹)) na dose de 4 L ha⁻¹.

A colheita das sementes foi efetuada com o teor de água de 16% e assim como a trilha, efetuada, manualmente. O teor de água das sementes, após o beneficiamento, foi aferido por meio do método de estufa a 105 °C por 24 horas, atingindo 12% de teor de água em sementes (RAS, 2009).

Foram coletadas dez plantas ao acaso por parcela experimental onde foram avaliadas as seguintes variáveis: altura de planta (AP, cm), altura de inserção do primeiro legume (IPL, cm), número de legumes com uma, duas e três sementes (NL1, NL2 e NL3, unidades), número de legumes totais (NLT, unidades), rendimento (REND, sacas ha⁻¹) e a massa de mil grãos (MMG, gramas).

Para as análises de composição de macro e micronutrientes foram separadas amostras de todos os tratamentos e repetições, após a colheita e secagem das sementes. Sendo estas remetidas ao laboratório de Análise de Solo do Department de Solos da FAEM, para determinação das variáveis.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e se significativos pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de probabilidade de 5%.

4.3 Resultados e discussão

Os resultados demonstram que para a variável resposta altura de planta (Tabela 1), a aplicação da adubação foliar incrementou significativamente essa característica em todas as doses e safras avaliadas, sendo que, de forma geral, a dose de 4 L ha⁻¹ foi superior aos demais tratamentos. Entre os anos, para a mesma variável, foi constatado comportamento distinto para uma mesma dose do produto, demonstrando que as respostas são influenciadas pelas condições de cultivo de cada ano agrícola. O mesmo foi observado por Zuffo et al. (2020), que verificaram em seu trabalho que doses de nitrogênio favoreceram o crescimento vegetativo das plantas.

No que tange a variável inserção do primeiro legume, pode-se verificar na tabela 1 que a aplicação do produto, de forma geral, não demonstrou efeito significativo a exceção da safra 2019/20220, em que quanto maior a desse mais

alta a inserção. Para o número de ramos, de forma geral, não foi constatado efeito significativo das doses do produto em duas das 3 safras avaliadas (Tabela 1), sendo o mesmo percebido quando observado os resultados entre os anos agrícolas.

Tabela 1. Variáveis resposta Altura de planta, altura de inserção do primeiro legume (IPL, cm), número de legumes com uma, duas e três sementes (NL1, NL2 e NL3, unidades), número de legumes totais (NLT, unidades) em relação a aplicação dos tratamentos com adubação foliar em R1, na soja cultivar Garra IPRO nas doses 0 (testemunha), dose de 2 L ha⁻¹ e 4 L ha⁻¹, para três safras consecutivas 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 Pelotas, RS.

Altura de planta			
Dose	2018/2019	2019/2020	2020/2021
0	102.8 bB	75.4 cC	109.5 bA
2	109.3 aA	84.5 bB	112.5 bA
4	111.9 aB	91.9 aC	117.5 aA
Inserção do primeiro legume			
Dose	2018/2019	2019/2020	2020/2021
0	22.9 aB	23.2 cB	32.9 aA
2	23.5 aC	26.4 bB	31.7 aA
4	24.2 aC	28.9 aB	33.0 aA
Número de ramos			
Dose	2018/2019	2019/2020	2020/2021
0	2.95 cA	1.14 aB	1.24 aB
2	4.52 bA	1.36 aB	1.76 aB
4	5.93 aA	1.16 aB	1.76 aB
Número de legumes com um grão			
Dose	2018/2019	2019/2020	2020/2021
0	5.78 cB	9.12 bA	6.44 aB
2	8.86 bB	12.40 aA	6.02 aC
4	12.28 aA	9.90 bB	5.50 aC
Número de legumes com dois grãos			
Dose	2018/2019	2019/2020	2020/2021
0	21.5 cA	12.5 aB	20.2 bA
2	31.3 bA	14.7 aC	22.5 abB
4	42.0 aA	13.3 aC	22.8 aB
Número de legumes com três grãos			
Dose	2018/2019	2019/2020	2020/2021
0	20.76 cA	3.74 aB	19.48 bA
2	32.53 bA	3.70 aC	19.94 abB

4

44.63 aA

5.24 aC

21.80 aB

Letra iguais, minúscula na coluna e maiúscula n linha, não diferem entre sí pelo teste de Tukey (5%) para uma mesma variável.

No que tange o número de legumes com um, dois ou três grãos (Tabela 1), de forma geral, a aplicação da suplementação produziu valores maiores em relação a testemunha, mas sem comportamento definido em relação a dose aplicada. Contudo, para estas variáveis os comportamentos apresentaram variação entre as safras para as doses avaliadas (Tabela 1), não sendo possível identificar claramente a resposta da aplicação do produto foliar nos resultados observados.

Aplicação da suplementação foliar, sobre a variável massa de mil sementes, contribuiu incrementando os valores, nas safras 2018/2019 e 2019/2020 quando aplicada na dose de 2 L ha⁻¹ (Tabela 2).

Com relação a produtividade da soja (sacas ha⁻¹), conforme observa-se na tabela 2, de forma geral, apresentou incremento de, em média, 25% para safra 2018/2019 e de 60% para safra 2020/2021 em relação a testemunha, sem aplicação do produto. Demonstrando efeito positivo do a suplementação em R1 independentemente da dose avaliada. O mesmo foi observado por Petter et al. (2012), ao avaliarem o efeito da aplicação de doses de N no estágio R1 (início do florescimento) em cultivares da soja, notaram ganhos em produtividade dos grãos. Contudo, para as safras o comportamento foi inconclusivo, corroborando Silva et al. (2015), os quais verificaram que a produtividade de grãos foi influenciada pelos ambientes de produção, devido a interação genótipo e ambiente.

Tabela 2. Variáveis resposta massa de mil sementes e produtividade (sacas ha⁻¹) em relação a aplicação dos tratamentos com adubação foliar em R1, na soja cultivar Garra IPRO nas doses 0 (testemunha), dose de 2 L ha⁻¹ e 4 L ha⁻¹, para três safras consecutivas 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021 Pelotas, RS.

Dose	Massa de mil sementes		
	2018/2019	2019/2020	2020/2021
0	150 bB	215 bA	127 cC
2	163 aB	236 aA	146 bC
4	148 bB	218 bA	160 aB

Dose	Produtividade (sacas ha ⁻¹)		
	2018/2019	2019/2020	2020/2021
0	55.6 bA	47.4 aB	35.1 bC
2	72.2 aA	50.0 aB	56.3 aB
4	67.9 aA	44.7 aC	56.4 aB

Letra iguais, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%) para uma mesma variável.

De forma geral, ao observar os resultados para macro e micronutrientes (Tabela 3), não é possível estabelecer um padrão no comportamento das respostas frente a suplementação via foliar. Fato que talvez possa estar associado a produtividades, tendo em vista que o comportamento produtivo quando houve a suplementação foliar foi, em geral, superior a testemunha (Tabela 2), logo o dreno e a fragmentação dos macros e micronutrientes foi maior entre as sementes produzidas.

Assim, pode-se afirmar que a suplementação é importante para manutenção da qualidade da soja, isso pode ser exemplificado pelo teor de nitrogênio. Este que segundo Taiz et al. (2017) é componente responsável por várias atividades fisiológicas nas plantas, como também faz parte da estrutura de enzimas e proteínas. E assumindo que produtividades de soja próximas ou superiores a 3.000 kg ha⁻¹ não têm proporcionado níveis de proteínas no farelo compatíveis com o padrão exigido pelo mercado internacional (SEDIYAMA, 2016), a complementação com o nitrogênio mineral pode ser uma alternativa para aumentar o teor de proteína nos grãos da soja (ZUFFOLO et al., 2020).

Ao observar-se os resultados verificados entre os anos agrícolas, para uma mesma variável, em geral, apresentou semelhança entre os valores encontrados, a exceção é para o cobre e o manganês, em que se observou valores com uma amplitude de variação maior entre as safras avaliadas (Tabela 3).

Tabela 3. Comportamento das variáveis macro e micronutrientes em relação a aplicação dos tratamentos com adubação foliar em R1, na soja cultivar Garra IPRO nas doses 0 (testemunha), dose de 2 L ha⁻¹ e 4 L ha⁻¹, para três safras consecutivas 2018/2019 (Ano 1), 2019/2020 (Ano 2) e 2020/2021 (Ano 3) Pelotas, RS.

Amostra	N total g kg ⁻¹	P g kg ⁻¹	K g kg ⁻¹	Ca g kg ⁻¹	Mg g kg ⁻¹	S g kg ⁻¹	Cu mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹	Fe mg kg ⁻¹	Mn mg kg ⁻¹
Ano 1 – Test.	59,01	6,85	19,57	2,61	1,68	3,48	13,82	34,88	34,61	84,71
Ano 1 - 2L ha ⁻¹	49,84	5,42	19,57	2,61	2,17	3,73	11,05	37,51	27,69	58,09
Ano 1 - 4 L ha ⁻¹	54,04	6,46	18,45	2,15	2,13	3,77	11,05	39,49	29,42	42,35
						-				
Ano 2 – Test.	56,91	5,80	21,80	1,96	2,13	3,88	5,53	40,80	31,15	43,56
Ano 2 - 2L ha ⁻¹	54,61	5,60	19,01	1,87	1,86	3,57	5,53	35,54	29,42	50,82
Ano 2 - 4 L ha ⁻¹	58,05	6,11	18,73	1,59	1,46	3,88	2,76	29,62	20,77	37,51
Ano 3 – Test.	53,66	7,46	19,85	2,05	1,95	3,57	2,76	34,22	24,23	48,40
Ano 3 - 2L ha ⁻¹	54,04	7,05	19,57	2,15	1,91	3,73	8,29	30,93	24,23	77,45
Ano 3 - 4 L ha ⁻¹	54,42	7,44	17,89	2,43	2,17	3,50	11,05	38,17	31,15	56,87

Ao analisarmos os teores de nitrogênio, potássio e fósforo não houve muitas variações nas três doses, conforme observado por Perlin et al. (2021). Em trabalhos com sementes de soja produzidos nas safras 2009, 2010, 2011 e 2012, o nitrogênio, potássio, fósforo e cálcio são os macronutrientes mais encontrados nas sementes de soja (VARGAS et al., 2018), sendo as altas concentrações destes nutrientes determinantes para a qualidade fisiológica das sementes de soja (RIGO et al., 2018b). Enquanto que, para os micronutrientes a genética das cultivares de soja são determinantes (RIGO et al., 2018a). Sendo assim, a suplementação da adubação foliar permite aumentar o potencial fisiológico de um lote de sementes (PERLIN et al., 2021).

4.1 Conclusões

A aplicação da suplementação foliar não causou prejuízos a nenhuma variável, ambas doses avaliadas obtiveram resultados positivos para a variável produtividade. A aplicação da suplementação no estágio R1 é benéfica à cultura da soja para as condições do experimento.

5 CAPITULO IV

Crescimento de plantas e rendimento da soja: manejo da suplementação foliar

5.1 Introdução

A produção de grãos de soja tem aumentado linearmente nos últimos anos, sendo o manejo dos campos de produção um dos principais responsáveis por estes incrementos, dentre eles, pode-se destacar o manejo nutricional, principalmente, o de base e o foliar (LI et al., 2018).

O crescimento de plantas e a produtividade estão diretamente correlacionadas com o adequado aporte de nutrientes desde a implementação das lavouras, aonde se busca fornecer todos os nutrientes em condições adequadas para o melhor funcionamento do metabolismo vegetal (BAILEY-SERRES et al., 2019). Os nutrientes apresentam uma série de funções vitais nas plantas, com reflexos na fotossíntese (MARSCHNER, 2012), respiração e na eliminação de compostos tóxicos as células (LABORSOLO, 2013).

Além disso, são fundamentais na germinação do grão de pólen e no crescimento do tubo polínico (ALMEIDA et al., 2015), contribuem para a fecundação, translocação de açúcares (ARAÚJO et al., 2017), síntese de aminoácidos (MASCARENHAS et al., 2014) na formação da parede celular e metabolismo de carboidratos, funcionamento das membranas celulares e distribuição hormonal (LACERDA et al., 2015, MELARATO et al., 2002). Como também, importante para a formação das proteínas contribuindo para a maior massa e qualidade das sementes/grãos (CUNHA et al., 2015) e, conseqüentemente, maior produtividade (ALMEIDA et al., 2015).

A adubação foliar pode favorecer a nodulação das plantas (TORRES et al., 2014), aumentar o número de vagens por planta e incrementar em média, cinco sacos/ha o rendimento. Neste sentido, a suplementação foliar tem sido

recomendada para aumentar ou manter a concentração de nutrientes nas folhas (LACERDA, et al., 2015), principalmente, no período de enchimento de grãos, podendo favorecer a formação e o desenvolvimento da planta (PERIN et al. 2016) e, de estruturas da planta como os grãos/sementes.

Perante o exposto, o adequado manejo da nutrição de plantas é fundamental para elevarmos o rendimento das culturas, bem como, reduzir os riscos de deficiências nutricionais. Este trabalho visa fornecer conhecimento aos produtores rurais sobre o melhor manejo das adubações de base e foliar para a cultura da soja. Desse modo, o trabalho objetivou avaliar o crescimento de plantas e rendimento das sementes produzidas sob os diferentes manejos nutricionais para a cultura da soja.

5.2 Material e métodos

Os trabalhos relacionados ao rendimento foram conduzidos nas safras agrícolas de 2018/19, 2019/20 e 2020/21 em campo de produção de soja, situado no Centro Agropecuário da Palma, pertencente ao município do Capão do Leão RS, sendo suas coordenadas geográficas de 31°48'2.07" S e 52°29'46.00". Já, o trabalho de crescimento, foi realizado mesmo local e avaliado na safra 2020/21.

O local se caracteriza por ter uma altitude média de 26 m e o clima da região caracteriza-se por ser temperado com chuvas bem distribuídas e verão quente, sendo do tipo Cfa pela classificação de Köppen. Neste sentido, pode-se observar na figura 1 a variação da precipitação pluviométrica e temperaturas do ar nos diferentes anos durante a execução dos trabalhos.

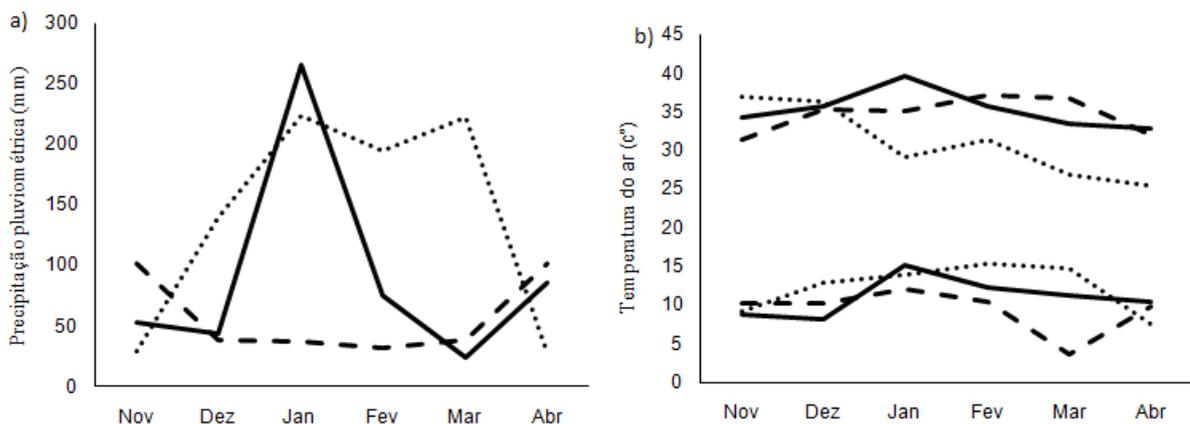


Figura 1 - Precipitação pluviométrica safras 2018/19 (—), 2019/20(---), 2020/21(⋯⋯) Capão do Leão-RS (a), Temperatura máxima safras 2018/19 (—), 2019/20 (---) e 2020/21(⋯⋯) (b) e temperatura mínima do ar safras 2018/19 (—), 2019/20(---) e 2020/21(⋯⋯) (b), Capão do Leão-RS. Fonte: Estação Agroclimatológica de Pelotas-RS (Campus Capão do Leão-RS).

A análise química do solo sendo apresentada na tabela 1.

Tabela 1. Análise química do solo, em que o trabalho foi conduzido, UFPeL.

Ambientes	Argila	pH	M.O.	P	K	Al	Ca	Mg	Sat. base
	(%)	H ₂ O	(%)	mg/dm ³			cmol/dm ³		%
Capão do Leão	16	5,1	1,2	15	19	0,4	1,5	0,4	42

As sementeiras foram realizadas nas primeiras quinzenas de novembro em todos os anos de estudo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3x3 (safras x tratamentos), com cinco repetições por tratamento. Já, o trabalho de crescimento, foi utilizado o mesmo delineamento experimental de blocos casualizados, mas em esquema fatorial 3x4 (tratamentos x épocas de coleta), com quatro repetições por tratamento. Os tratamentos consistiram em: T1 – controle, T2: semente tratada com Biofertil Raiz Premium 2,5ml/kg/semente + uma aplicação em R1 de FULLMIX 2L/ha e T3: semente tratada com Biofertil Raiz Premium 2,5ml/kg/semente + uma aplicação em R1 de FULLGRAIN 4L/ha.

O controle de plantas daninhas e pragas foi realizado de acordo com as recomendações técnicas para a cultura da soja. A cultivar utilizada nos anos dos ensaios foi a Brasmax Garra Ipro na população de 14 sementes/metro linear como recomendada pelos obtentores, sendo as sementes tratadas com Standak Top, inoculante líquido e turfoso. A adubação de correção foi realizada na base, no momento da sementeira, sendo aplicados 350 kg ha⁻¹ de fertilizante NPK 11-30-20, conforme, a análise prévia do solo e recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFS-RS/SC, 2016).

Para as avaliações de crescimento, foram efetuadas coletas sucessivas, em intervalos regulares de trinta e dois dias após a semeadura, durante todo o ciclo de desenvolvimento. Para a determinação da matéria seca total (Wt) as plantas foram separadas em diferentes estruturas (caule, raiz, vagem e folhas) em cada coleta, sendo as raízes lavadas sobre peneira de malha fina. As diferentes estruturas foram acondicionadas separadamente em envelopes de papel pardo e submetidas à secagem em estufa com ventilação forçada a temperatura de $70 \pm 2^\circ\text{C}$, até massa constante. A massa seca foi determinada em balança de precisão e os resultados foram expressos em g planta^{-1} .

A área foliar (Af) foi determinada com auxílio de medidor de área modelo LI-3100. Para a determinação dos valores instantâneos das taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa assimilatória líquida (TAL) foram empregadas as equações: $\text{TCC} = 1/\text{área de solo} \times (\text{Peso 2} - \text{Peso 1}) / (t_2 - t_1)$, $\text{TCR} = (\ln \text{Peso 2} - \ln \text{Peso 1}) / (t_2 - t_1)$ e $\text{TAL} = [(\text{Peso 2} - \text{Peso 1}) / (t_2 - t_1)] \times (\ln \text{Af}_2 - \ln \text{Af}_1) / (\text{Af}_2 - \text{Af}_1)$, respectivamente (SILVA, 2000).

A colheita das sementes foi efetuada com o teor de água de 16% e assim como a trilha, efetuada, manualmente. O teor de água das sementes, após o beneficiamento, foi aferido por meio do método de estufa a 105°C por 24 horas, atingindo 12 % de teor de água em sementes.

Para a avaliação do rendimento de sementes por planta, sendo determinada pela massa de sementes produzidas e expressa em toneladas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e se significativos pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de probabilidade de 5%. Os níveis quantitativos foram submetidos à testes de regressão polinomial, onde foi verificado pelo teste t a 5% de probabilidade o maior grau significativo do polinômio para cada nível de tratamento qualitativo.

5.3 Resultados e discussão

A partir da análise dos resultados, observa-se que para a fonte de variação doses não foram encontradas diferenças para taxa de crescimento da cultura e de crescimento relativo (Tabela 2). Foram observadas interações entre doses e épocas para a área foliar, matéria seca total, taxa de crescimento da cultura, taxa de crescimento relativo e taxa assimilatória líquida.

Tabela 2. Quadro da análise de variância (ANOVA) para área foliar (Af), matéria seca total (Wt), taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa assimilatória líquida (TAL) de plantas de soja submetidas a suplementação foliar. Capão do Leão, RS, UFPel 2022

FV	GL	Quadrados médios				
		Af	Wt	TCC	TCR	TAL
Doses (D)	2	3,62*	74,59*	0,42ns	1,02ns	5,58*
Época (E)	3	30,99*	3499,39*	493,04*	0,003*	43,57*
D x E	6	1,82*	46,49*	112,60*	0,0001*	0,38*
Resíduo	33	0,26	9,36	3,489	1,95	0,08
Total	47	–	–	–	–	–
Média	–	1,466	29,850	12,550	0,019	1,310
CV (%)	–	34,93	10,24	14,88	2,25	21,98

(1) Quadrado médio: * e ns- significativo a 5% de probabilidade e não significativo; respectivamente CV- coeficiente de variação.

A área foliar (Af) aumentou até os 87 dias após a semeadura (DAS) para a dose zero e aos 79 DAS para as doses de dois e quatro l/ha, com posterior decréscimo até o final do ciclo de cultivo (Figura 2a). A maior Af foi encontrada nas plantas sob a dose zero e menor nos demais tratamentos. Enquanto que, a matéria seca total aumentou até o final do ciclo de cultivo para ambas as doses (Figura 2b). Para plantas sob a dose zero houve superioridade até os 96 DAS comparativamente aos demais tratamentos, enquanto que, aos 128 DAS a Wt foi similar entre as doses analisadas.

Embora para a dose zero tenha sido encontrado os maiores valores de Af ao longo do crescimento, ao final do ciclo, observou-se que a matéria seca foi similar entre todas as doses. Isso se deve a aplicação de fertilizantes em plantas de soja apresenta impacto positivo para o crescimento de plantas, com aumento dos valores de Wt e de índice de área foliar (AISENBERG et al., 2018). Estas respostas podem estar relacionadas a remobilização de nutrientes minerais das folhas para as estruturas reprodutiva e o desempenho do processo fotossintético (CRAFTS-BRANDNER, 1992). Aliado, aos resultados obtidos por Frota et al. (2021), que

observaram que a adição de molibdênio, pode ter contribuído para uma maior atividade fisiológica na planta, fazendo com que esses tratamentos se destaquem diante do controle.

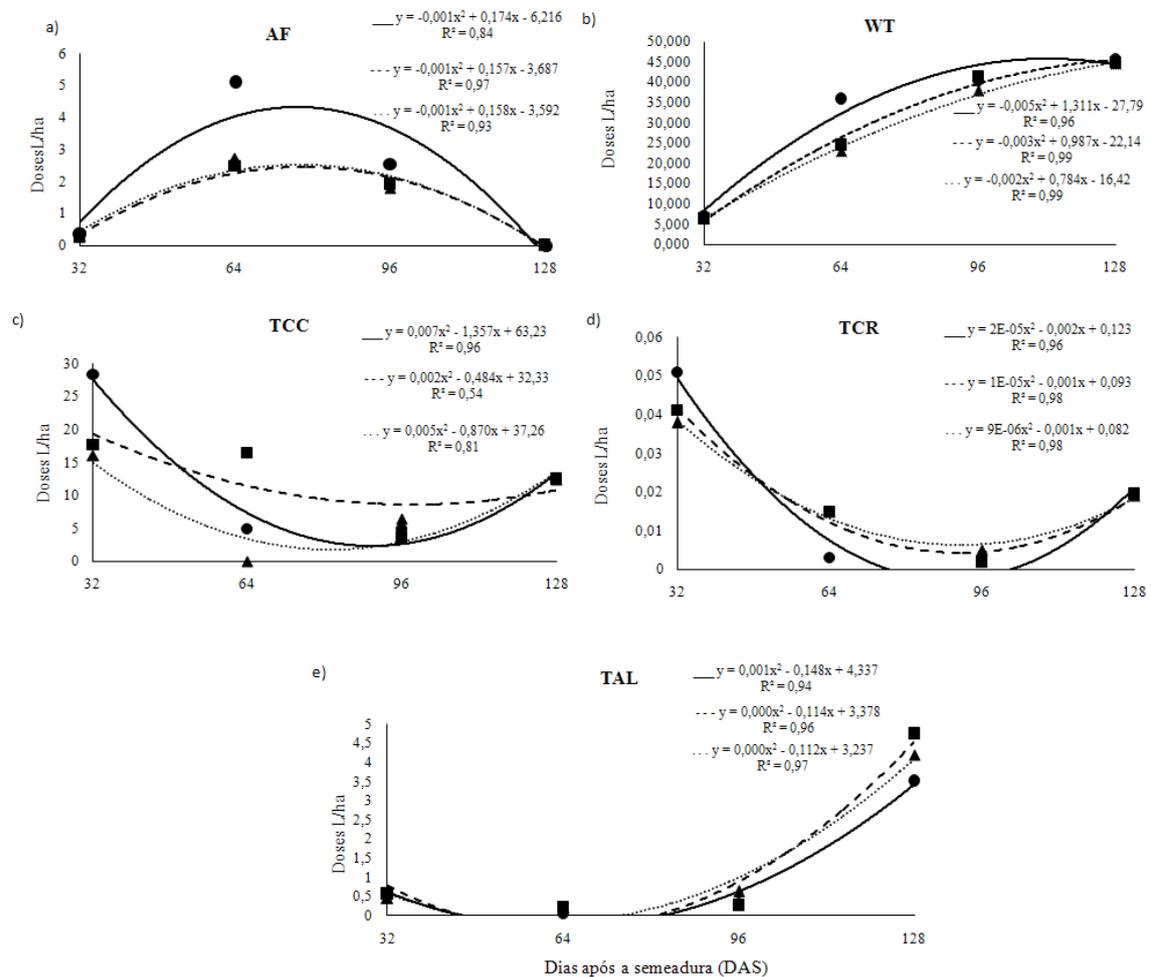


Figura 2: Interação para dose 0(____),2(- -) e 4(.....) x época de semeadura para IAF (a) área foliar, WT (b), TCC (c), taxa de crescimento da cultura TCR (d), taxa de crescimento relativo e TAL(e), taxa de assimilação líquida Capão do Leão, RS, UFPel. Nível significância de *5% e ns não significativo.

A taxa de crescimento da cultura (TCC) foi maior aos 32 DAS para todas as doses, embora é importante destacar que os maiores valores foram obtidos para zero, dois e quatro l ha⁻¹, respectivamente (Figura 2c). Entretanto, ao longo do ciclo de crescimento os maiores valores foram obtidos na dose dois l ha⁻¹. Resultados similares foram encontrados ao analisarmos a taxa de crescimento relativo (TCR), onde aos 32 DAS os maiores valores foram obtidos para zero, dois e quatro l ha⁻¹, respectivamente (Figura 2d).

As variações das taxas de crescimento podem estar atreladas aos teores de macro e micronutrientes fornecidos às plantas, que variam de acordo com as características genéticas das cultivares (RIGO et al., 2018). Conforme observado por Aisenberg et al. (2018) a suplementação de nitrogênio em soja resultou em maiores valores de crescimento relativo.

Já, a taxa assimilatória líquida (TAL), aferida aos 32 DAS não demonstrou diferença expressiva entre as doses de suplementação foliar (Figura 2e). Após os 96 DAS as doses de dois e quatro l/ha foram superiores a zero, foi uma maior TAL do tratamento dois l ha⁻¹ aos 128 DAS comparativamente as demais. A maior TAL pode ser explicada pelo fato da suplementação foliar favorecer o crescimento das plantas em termos de área de folhas e/ou massa (AISENBERG et al., 2018).

Para o rendimento de sementes não foi observado interação significativa entre doses e safras (Tabela 3). De maneira geral, as doses de suplementação foliar apresentaram os maiores valores em ambas as safras, cabendo salientar que na safra 2019/20 não apresentaram diferenças significativas entre as doses. Na safra 2019/20 variações ambientais na precipitação pluviométrica (Figura 1a) ocasionaram reduções no rendimento, comparativamente as demais safras.

As respostas diferenciais de rendimento em função da suplementação foliar, pode estar relacionada ao aumento ou até manter a concentração de nutrientes nas folhas, principalmente no período de enchimento de grãos (SOUZA et al., 2008). Vargas et al. (2018) ao analisarem 2.543 lotes de sementes de soja produzidas nas safras de 2009, 2010, 2011 e 2012, observaram que existe alta variabilidade de concentração de macro e micronutrientes em sementes de soja produzidas em várias regiões do Brasil.

A aplicação de fertilizantes via foliar podem favorecer a germinação do grão de pólen, contribuindo para a fecundação e translocação de açúcares (ÁVILA et al., 2010), o que pode afetar a composição química, com potenciais efeitos na qualidade fisiológica (DELARMINO-FERRARESI et al., 2014). Embora, Frota et al. (2021) não encontraram diferença significativa para a produtividade das cultivares de soja sob alimentação foliar de Mo e K.

De maneira geral, os níveis de macro e micronutrientes é dependente do ambiente (PERLIN et al., 2021), conforme observado na safra 2019/20 e pelas variações ambientais observadas (Figura 1).

Tabela 3. Rendimento de sementes (ton/ha) de soja submetidas a diferentes doses de suplementação foliar de nutrientes o longo dos anos agrícolas. Capão do Leão, RS, UFPel.

	Produtividade ton/ha		
	Controle	2L/ha	4L/ha
2018/2019	3348 Ba	4319,4 Aa	3717 Aba
2019/2020	2841,6 Aab	2999,4 Ab	2694 Ab
2020/2021	2105,4 Bb	3380,4 Ab	3509,4 Aa
CV (%)		19,45	

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha comparando doses e, mesmas letras minúsculas, na coluna comparando safras, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 5\%$).

Estas respostas de crescimento e rendimento ao longo de três safras agrícolas, podem ser atribuídos a alta variabilidade de concentração de macro e micronutrientes, pela evidência e função do ferro, manganês e zinco para a soja (VARGAS et al., 2018). Aliado, ao favorecimento ao crescimento e ao número de vagens cheias por planta de soja (SOUZA et al., 2008). Enquanto que, para girassol doses elevadas de B via foliar prejudicaram a produção de fitomassa da parte aérea (FOLINI et al., 2010). Sendo assim, a suplementação foliar de nutrientes podem aumentar o conteúdo de nutrientes na planta e favorecer o metabolismo, promovendo o aumento na produtividade (SOUZA et al., 2008).

5.1 Conclusões

Indiferentemente da dose de produto, a matéria seca ao final do ciclo, é similar. A taxa de crescimento da cultura é maior aos 32 DAS para plantas sob todas as doses, entretanto, a partir dos 96 DAS a TAL os maiores valores são obtidos para plantas das doses dois, quatro e zero $l\ ha^{-1}$, respectivamente.

O aumento de rendimento ocasionado pelas suplementações foliares de nutrientes via folha ao longo das safras vai ao encontro da maior TAL aos 128 dias obtido neste trabalho.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Realizar pesquisa que visa encontrar determinados genótipos de polinização aberta na cultura do milho que apresentam uma ampla adaptabilidade e estabilidade em regiões distintas a nível do Rio Grande do Sul, torna-se de fundamental importância, isso acarreta em uma fonte de dados para futuras pesquisas e seleção de genótipos que apresentam ampla adaptação em ambientes diferentes. Sendo de extrema importância também o fato destes genótipos apresentarem estabilidade produtiva, desta forma foi possível verificar que determinados genótipos apresentaram maior produtividade enquanto outros melhor estabilidade frente aos ambientes testados. Quanto a cultura da soja a suplementação nutricional via foliar é cada vez mais praticada, diante disso foi possível verificar que para determinadas variáveis esta suplementação não apresentou um comportamento conclusivo, por outro lado a mesma não acarreta em prejuízo para estas variáveis. Por outro lado, quando a suplementação nutricional é realizada em estágio de R1, determinada dosagem acarreta em um aumento de produtividade, por vezes sem diferença estatística, mas economicamente se mostrou muito significativa.

7 REFERÊNCIAS

- AISENBERG, G.R. ; KOCH, F. ; PIMENTEL, J. R. ; TROYJACK, C. ; DUBAL, I. T. P. ; Santos, L.A. ; Demari, G.H. ; SZARESCKI, V. J. ; VILLELA, F.A. ; MARTINAZZO, E.G. ; **PEDÓ, T.** ; AUMONDE, T. Z. Soybean growth, solar energy conversion and seed vigour affected by different nitrogen (N) doses. **AUST J CROP SCI**, v. 12, p. 343-349, 2018.
- ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A.L.; ÁVILA, M.R.; SCAPIM, C.A.; BARBOSA, M.B.; STÜLP, M. Sementes de soja produzidas em época de safrinha na região oeste do estado do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.31, n.1, p.121- 127, 2009.
- ALBUQUERQUE, A.D.; SANTOS, J.R.; MOURA FILHO, G.; REIS, L.S. Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.7, p.721-726, 2013.
- ALFENAS, A. C. **Eletoforese de isoenzimas e proteínas afins: fundamentos e aplicações em plantas e microrganismos**. Viçosa: UFV, 1998. 574 p
- ALMEIDA, G.M.; CANTO, M.W.; BARTH NETO, A.; COSTA, A.C.S. Resposta da cultura de sementes de capim-mombaça a épocas e doses de adubação de boro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, n.3, p.1545-1558, 2015.
- ARAÚJO, M. S.; MELO, M. A.; HODECKER, B. E. R.; BARRETO, V. C. M.; ROCHA, E. C. Adubação com boro no crescimento de mudas de mogno-africano. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, MS, v. 4, Suplemento 1, p. 1-7, dez. 2017.
- ÁVILA, M.R.; BARIZÃO, D.A.O.; GOMES, E.P.; FEDRI, G.; ALBRECHT, L.P. Cultivo de feijoeiro no outono/inverno associado à aplicação de bioestimulante e adubo foliar em na presença e ausência de irrigação. **Scientia Agraria, Curitiba**, v.11, n.3, p.221-230, 2010.
- BAILEY-SERRES, J.; PARKER, J.E.; AINSWORTH, E.A.; OLDROYD, G.E.D.; SCHROEDER, J.I. Genetic strategies for improving crop yields. **Nature**, v. 575, p. 109-118, 2019.

- BALESTRE M, VON PINHO RG, SOUZA JC, OLIVEIRA RL AND PAES JMV. Yield stability and adaptability of maize hybrids based on GGE biplot analysis characteristics. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 9: 219-228, 2009.
- BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J.I. **As Plantas e o Clima. Princípios e Aplicações**. Editora Agrolivros; 1ª edição, 2017, 352 p.
- BEZERRA NETO, F.; ROCHA, R. C. C.; NEGREIROS, M. Z.; ROCHA, R. H.; QUEIROGA, R. C. F. Produtividade de alface em função de condições de sombreamento e temperatura e luminosidades elevadas. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 189-192, 2005.
- BHUYAN, M. H. M.; FERDOUSI, M. R.; IQBAL, M. T. Foliar Spray of Nitrogen Fertilizer on Raised Bed Increases Yield of Transplanted Aman Rice over Conventional Method. **International Scholarly Research Notices: Agronomy**, v. 1, p. 1-8, 2012.
- BORGES, V.; SOARES, A. A.; REIS, M. S.; RESENDE, M. D. V.; CORNÉLIO, V. M. O.; LEITE, N. A.; VIEIRA, A. R. Desempenho genotípico de linhagens de arroz de terras altas utilizando metodologia de modelos mistos. **Bragantia**, v.69, p. 833-841, 2010.
- BRANDÃO-JUNIOR DS, CARVALHO MLM, VIEIRA MGCC (1999). Variações eletroforéticas de proteínas e isoenzimas relativas à deterioração de sementes de milho envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, 21:114-121.
- BUZINARO, R. **Interação de Genótipos de Milho vs Locais, Anos e Épocas de Semeadura**. Jaboticabal, 2014, 56 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.
- CAMARGO, M. L. P. Atividade enzimática em plântulas de *Eucalyptus grandis* provenientes de sementes envelhecidas artificial e naturalmente. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 2, p. 113-122, 2000.
- CARDOSO, M. J.; DE CARVALHO, H. W. L.; GUIMARÃES, P. E. O.; GUIMARÃES, L. J. M.; DA ROCHA, L. M. P. Componentes de rendimento e produtividade de grãos de híbridos simples de milho transgênico no sul e leste maranhense. In XXXI Congresso Nacional de Milho e Sorgo “Milho e Sorgo: Inovações, Mercado e Segurança Alimentar”. 2016.
- CARVALHO, I. R.; NARDINO, M.; DEMARI, G.; PELEGRIN, A. J.; FERRARI, M.; SZARESKI, V. J.; OLIVEIRA, V. F.; BARBOSA, M. H.; SOUZA, V. Q.; OLIVEIRA, A.

- C.; MAIA, L. Components of variance and inter-relation of important traits for maize (*Zea mays*) breeding. **AUST J CROP SCI**, v. 11, p. 982-988, 2017.
- CARVALHO, I. R.; SOUZA, V. Q. D.; FOLLMANN, D. N.; NARDINO, M.; PELEGRIN, A. J. D.; FERRARI, M.; KONFLANZ, V. A.; LAZZARI, R.; UCZAY, J. Silage production and bromatological constitution effects of corn hybrids in different environments. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 2, p. 242-250, 2016a.
- CHEPOTE, R.E.; SODRÉ, G.A.; REIS, E.L.; PACHECO, R.G.; MARROCOS, P. C. L.; VALLE, R. R. **Recomendações de corretivos e fertilizantes na cultura do cacaueteiro no sul da Bahia**. CEPLAC/CEPEC. Ilhéus, BA. Boletim Técnico nº 203. pp.44. 2013.
- CONAB – **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, Brasília, v.9 – Safra 2021/22, n.8 - Oitavo levantamento, p. 1-100, maio 2022.
- CONAB. Acompanhamento safra brasileira de grãos, Brasília, v.9 – Safra 2021/22, n.9 - Nono levantamento, p. 1-98, junho 2022. ISSN 2318 6852. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>.
- CONAB. **Boletim da safra de grãos. 9º Levantamento** - Safra 2021/22. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 29.06.2022
- CONN EC, STUMPF PK (1980). **Introdução à bioquímica**. São Paulo, Edgard Blücher. 451p.
- CQFS-RS/SC. **Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC. Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2016. 376p
- CRAFTS-BRANDNER, S.J. Phosphorus nutrition influence on leaf senescence in soybean. **Plant Physiology**, v. 98, p. 1128-1132, 1992.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: Editora da UFV, 2014. 668p.
- CRUZ, C.D. GENES – a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.35, p.271-276, 2013.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: Editora da UFV, 2014. 668 p.

- DELARMELINO -FERRARESI, L. M., VILLELA, F.A, AUMONDE, T. Z. (2014). Physiological performance and Chemical composition of soybean seeds. **Revista Brasileira Ciência Agrária**, 9, 14-18.
- DELARMELINO -FERRARESI, L. M., VILLELA, F.A, AUMONDE, T. Z. (2014). Physiological performance and chemical composition of soybean seeds. **Revista Brasileira Ciência Agrária**, 9, 14-18.
- DOMINGOS, C. S.; SILVA LIMA, L. H.; BRACCINI, A. L. Nutrição mineral e ferramentas para o manejo da adubação na cultura da soja. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 14, n. 3, p. 132-140, 2015.
- FANCELLI, A.L. **Cultivo racional e sustentável requer maior conhecimento sobre planta do milho**. Visão agrícola nº13 jul | dez 2015.
- FAVARATO, L.F.; ROCHA, V.S.; ESPINDULA, M.C.; SOUZA, M.A.; PAULA, G.S. Adubação nitrogenada e qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Bragantia**, v.71, n.1, 2012.
- FIGUEIREDO, M. A., PIO, R., SILVA, T. C., & SILVA, K. N. (2013). Características florais e carpométricas e germinação in vitro de grãos de pólen de cultivares de amoreira-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 48, 731-740.
- FOLONI, J.S.S.; GARCIA, R.A.; CARDOSO, C.L.; TEIXEIRA, J.P.; GRASSI FILHO, H. Desenvolvimento de grãos e produção de fitomassa do girassol em função de adubações boratadas. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 2, p. 273-280, 2010.
- FRITSCHÉ-NETO, R MIRANDA, GV; DE LIMA, RO; SOUZA, HN. Factor analysis and SREG GGE biplot for the genotype & times; environment interaction stratification in maize. **Ciência Rural**, v. 40, p. 1043-1048, 2010.
- FROTA, R. T.; CARVALHO, I. R.; LORO, M. V.; DEMARI, G. H.; HUTRA, D. J.; LAUTENCHLEGER, F.; PEDÓ, T. ; AUMONDE, T. Z. Molybdenum and potassium in the foliar fertilization and seed quality in the soybean. **AGRONOMY SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY**, v. 6, p. 1-9, 2021.
- HENNING, F. A. et al. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. **Bragantia**, v. 69, n. 3, p. 727-734, 2010.
- HENNING, F. A.; JACOB E. A. Jr.; MERTZ, L. M.; PESKE, S. T. Qualidade sanitária de sementes de milho em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira Sementes**, v.33, n.2, p.316-321, 2011.

HUNGRIA, M.; MENDES, I. C. **Nitrogen fixation with soybean**: the perfect symbiosis? In: BRUIJN, F. (ed.). *Biological Nitrogen Fixation*. John Wiley & Sons, New Jersey, 2015. p. 1005-1019.

IMOLESI, A.S., PINHO, É.V.R.V., PINHO, R.G.V., VIEIRA, M.G.G.C. & CORRÊA, R.S.B. Efeito da adubação nitrogenada em características morfo-agronômicas e nos padrões eletroforéticos de proteínas e isoenzimas de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, 23(1): 17-25, 2001.

JEMO, M.; NWOKE, C.; PYPERS, P.; VANLAUWE, B. Response of maize (*Zea mays*) to the application of foliar fertilizers in the Sudan and Guinea savanna zone of Nigeria. **Journal of Plant Nutrition Soil Science**, v. 178, p. 374–383, 2015.

KASCHUK, G.; HUNGRIA, M.; LEFFELAAR, P. A.; GILLER, K. E.; KUYPER, T. W. Differences in photosynthetic behaviour and leaf senescence of soybean (*Glycine max* [L.] Merrill) dependent on N₂ fixation or nitrate supply. **Plant Biology**, v. 12, p. 60-69, 2010.

LABORSOLO. ANÁLISE QUÍMICA DE SOLO. ANÁLISE DE TECIDO FOLIAR – MACRONUTRIENTES: CONHECENDO O CÁLCIO. LABORSOLO, 2013. Disponível em: < <https://laborsolo.com.br/analise-quimica-de-solo/macronutrientes-conhecendo-o-calcio> >, acesso em: 13/05/2022.

LACERDA, J. J. D. J., RESENDE, Á. V. D., FURTINI, A. E., HICKMANN, C., CONCEIÇÃO, O. P. D. (2015). Adubação, produtividade e rentabilidade da rotação entre soja e milho em solo com fertilidade construída. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 50, 769-778.

LI, S.; TIAN, Y.; WU, K.; YE, Y.; YU, J.; ZHANG, J.; HARBERD, N. P. Modulating plant growth–metabolism coordination for sustainable agriculture. **Nature**, v. 560, p. 595-600, 2018.

MACHADO, F.R.; POSSENTI, J.C.; FANO, A.; VISMARA, E.S.; DEUNER, C. Desempenho de sementes de soja em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares. **Revista Vivências**, v. 16, n. 31, p. 107-122, 2020. DOI: <https://doi.org/10.31512/vivencias.v16i31.217>.

MALONE, G. et al. Expressão diferencial de isoenzimas durante o processo de germinação de sementes de arroz em grandes profundidades de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 61-67, 2007.

MARSCHNER, H. 2012. **Mineral nutrition of higher plants**. 3 nd ed. London: Academic Press, 651p.

MELARATO, M. et al. Manganês e potencial fisiológico de sementes de soja. **Ciência Rural**, v.32, n.6, p.1069-1071, 2002.

MONTEIRO, J.E.B.A. **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009. 530 p.

NARDINO M, BARETTA D, CARVALHO IR, OLIVOTO T, ET AL. (2016). REML/BLUP in analysis of pre-commercial simple maize hybrid. **Int. J. Curr. Res.** 8: 37008-37013.

OLIVEIRA, K. M. et al. Respostas da adubação foliar no crescimento inicial de soja. **In: Congresso brasileiro de ciência do solo**, n. 35, 2015, Natal/RN. Anais eletrônico. Natal/RN, 2015.

OLIVEIRA, R.L.; VON PINHO, R.G.; BALESTRE, M.; FERREIRA, D.V. Evaluation of maize hybrids and environmental stratification by the methods AMMI and GGE biplot. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 10: 247-253, 2010.

OPRICĂ, I.; SIRBU, C.; CIOROIANU, T.; SOARE, M.; GRIGORE, A.; MARIN, N. The influence of foliar fertilizer with organic substances on phosphorus content in maize plant. **Research Journal of Agricultural Science**, v. 43, p. 150-153, 2011.

PEDÓ, T.; MARTINAZZO, E. G.; AUMONDE, T. Z.; VILLELA, F. A. Desempenho de sementes, vigor e expressão isoenzimática em plântulas de teosinto (*Euchlaena mexicana* Schrader) sob efeito da restrição hídrica. **Revista brasileira de Biociências**, v. 13, n. 1, p. 5-9, 2015.

PEDÓ, T.; KOCH, F.; NETO, A. G.; OLSEN, D.; DE CASTRO, M. A. DA S.; MARTINAZZO, E. G.; AUMONDE, T. Z.; VILLELA, F. A. Expressão isoenzimática e do vigor de sementes de centeio sob efeito da restrição hídrica. **Pesq. agropec. pernamb.**, v. 21, n. 1, p. 17-23, 2016.

PELUZIO, J. M.; GEROMINNI, G. D.; SILVA, J. P. A.; AFFÉRRRI, F. S.; VENDRUSCOLO, J. B. G. Estratificação e dissimilaridade ambiental para avaliação de cultivares de soja no Estado do Tocantins. **Bioscience Journal**, v.28, n. 3, p. 332-337, 2012. MELO, L. C.; MELO, P. G. S.; FARIA, L. C.; DIAZ, J. L. C.; DEL PELOSO, M. J.; RAVA, C. A.; COSTA, J. G. C. Interação com ambientes e estabilidade de genótipos de feijoeiro comum na Região Centro-Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, DF, v. 42, p. 715-723, 2007.

PERATA, P., ARMSTRONG, W., VOESENEK, L.A.C.J. 2011. **Plants and flooding stress**. *New Phytologist* 190: 269–273.

PERLIN, AV.; ROSSETTI, C.; PETER, M.; MEDEIROS, LB.; ROLIM, JM.; ROSA, CP da .; BERSCH, I. da R. .; PEDÓ, T. .; AUMONDE, TZ.; TUNES, LVM. Physiological potential of soybean seeds produced in southern Brazil. **RESEARCH, SOCIETY AND DEVELOPMENT**, v. 10, p. e80101421587, 2021.

PERLIN, AV.; ROSSETTI, C.; PETER, M.; MEDEIROS, LB.; ROLIM, JM.; ROSA, CP.; BERSCH, I. da R.; PEDÓ, T.; AUMONDE, TZ.; TUNES, LVM. Physiological potential of soybean seeds produced in southern Brazil. **RESEARCH, SOCIETY AND DEVELOPMENT**, v. 10, p. e80101421587, 2021.

PESKE, S.T.; VILLELA, F.A; MENEGHELLO, G.E. (Eds.). 3rd ed. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. Pelotas, UFPel, 2012. 573p.

PETER, M.; PIMENTEL, J.R.; TROYJACK, C.; ESCALERA, R.V.; AUMONDE, T.Z.; PEDÓ, T. **Rendimento da soja no noroeste do rio grande do sul em resposta ao manejo da suplementação mineral foliar**. MAIS SOJA 2019. Disponível em: <https://maissoja.com.br/rendimento-da-soja-no-noroeste-do-rio-grande-do-sul-em-resposta-ao-manejo-da-suplementacao-mineral-foliar/> 2/8

PETTER, F. A.; PACHECO, L. P.; ALCÂNTARA NETO, F. de; SANTOS, G. G. Respostas de cultivares de soja à adubação nitrogenada tardia em solos de cerrado. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 1, p. 67-72, 2012.

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

REZENDE, P.M.; GRIS, C.F.; CARVALHO, J.G.; GOMES, L.L.; BOTTINO, L. Adubação foliar. I. épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 6, p. 1105-1111, 2005.

RIGO, G. A. ; SCHUCH, L. O. B. ; BARROS, W. S. ; VARGAS, R. L. ; SZARESCKI, V. J. ; CARVALHO, I. R. ; PIMENTEL, J. R. ; TROYJACK, C. ; JAQUES, L. B. A. ; Rosa, T.C. ; SOUZA, V. Q. ; AUMONDE, T. Z. ; PEDÓ, Tiago . Effects of Macronutrients in the Physiological Quality of Soybean Seeds. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, p. 312-318, 2018.

RIGO, G. A. ; SCHUCH, L. O. B. ; BARROS, W. S. ; VARGAS, R. L. ; SZARESCKI, V. J. ; CARVALHO, I. R. ; PIMENTEL, J. R. ; TROYJACK, C. ; JAQUES, L. B. A. ; Rosa, T.C. ; SOUZA, V. Q. ; AUMONDE, T. Z. ; PEDÓ, T. Effects of Macronutrients in the Physiological Quality of Soybean Seeds. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, p. 312-318, 2018.

RIGO, G. A. ; SCHUCH, L. O. B. ; BARROS, W. S. ; VARGAS, R. L. ; SZARESKI, V. J. ; CARVALHO, I. R. ; PIMENTEL, J. R. ; TROYJACK, C. ; JAQUES, L. B. A. ; Rosa, T.C. ; SOUZA, V. Q. ; AUMONDE, T. Z. ; PEDÓ, Tiago . Effects of Macronutrients in the Physiological Quality of Soybean Seeds. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, p. 312-318, 2018b.

RIGO, G. A. ; SCHUCH, L. O. B. ; VARGAS, R. L. ; BARROS, W. S. ; SZARESKI, V. J. ; CARVALHO, I. R. ; TROYJACK, C. ; PIMENTEL, J. R. ; ESCALERA, R. A. V ; Rosa, T.C. ; SOUZA, V. Q. ; AUMONDE, T. Z. ; PEDÓ, TIAGO . Micronutrient Content and Physiological Quality of Soybean Seeds. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, p. 223-230, 2018a.

ROSTAGNO, H. S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**, Viçosa: 3ed UFV, p.252. 2011.

SAITO, Y.; ITAKURA, K.; KURAMOTO, M.; KAHO, T.; OHTAKE, N.; HASEGAWA, H.; SUZUKI, T.; KONDO, N. **Prediction of protein and oil contents in soybeans using fluorescence excitation emission matrix**. Food Chemistry, v. 365, p. 1-7, 2021.

SANTOS, C.M.R.; MENEZES, N.L.; VILLELA, F.A. Modificações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.1, p.104-114, 2005.

SCANDÁLIOS, J. G. **Genetic control of multiple molecular forms of enzymes in plants: a review**. **Biochemical Genetics**, New York, v. 3, n. 1, p. 37-79, 1969.

SEDIYAMA, T. **Produtividade da soja**. Londrina: Mecenaz, 2016. 310p.

SILVA, K. B.; BRUZI, A. T.; ZUFFO, A. M.; ZAMBIAZZI, E. V.; SOARES, I. O.; REZENDE, P. M. de; FRONZA, V.; VILELA, G. D. L.; BOTELHO, F. B. S.; TEIXEIRA, C. M.; COELHO, M. A. de O. Adaptability and phenotypic stability of soybean cultivars for grain yield and oil content. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 2, p. 1-11, 2015.

SILVA, L. C. **Análise do Crescimento de Comunidades Vegetais**. Campina Grande, PB Maio, 2000. INSS: 0100-6460.

SOARES NETO, J.C.; NETO, S.; SANTOS, W.M.; BARROS, D.T.; SOUZA, A.A.; ALBUQUERQUE NETO, J.C. Performance of irrigated green corn cultivars in different plant populations at sowing. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n.4, p.267-272, 2017.

SOUZA, G.S.; GOMES, E.G.; GAZZOLA, R. Agropecuária brasileira Produtividade e taxas de crescimento. **Revista política agrícola**. Ano XXXI, Nº 1 – Jan./Fev./Mar. 2022.

SOUZA, H N. **Análise AMMI e SREG da Interação Genótipos X Ambientes em Milho**. Universidade Federal de Viçosa, dissertação de mestrado, 2004, 120p.

SOUZA, LCD; SÁ, M.E.; CARVALHO, M.A.C.; SIMIDU, H.M. Produtividade de quatro cultivares de soja em função da aplicação de fertilizante mineral foliar a base de cálcio e boro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.8, n.2, p. 37-44, 2008.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H.; DICKEY, D.A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 3.ed. New York: McGraw Hill Book, 1997, 666p.

SUZANA, C. S.; BRUNETTO, A.; MARANGON, D.; TONELLO, A. A.; KULCZYNSKI, S. M. Influência da Adubação foliar sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 2385-2392, 2012.

SUZANA, C.S.; BRUNETTO, A.; MARANGON, D.; TONELLO, A.A.; KULCZYNSKI, S. M. Influência da Adubação foliar sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v. 8, n. 15, p. 2385-2392, 2012.

TORRES, H. R. M., RIBEIRO, P. R. C. C., & RIBEIRO, J. J. (2014). Produtividade do feijão *Phaseolus vulgaris* L. com aplicações crescentes de molibdênio associadas ao cobalto via foliar. **Enciclopédia biosfera**, 10(18).

TROYJACK, C. ; PIMENTEL, J. R. ; CARVALHO, I. R. ; SZARESCKI, V. J. ; Troyjack Junior, G. ; DUBAL, I. T. P. ; Demari, G.H. ; JAQUES, L. B. A. ; Koch, F. ; DELLAGOSTIN, S. M. ; Lautenchleger, F. ; VILLELA, F.A. ; AUMONDE, T. Z. ; PEDÓ, T. . Multivariate characterization and canonical interrelations for the productive performance of open pollinated corn genotypes. **GENETICS AND MOLECULAR RESEARCH**, v. 18, p. 1-12, 2019a.

TROYJACK, C. ; PIMENTEL, J. R. ; CARVALHO, I. R. ; SZARESCKI, V. J. ; Troyjack Junior, G. ; DUBAL, I. T. P. ; Demari, G.H. ; Lautenchleger, F. ; DELLAGOSTIN, S. M. ; VILLELA, F.A. ; AUMONDE, T. Z. ; PEDÓ, T. . Productive performance and multivariate interrelations of open-pollinated and hybrid maize in Brazil. **GENETICS AND MOLECULAR RESEARCH**, v. 18, p. 1-9, 2019b.

- TUNES, L. M.; BADINELLI, P. G.; BARROS, A. C. S. A.; MENEGHELLO, G. E.; AMARANTE, L. Influência dos diferentes períodos de colheita na expressão de isoenzimas em sementes de cevada. **Rev. Ceres**, v. 58, n.2, p. 178-184, 2011.
- VARGAS, R. L. ; SCHUCH, L. O. B. ; BARROS, W. S. ; RIGO, G. A. ; SZARESCKI, V. J. ; CARVALHO, I. R. ; PIMENTEL, J. R. ; TROYJACK, C. ; SOUZA, V. Q. ; Rosa, T.C. ; AUMONDE, T. Z. ; PEDÓ, T. Macronutrients and Micronutrients Variability in Soybean Seeds. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, p. 209-222, 2018.
- VARGAS, R. L. ; SCHUCH, L. O. B. ; BARROS, W. S. ; RIGO, G. A. ; SZARESCKI, V. J. ; CARVALHO, I. R. ; PIMENTEL, J. R. ; TROYJACK, C. ; SOUZA, V. Q. ; Rosa, T.C. ; AUMONDE, T. Z. ; PEDÓ, T. . Macronutrients and Micronutrients Variability in Soybean Seeds. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, p. 209-222, 2018.
- VARGAS, R. L. ; SCHUCH, L. O. B. ; BARROS, W. S. ; RIGO, G. A. ; SZARESCKI, V. J. ; CARVALHO, I. R. ; PIMENTEL, J. R. ; TROYJACK, C. ; SOUZA, V. Q. ; Rosa, T.C. ; AUMONDE, T. Z. ; PEDÓ, T. Macronutrients and Micronutrients Variability in Soybean Seeds. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, p. 209-222, 2018.
- VIAN, A. L.; SANTI, A. L.; AMADO, T. J. C.; CHERUBINI, M. R.; SIMON, D. H.; DAMIAN, J. M.; BREDEMEIER, C. Variabilidade espacial da produtividade de milho irrigado e sua correlação com variáveis explicativas de planta. **Ciência Rural**, v.46, n.3, p.464-471, 2016.
- YAN, W. GGE. Biplot vs. AMMI Graphs for Genotype-by-Environment Data Analysis. **Journal of the India Society of Agricultural Statistics**, v. 65, n. 2, p. 181-193, 2011.
- YOKOMIZO, G. K. I.; DUARTE, J. B.; VELLO, N. A.; UNFRIED, J. R. Análise AMMI da produtividade de grãos em linhagens de soja selecionadas para resistência à ferrugem asiática. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n.10, p. 1372-1380, 2013.
- ZUFFO, A. M.; STEINER, F.; BUSCH, A.; ZOZ, T. Response of early soybean cultivars to nitrogen fertilization associated with *Bradyrhizobium japonicum* inoculation. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n. 4, p. 436-446, 2018.
- ZUFFO, A.M.; RATKE, R.F.; AGUILERA, J.G.; SANTOS FILHO, FN.N.; YOKOTA, L.A.; MORAIS, D.B. Adubação nitrogenada associada à inoculação de

bradyrhizobium japonicum pode aumentar a produtividade e o teor de proteínas de grãos de soja?. **Revista em Agronegocio e meio ambiente.** v. 13, n.4, p. 1391-1407, 2020.