



CENTRO DE ENSINO SUPERIOR RIOGRANDENSE - CESURG
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA



LUCAS RECH

**EFEITOS DA APLICAÇÃO DE ONDAS
ELETROMAGNÉTICAS EXTREMAMENTE BAIXAS
NA CULTURA DA SOJA**

SARANDI, RS

2022

LUCAS RECH

**EFEITOS DA APLICAÇÃO DE ONDAS
ELETROMAGNÉTICAS EXTREMAMENTE BAIXAS
NA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia Agrônoma do Centro de
Ensino Superior Riograndense – CESURG com
finalidade de obter o título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof^ª. Ma. Thais Pollon Zanatta

SARANDI, RS
2022

LUCAS RECH

EFEITOS DA APLICAÇÃO DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS EXTREMAMENTE
BAIXAS NA CULTURA DA SOJA

Este trabalho foi julgado:

(x) Aprovado

() Reprovado

Sabrina Tolotti Peruzzo

.....
Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Agrônômica

Banca Avaliadora:

Presidente: *Thais Pollon Zanatta*
.....
Prof. Thais Pollon Zanatta – Mestra – Orientadora

Membro: *Daniela Priori Pereira*
.....
Prof. Daniela Priori Pereira – Doutora

Membro: *Luis Paulo B. Schorr*
.....
Prof. Luis Paulo Baldissera Schorr - Mestre

Sarandi (RS), dezembro de 2022.



RECH, LUCAS. EFEITOS DA APLICAÇÃO DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS EXTREMAMENTE BAIXAS NA CULTURA DA SOJA. 2022. Dezembro 28 f. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Agrônoma, do Centro de Ensino Superior Riograndense – CESURG, Sarandi/RS.

RESUMO

Nas últimas décadas, o Brasil tem experimentado um intenso desenvolvimento no setor agropecuário, em especial com a cultura da soja. Isto tem se dado, devido à crescente demanda mundial por alimentos, e também pela capacidade de expansão do setor no país. A soma destes fatores, aliadas com incrementos de produtividade, tem por resultado, a crescente demanda por fertilizantes, porém muitas vezes, por características do solo nem todo o fertilizante aplicado é aproveitado pelas plantas. Por conta disto, o presente trabalho tem por objetivo, avaliar as alterações provocadas nos componentes de rendimento da cultura da soja submetida a aplicação de ondas eletromagnéticas extremamente baixas. O experimento foi realizado em lavoura comercial localizada no município de Sarandi/RS. A cultivar utilizada foi a BMX ZEUS IPRO, com uma população média de 250.000 pls ha⁻¹. O trabalho foi composto por dois tratamentos (TRAT01: Testemunha; TRAT02: OEEB), dispostos em sistema de faixas, tendo 25 repetições cada. O distanciamento entre as áreas respeitou uma distância mínima de 150 m para evitar interferência entre tratamentos. Foram avaliadas as seguintes variáveis: análise foliar; altura de plantas; número de axilas produtivas na haste principal; número de legumes por planta; número total de grãos por planta e produtividade. Os dados encontrados foram submetidos a análise de variância a 5% de probabilidade. O tratamento 2 (uso de frequências) se sobressaiu sobre a testemunha, tendo sido superior estatisticamente nas variáveis altura de planta, número de axilas na haste principal e produtividade, onde alcançou uma média de 3576 kg. ha⁻¹, o que representa um ganho de 15,5% em relação a testemunha. Portanto, a adoção desta nova tecnologia se mostrou eficiente, aumentando os níveis de absorção das plantas e refletindo num incremento significativo na produtividade, porém é necessário a realização de novos estudos para a validação e melhor compreensão da tecnologia.

Palavras-chave: Disponibilidade; Nutrientes; Sequências; Espectro; *Glycine max*

RECH, LUCAS. **EFFECTS OF THE APPLICATION OF EXTREMELY LOW ELECTROMAGNETIC WAVES IN SOYBEAN CULTURE.** 2022. December 28 f. Monography (University graduate) - Agronomic Engineering Course, from the Centro de Ensino Superior Riograndense – CESURG, Sarandi/RS.

ABSTRACT

In recent decades, Brazil has experienced intense development in the agricultural sector, especially with the soybean crop. This has happened due to the growing world demand for food, and also due to the expansion capacity of the sector in the country. The sum of these factors, combined with increases in productivity, results in a growing demand for fertilizers, but often, due to soil characteristics, not all the fertilizer applied is used by the plants. Because of this, the present work aims to evaluate the changes caused in the yield components of the soybean crop, observing the application of extremely low electromagnetic waves. The experiment was carried out in a commercial crop located in the municipality of Sarandi/RS. A cultivar used was a BMX ZEUS IPRO, with an average population of 250,000 pls ha⁻¹. The work consisted of two treatments (TRAT01: Control; TRAT02: OEEB), receiver in a band system, with 25 repetitions each. The spacing between areas respects a minimum distance of 150 m to avoid interference between treatments. The following variables were evaluated: Leaf analysis; Height of plants; Number of productive armpits in the main rush; number of legumes per plant; total number of grains per plant and productivity of the data found were confirmed in the analysis of variance at 5% probability. Treatment 2 (use of frequencies) stood out over the control, having been statistically superior in the variables plant height, number of axils in the main rush and productivity, where it reached an average of 3576 kg. ha⁻¹, which represents a gain of 15,5% in relation to the control. Therefore, the adoption of this new technology proved to be efficient, increasing the absorption levels of the plants and reflecting a significant increase in productivity.

Key-words: Availability; nutrients; sequences; Spectrum; *Glycine max*

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	7
2.REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 A cultura da soja.....	9
2.2. Ferramentas para maior disponibilização de nutrientes no solo.....	10
2.2.1. Calagem.....	11
2.2.2. Inoculação de agentes biológicos.....	12
2.3. Tecnologia de sequenciamento de ondas via satélite.....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4. RESULTADO E DISCUSSÕES.....	16
5.CONCLUSÕES.....	23
6. REFERÊNCIAS.....	24

1. INTRODUÇÃO

A produção de soja vem ganhando cada vez mais destaque no cenário agrícola mundial, sendo o quarto grão mais consumido e produzido mundialmente, ficando atrás somente do milho, trigo e arroz, respectivamente (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014).

Conforme dados da Conab (2022), a área cultivada com soja teve um crescimento de 4,9% na safra 2020/2021, atingindo assim 41,4 milhões de hectares. A produção registrada foi de 136 milhões de toneladas, representando um decréscimo de 9,9%. O estado do Rio Grande do Sul, atualmente é o terceiro maior produtor da oleaginosa no país, sendo responsável pela produção de 20,164 milhões de toneladas na última safra.

Nas últimas décadas, o Brasil tem experimentado de um intenso desenvolvimento no setor agropecuário, isto tem se dado, devido à crescente demanda mundial por alimentos, e pela capacidade de expansão do setor no país. A soma destes fatores, aliadas com incrementos de produtividade, tem por resultado, a crescente demanda por fertilizantes, tornando o Brasil responsável por cerca de 8% do consumo mundial de fertilizantes. Do consumo total, cerca de 85% dos fertilizantes são oriundos de importação, o que auxilia para um significativo aumento no custo destes materiais no país (SAE, 2021).

Grande parte destes fertilizantes aplicados ao solo, acabam não sendo aproveitados, como exemplo, o fósforo que é um nutriente que tem um menor aproveitamento pelas plantas. Um estudo realizado pela Embrapa Solos (2018) mostrou que cerca de 50% do fósforo aplicado nos últimos 50 anos nos solos brasileiros ainda continua fixado ao solo, o que daria um montante aproximado de 22,8 milhões toneladas.

A limitação da disponibilidade dos nutrientes presentes no solo, pode ser influenciada por inúmeros fatores, sendo os níveis de matéria orgânica, pH, CTC, que em sua maioria, tem a disponibilidade alterada de acordo com seu arranjo químico espacial, o que dita a forma como vai realizar ligações químicas com os demais constituintes do solo (DA SILVA, 2021).

Neste sentido, o uso de ondas de frequências extremamente baixas específicas, tem se mostrado capaz de promover uma alteração do espaço atômico destes elementos, promovendo uma transformação na sua maneira de ligação com os constituintes do solo, aumentando assim a disponibilidade dos nutrientes no solo, o que facilita absorção pelas plantas (EFFATHA, 2022). Em estudo realizado na Estação Experimental da Promip, em

2021, a utilização de frequências extremamente baixas na cultura da soja, apresentou um incremento de 25% na produtividade, quando comparado ao padrão utilizado no restante da área.

Deste modo a realização do presente trabalho tem por objetivo avaliar as alterações provocadas nos componentes de rendimento da cultura da soja submetida a aplicação de ondas eletromagnéticas extremamente baixas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A cultura da soja

A soja é considerada uma planta herbácea, pertencente a classe Rosideae, ordem Fabales, família Fabaceae, gênero *Glycine* L., espécie *Glycine max*. Seu desenvolvimento divide-se em dois períodos: vegetativo, que corresponde desde a semeadura até o florescimento, e reprodutivo, caracterizado pelo início do florescimento até o momento da colheita (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005).

Seus primeiros relatos de cultivo e uso na alimentação datam por volta de 2.838 a.C, tendo como origem o centro leste asiático. Nesta época era considerada como um grão sagrado, onde seu consumo e produção ficou restrito por séculos. Somente em 1.712 que seus usos e atribuições, na culinária japonesa, começaram a serem difundidos pela Europa. Em 1.739 ocorreu o primeiro cultivo, no jardim botânico de Paris (BONATO; BONATO, 1987).

Nas américas, a introdução ocorreu no início do século XIX, pelo estado da Pensilvânia, Estados Unidos. Sua expansão neste continente, ocorreu de forma lenta, sendo adotada como cultivo somente no final deste mesmo século. Já no Brasil a introdução da cultura se deu por Gustavo D'utra, no estado da Bahia no ano de 1.882. No decorrer dos séculos entre seus primeiros relatos e os dias de hoje, a cultura tem sofrido inúmeras transformações, tornando a planta atual bastante diferente de sua primogênita (BONATO; BONATO, 1987).

Apesar de sua expansão inicial ter se dado lentamente, sua produção experimentou um grande impulso nas décadas de 1.970, principalmente no estado do Rio Grande do Sul, devido principalmente, ao aumento nos preços praticados mundialmente, o que levou aos agricultores a se aventurarem mais na cultura. Desde então, a cultura tem se expandido por praticamente todo o território nacional, isso graças aos avanços nas pesquisas, que através do melhoramento genético desenvolveram cultivares adaptáveis a regiões tropicais, permitindo assim o cultivo em regiões de baixa latitude (EMBRAPA SOJA, 2018).

Devido a esta adaptabilidade ao clima tropical, o Brasil na safra 20/21 se consolidou como o maior produtor da oleaginosa do mundo, sendo responsável por cerca de 36% da produção global. Nesta mesma safra o Brasil cultivou uma área de 41,4 milhões de hectares, com produção, chegando na casa das 125 milhões de toneladas, o Rio Grande do Sul ocupa a

terceira colocação na produção da oleaginosa no país, tendo uma área cultivada de 6,055 milhões de hectares, com uma produção de 20,164 milhões de toneladas (CONAB,2022).

Conforme análise realizada pela CONAB em 2017 há evidências que o aumento maciço da produção de soja no Brasil, é quase inteiramente devido à inclusão de novas regiões no processo. Evidenciando o fato de que a produtividade média da soja atingiu um patamar de estabilidade nos últimos anos, onde o rendimento médio é otimizado pelo nível de tecnologia disponível, comercialmente difundida (CONAB, 2017).

Dentre os fatores que interferem nesta estagnação da produtividade da soja, pode-se citar, as condições ambientais adversas, práticas de manejo do solo e no decorrer da cultura, e principalmente, a indisponibilidade de nutrientes para o desenvolvimento adequado da mesma (BERGER-NETO et al., 2017).

A indisponibilidade de nutrientes presentes no solo, pode ser influenciada por inúmeros fatores, como pH, CTC e níveis de matéria orgânica, outro fator de grande relevância é que grande parte dos solos brasileiros, são naturalmente de baixa fertilidade, devido estes terem sofrido um alto grau de intemperismo, causando a lixiviação dos nutrientes ditos como essenciais para as plantas, gerando ao longo do tempo, níveis elevados de elementos tóxicos para as plantas, como o Al_{3+} (FAVARATO, 2019).

Considerando o exposto, cabe a busca por ferramentas que auxiliem na maior disponibilização e aproveitamento dos nutrientes do solo, tornando assim a agricultura mais sustentável, tanto economicamente como ambientalmente, garantindo um uso consciente do solo, visando a utilização do mesmo nas próximas gerações.

2.2. Ferramentas para maior disponibilização de nutrientes no solo

2.2.1. Calagem

A calagem, há muitos anos, é um manejo que vem sendo adotado na grande maioria das propriedades rurais do Brasil, podendo ser considerada um divisor de águas para a agricultura brasileira, pois após a adoção da mesma possibilitou o cultivo em áreas que não eram mais produtivas, devido ao seu alto teor de acidez. O uso da calagem pode ser visto como uma prática

promissora na melhoria da fertilidade do solo, gerando pouco impacto ambiental, uma vez que a aplicação de diferentes materiais de calagem consegue diminuir os efeitos ácidos do solo, além de fornecer elementos essenciais como cálcio (Ca) e magnésio (Mg) (BARATTO et al., 2020).

O calcário tem a capacidade de atuar nas primeiras camadas do solo, neutralizando a acidez, fornecendo um ambiente propício ao desenvolvimento das plantas, já que estas são beneficiadas com um maior aproveitamento dos nutrientes, pois melhora as interações destes com o solo, trazendo assim uma maior rentabilidade para o setor agropecuário (BAKAIYANG et al., 2021).

O uso do calcário (CaCO_3) contribui para o aumento do pH do solo, este sendo considerado ideal para grande parte das culturas, quando se encontra nas faixas entre 5,5 e 7. A adição de calcário no solo também contribui para aumentar a capacidade de troca de cátions (CTC), sendo esta, determinada pela retenção de colóides, somatórios de partículas de argila e matéria orgânica, em condição de troca com a solução do solo como o cálcio, magnésio e potássio (LIANG; ELSGAARD, 2021).

2.2.2. Inoculação de agentes biológicos

Podemos considerar, que o solo é um sistema biológico dinâmico, considerado como o principal reservatório de diversidade biológica, principalmente quando se encontra em sua forma natural, como por exemplo, em meio a mata nativa, neste ambiente a variedade de organismos mantém o solo equilibrado e ativo (CARDOSO; DINI, 1992).

Os microrganismos presentes no solo são responsáveis por tornar os compostos inorgânicos relevantes às plantas, sendo estes fundamentais no processo de síntese de proteínas realizado pelas plantas, incrementando a fertilidade do solo (CHAN; PELCZAR; KRIEG, 1997). A porção microbiana do solo representa uma grande parcela da disponibilização de nutrientes no solo, pesquisas apontam que, estes microrganismos podem compartilhar ao solo 70 kg de carbono (C), 100 kg de nitrogênio (N), 80 kg de fósforo (P) e 70 kg de potássio (K) por ha^{-1} (BALOTA, 2017).

Um dos principais nutrientes, requeridos pela cultura da soja é o nitrogênio, sendo que para se produzir 1.000 kg de grãos de soja são necessários aproximadamente 80 kg de N, grande

parte sendo disponibilizada pela Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) (HUNGRIA; RUBENS; NOGUEIRA, 2012).

A FBN é um processo natural que pode ocorrer por meio de relações, simbióticas ou não, dependendo do grupo de microrganismos e a cultura presente na área (MENDES; HUNGRIA, 2001). Na cultura da soja ocorrem associações das plantas com bactérias diazotróficas, estas possuem a capacidade de absorver e fixar o nitrogênio molecular presente na atmosfera (HUNGRIA et al, 2013). Estima-se que o Brasil economize anualmente um valor superior a 7 bilhões de dólares com o processo de FBN só na cultura da soja (BALOTA, 2017).

Um dos nutrientes presentes em maior quantidade no solo é o P, porém ainda é um fator limitante de produtividade, devido a sua alta taxa de adsorção, tornando assim menos disponível para as plantas. O P total presente no solo pode estar na forma orgânica ou inorgânica, sendo que na forma orgânica, pode representar cerca de 50% da composição total de P no solo (BAYER et al., 2001). A principal ocorrência de P no solo se dá na forma orgânica, através da presença do fosfato inositol, este altamente indisponível para as plantas, podendo ser disponibilizado através da mineralização de enzimas fosfatases, liberadas pelas raízes das plantas e principalmente por microrganismos (GYANESHWAR et al., 2002).

Diversos estudos têm demonstrado que o uso de inoculantes contendo bactérias solubilizadoras de fosfato aumentam significativamente o P disponível e a absorção deste nutriente pelas plantas, as bactérias inoculadas, na grande maioria são as do gênero *Bacillusi* spp. Em um estudo realizado pela Paiva et al. (2020) em 181 unidades de pesquisa, mostrou um incremento médio de 4,3 sacas por hectare nas áreas tratadas com estes microrganismos.

2.3. Tecnologia de sequenciamento de ondas via satélite

A tecnologia de utilização do sequenciamento de ondas para a disponibilidade de nutrientes foi desenvolvida no Brasil, levando em conta os princípios básicos de Nikola Tesla, o qual pregava: “Se você quiser descobrir os segredos do universo, pense em termos de energia, frequência e vibração”. Em resumo, a tecnologia consiste na aplicação de uma sequência de ondas de frequências extremamente baixas, que já estão presentes na natureza, estas são inofensivas aos seres humanos e ao meio ambiente. A aplicação tem por intuito modificar o

espaço inter atômico de um elemento ou substância, expandindo ou atenuando as propriedades físico-químicas dos elementos constituintes do solo (EFFATHA, 2022).

A área de aplicação desta tecnologia é muito ampla, pois com ela é possível, potencializar as características de qualquer elemento químico da tabela periódica, porém um dos setores que tem mostrado os melhores resultados é o setor agrícola. Com essa tecnologia pode-se melhorar o desenvolvimento das plantas, controlar pragas, doenças, bactérias, fungos, tudo de maneira totalmente sustentável, sem utilização de nenhum produto químico, sem efeitos colaterais e sem gerar resistência (DANTAS, 2022).

As frequências utilizadas são as chamadas não ionizantes, que variam de 0 a 100 Hz, estas já estão presentes no campo eletromagnético do planeta, e são as mesmas utilizadas para a comunicação e localização entre grupos de diversas espécies de animais. A aplicação desta tecnologia, se dá por meio de satélites geoestacionários, que orbitam a cerca de 36 Km da terra, estes satélites são responsáveis pela transmissão destas ondas para o local indicado por meio de georreferenciamento (EFFATHA, 2022).

Um dos ramos que tem se encontrado melhores resultados, é na sua utilização para aumentar a biodisponibilidade dos nutrientes presentes no solo, este aumento, se dá devido a uma sequência de ondas de frequências específicas aplicadas ao solo, que fazem com que o espaço interatômico do elemento, como por exemplo o K, se expanda, resultando em um menor gasto energético da planta para quebra destas partículas, possibilitando assim a utilização desta energia em outros processos metabólicos (DANTAS, 2022).

Em estudo realizado na cultura da soja, no ano de 2021 na Estação Experimental da Promip, localizada no município de Conchal/SP a utilização de frequências como tratamento nutricional, obteve um incremento produtivo estatisticamente relevante, sendo 25% superior em média. Em relação ao número de legumes por planta, também ocorreu um aumento em seus índices, porém não sendo estatisticamente relevantes (FURLAN, 2021).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em lavoura comercial, na safra 2021/2022. A área está localizada no município de Sarandi, Rio Grande do Sul, à 28°1'19.28"S e 52°52'43.39" O. Com solo predominante classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (SIBCS, 2016). O clima predominante é classificado por Köppen como CFA caracterizado por ser um clima subtropical, com verão quente. As temperaturas são superiores a 22°C no verão e com mais de 30 mm de chuva no mês mais seco.

A cultivar de soja utilizada para o ensaio foi a BMX ZEUS IPRO, de ciclo precoce, grupo de maturação 5.5 e ciclo de crescimento indeterminado (BRASMAX, 2022), a escolha do cultivar se deu pela sua alta adaptabilidade a região e seu elevado teto produtivo. O espaçamento utilizado entre linhas foi de 0,50 m com 12,5 plantas por metro linear e população média de 250.000 plantas ha⁻¹. Devido a problemas na germinação e emergência das plântulas o stand final ficou um pouco abaixo do esperado, ficando com uma média de 6,5 plantas por metro linear, o que totaliza uma população final de 130.000 plantas ha⁻¹.

As sementes foram previamente tratadas com tratamento industrial (TSI), composto por fungicida de ação protetora (Piraclostrobina 25 g L⁻¹), sistêmico (Tiofanato metílico 225 g L⁻¹) e inseticida de contato e ingestão (Fipronil 250 g L⁻¹), além de terem sido inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* longa vida (7 x 10⁹ UFC/ml) no momento do TSI.

Foi realizada amostragem, interpretação e recomendação da análise de solo conforme o Manual de Adubação e Calagem RS e SC (SIBCS, 2016). Durante o desenvolvimento da cultura foram realizados os manejos necessários conforme recomendação técnica para a cultura e as necessidades de manejo que surgiram durante o ciclo da cultura.

O delineamento experimental utilizado foi disposto no sistema de faixas, com 25 repetições cada tratamento. O experimento era composto por dois tratamentos, sendo: TRAT01: sem a aplicação da tecnologia (Padrão do Produtor); TRAT02: Padrão do produtor + a aplicação da tecnologia de ondas eletromagnéticas extremamente baixas (OEEB). Foi respeitando uma distância mínima de 150 m entre um tratamento e outro, a fim de evitar influência da OEEB no padrão do produtor, distanciamento esse recomendado pela empresa detentora da tecnologia. Na figura 1 observa-se a representação da disposição dos tratamentos.

Figura 1- Disposição das parcelas do experimento. Talhão em azul: Padrão do Produtor (sem aplicação); Talhão em laranja: tratada com aplicação de ondas eletromagnéticas extremamente baixas (OEEB).



Fonte: O autor.

Foram realizadas as seguintes avaliações:

- Análise foliar: foi realizada por meio de coleta quando pelo menos 50% do dossel de plantas estavam no estágio fenológico de R2. A folha a ser coletada foi a terceira ou quarta trifoliada a partir do ápice da haste, sem pecíolo, de 30 plantas ao acaso em cada tratamento (KURIHARA et al., 2013).

- Altura de plantas (cm): Foram coletadas 25 plantas em cada tratamento no estágio fenológico R8 e com o auxílio de uma trena foi feita a medição da base até ápice da planta na haste principal.

- Número de axilas produtivas na haste principal: Nas 25 plantas coletadas em cada tratamento no estágio fenológico de R8, foi realizada a contagem do número de axilas na haste principal que possuíam a presença de legumes, caracterizando-os assim como axilas produtivas.

- Número de legumes por planta: No estágio fenológico de R8 foram coletadas 25 plantas em cada tratamento e foi realizada a contagem do número de legumes por planta, estes foram estratificados, de acordo com o seu número de grãos, em legumes com 1 grão, legumes com 2 grãos, legumes com 3 grãos e legumes com 4 grãos.

- Número total de grãos por planta: Foram coletadas 25 plantas em cada tratamento no estágio fenológico de R8 e realizada a contagem do número total de grãos por planta.

- Produtividade: Para determinação da produtividade, foi realizada a coleta de forma manual em 5 pontos de cada tratamento, sendo que cada ponto teve uma área de 2,5 m². A colheita foi realizada no momento em que as plantas estavam no estágio fenológico de R8. Após foi realizada a debulha de forma manual, correção da umidade para 13% nos grãos e posteriormente cálculo da produtividade em Kg ha⁻¹.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F (0,05%). O processamento dos dados foi realizado no software R (R DEVELOPMENT CORETEAM, 2020).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (ANOVA) indicou efeito não significativo dos tratamentos para as variáveis número de legumes com 1 grão (NL1G) ($Pr > F_c = 0.73747$), número de legumes com 2 grãos (NL2G) ($Pr > F_c = 0.98346$), número de legumes com 3 grãos (NL3G) ($Pr > F_c = 0.091186$), número de legumes com 4 grãos (NL3G) ($Pr > F_c = 0.91990$) e número total de grãos (NG) ($Pr > F_c = 0.16731$).

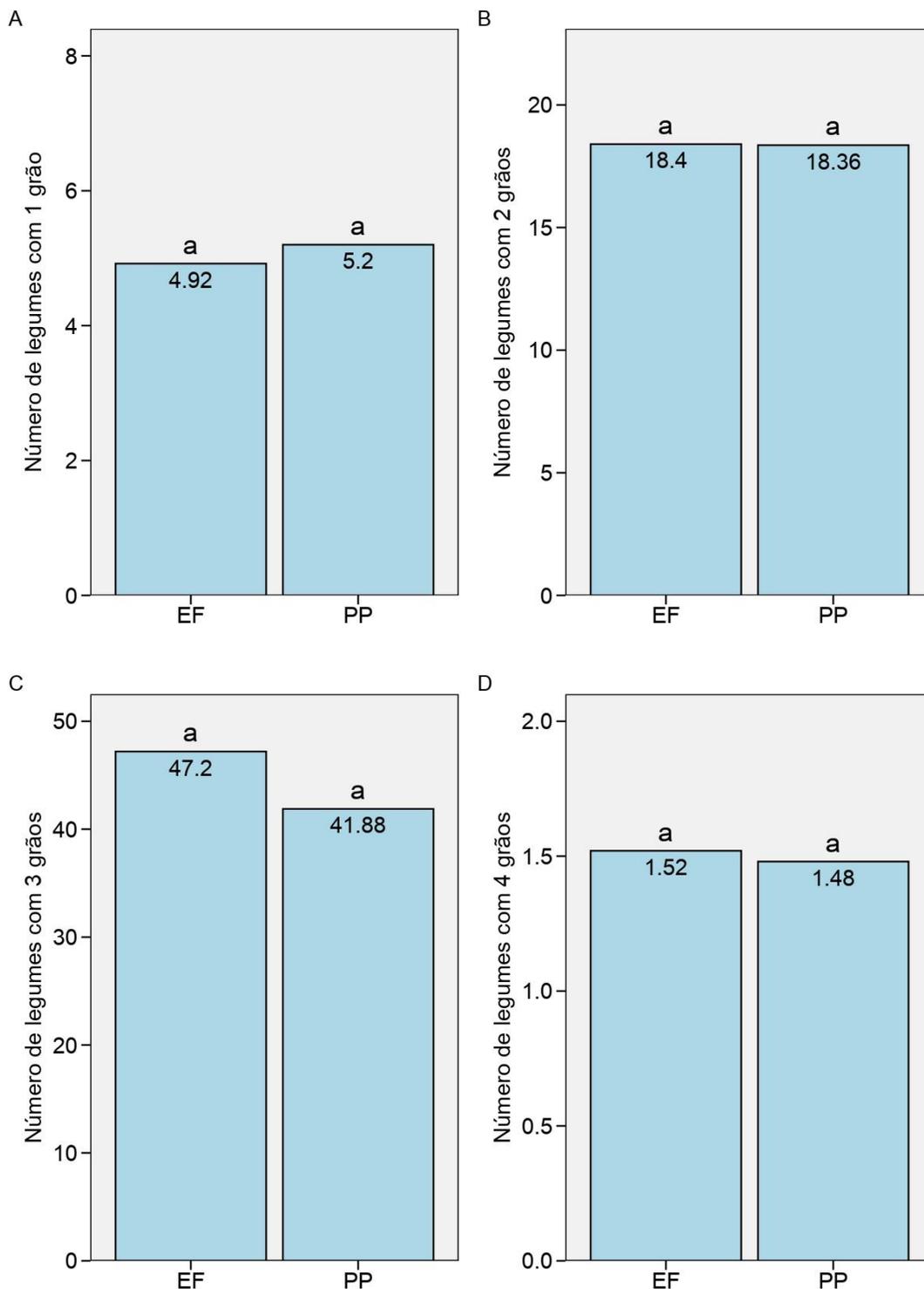
Na figura 2 observa-se os resultados da estratificação de número de grãos por legume por planta. Na figura 2A percebe-se para a variável número de legumes com 1 grão, que o tratamento padrão produtor, possui 0,28 legumes a mais por planta, o que representa 5,69 % de incremento quando comparado ao tratamento Effatha. Na figura 2B, com relação ao número de legumes com 2 grãos observa-se valores muito próximos para ambos os tratamentos. Para a variável número de legumes com 3 grãos (Figura 2C), nota-se que o tratamento Effatha teve um incremento médio de 5,32 legumes por planta, equivalendo a 12,7% a mais quando comparado ao tratamento Padrão do Produtor. Conforme observado na Figura 2D o número de legumes com 4 grãos foi muito similar entre os tratamentos, possuindo uma pequena elevação de 0,04 legumes por planta no tratamento Effatha, representando um incremento de 2,7% quando comparado ao padrão do produtor.

Os resultados encontrados nesse trabalho diferem com os encontrados por Furlan (2021), onde a utilização de ondas de baixa frequência incrementou no número total legumes por plantas. Estas diferenças, entre os trabalhos, podem estar relacionadas com a ocorrência de uma estiagem no desenvolver da cultura, o que pode ter interferido na quantidade de legumes fixada pelas plantas.

Na figura 3 observa-se os valões para o número de total de grãos por planta, mesmo não apresentando diferença estatística, observa-se um incremento de 15,96 grãos por planta no tratamento Effatha, resultando em um aumento médio de 9,17%.

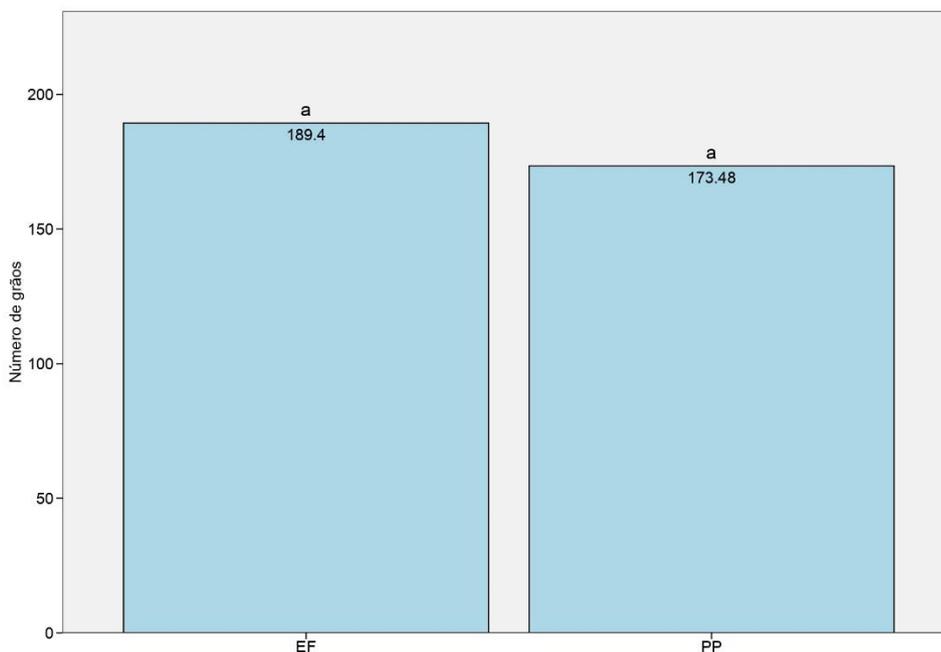
Conforme Oliveira et. al (2016) a marcha de absorção dos nutrientes, atinge seu pico entre os 80 e 100 dias após a emergência da soja, ou seja, durante sua fase reprodutiva, visto isso e o momento qual foi realizado a amostragem nutricional foliar, podemos salientar a relação da maior absorção com a melhora na variável número de grãos por planta onde foi realizada o sequenciamento de ondas.

Figura 2. Efeito da aplicação da tecnologia de ondas de baixas frequência sobre o número de legumes com 1 grão (A), número de legumes com 2 grãos (B), número de legumes com 3 grãos (C) e número de legumes com 4 grãos (D) na cultura da soja.



Letras iguais não indicam diferença estatística significativa à 5% de probabilidade, letras diferentes diferem entre si. EF= Aplicação da tecnologia de ondas eletromagnéticas de baixa frequência; PP= padrão do produtor.

Figura 3. Efeito da aplicação da tecnologia de ondas de baixas frequência sobre o número grãos na cultura da soja.



Letras iguais não indicam diferença estatística significativa à 5% de probabilidade, letras diferentes diferem entre si. EF= Aplicação da tecnologia de ondas eletromagnéticas de baixa frequência; PP= padrão do produtor.

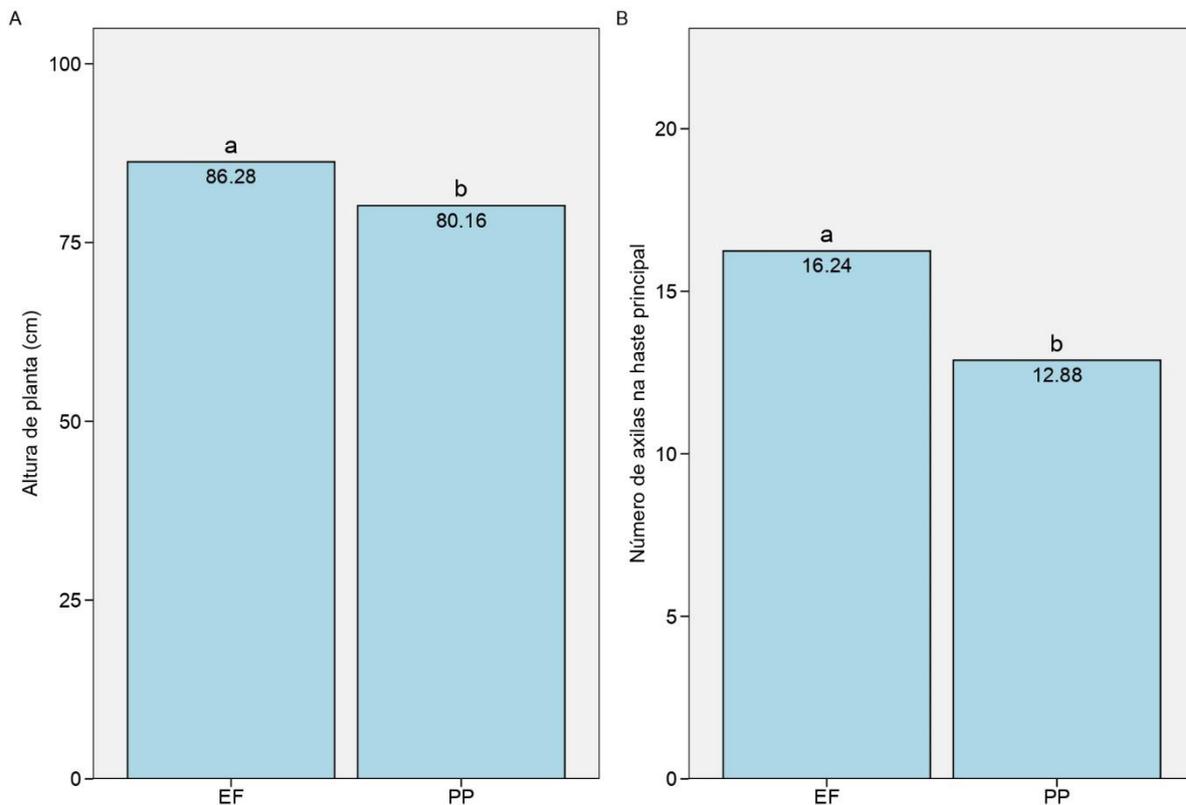
A análise de variância indicou efeito significativo dos tratamentos a 5 % de significância para as variáveis: altura de planta (H) ($Pr > F_c = 0.00000$) e número de axilas na haste principal (NAH) (0.000002).

Para a variável altura de planta (Figura 4A), o melhor tratamento foi com a utilização de ondas de baixa frequência, resultando numa altura média de 86,22 cm, no tratamento padrão produtor a altura média foi de 80,16 cm, apresentando um incremento médio de 7,6%. Para a variável número de axilas produtivas da haste principal (Figura 4B), nota-se a presença de um maior número no tratamento com Effatha, onde a diferença média foi de 3,36 axilas por planta, resultando num incremento de 26,08% quando comparado ao tratamento padrão produtor.

Os resultados obtidos para a variável altura de planta, podem estar relacionados com a maior absorção de nitrogênio, resultados estes semelhantes aos encontrados por Perusso, (2013), onde a maior absorção do nutriente incrementou 4.1 cm na altura da planta.

A variável produtividade (Figura 5) apresentou diferença estatística a 5% de probabilidade, onde a utilização de ondas de baixa frequência apresentou um incremento médio de 8 sacas por hectare, o que representa um aumento de 15,5% quando comparado ao padrão utilizado pelo produtor.

Figura 4. Efeito da aplicação da tecnologia de ondas de baixas frequência sobre a altura de planta (A) e número de axilas na haste principal (B) na cultura da soja.

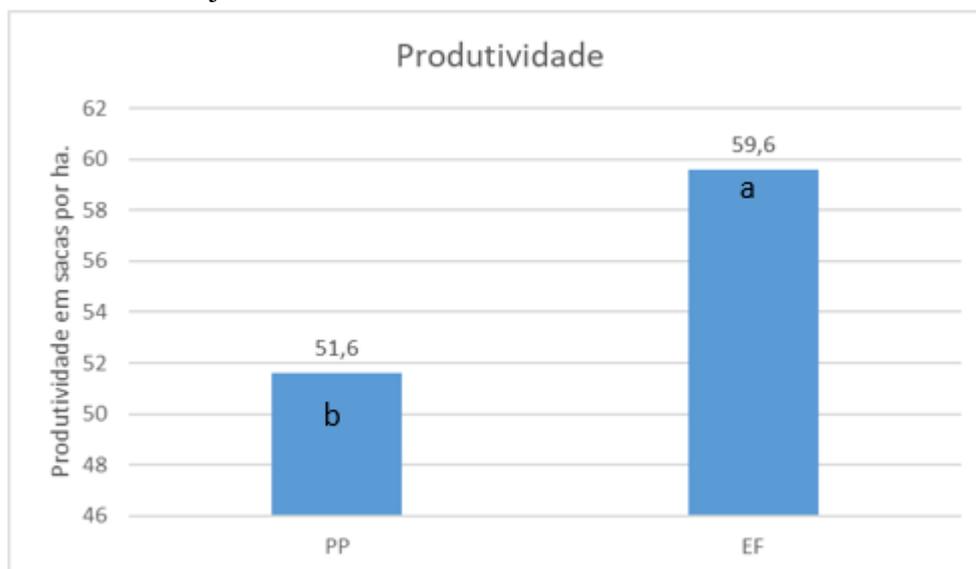


Letras iguais não indicam diferença estatística significativa à 5% de probabilidade, letras diferentes diferem entre si. EF= Aplicação da tecnologia de ondas eletromagnéticas de baixa frequência; PP= padrão do produtor.

O incremento de produtividade encontrado, pode estar relacionado, com o maior peso de grãos, devido é observada uma tendência no aumento desta variável com a maior absorção de nutrientes, além disso pode existir uma relação deste aumento com a maior absorção de potássio, pois este nutriente está diretamente ligado a formação adequada do grão, esta relação pode ser observada em pesquisa realizada por Junior (2010), onde a mesma concluiu que a maior absorção de potássio resultou em uma maior produtividade. Estes resultados também corroboram com os encontrados por Furlan (2021) onde a produtividade teve um incremento de 25% na área tratada com ondas de baixa frequência em relação a testemunha.

Os resultados obtidos, também com os obtidos por Callegari et al. (2022) na cultura do feijão, onde o uso de frequências eletromagnéticas extremamente baixas representou um ganho de produtividade de 36 sacas por ha⁻¹.

Figura 5. Efeito da aplicação da tecnologia de ondas de baixas frequência sobre produtividade (sc ha⁻¹) na cultura da soja.



Letras diferentes indicam diferença estatística significativa à 5% de probabilidade, letras iguais não diferem entre si. EF= Aplicação da tecnologia de ondas eletromagnéticas de baixa frequência; PP= padrão do produtor.

Com relação aos nutrientes da análise foliar, relacionado aos macronutrientes (Quadro 1), destaca-se que para o nitrogênio (N), fosforo (P), potássio (K), magnésio (Mg) e enxofre (S) obteve-se diferença estatística a 5% de probabilidade. Para todos os nutrientes, com exceção do Mg, observa-se incremento nos valores para o tratamento Effatha quando comparado com o padrão do produtor.

Quadro 1. Efeito da aplicação da tecnologia de ondas de baixas frequência sobre os macronutrientes na análise foliar da cultura da soja.

TRAT	N	P	K	Ca	Mg	S
PP	38,33	1,72	11,45	7,73	3	1,86
EF	47,15	1,88	12,32	7,66	2,65	2,03
	*	*	*	ns	*	*

*Significativo 5% teste T. EF= Aplicação da tecnologia de ondas eletromagnéticas de baixa frequência; PP= padrão do produtor.

Relacionado aos micronutrientes da análise foliar, boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), alumínio (Al), silício (Si) e sódio (Na) apresentaram diferença estatística a 5% de probabilidade, sendo que para os micronutrientes Cu, Zn, Al e Na os valores do tratamento com Effatha foram superiores.

Quadro 2. Efeito da aplicação da tecnologia de ondas de baixas frequência sobre os micronutrientes na análise foliar da cultura da soja.

TRAT	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Mo	Ni	Al	Co	Si	Na
PP	37,47	7,99	164,6	98,23	24,91	0,42	0,28	137,24	0,63	909,21	12,47
EF	36,36	8,89	156,28	96,89	27,95	0,57	0,47	141,93	0,45	850,34	12,91
	*	*	*	*	*	ns	ns	*	ns	*	*

*Significativo 5% teste T. EF= Aplicação da tecnologia de ondas eletromagnéticas de baixa frequência; PP= padrão do produtor.

A maior concentração de grande parte dos nutrientes analisados nas plantas submetidas ao tratamento Effatha, pode estar relacionado, com sua maior disponibilidade no solo devido a alteração de seu espaço inter atômico, visto que em análise de solo realizada previamente, não se observava diferenças significativas nos teores de nutrientes presentes no solo.

5. CONCLUSÕES

Conclui-se que a utilização da tecnologia do sequenciamento de ondas de baixa frequência na cultura da soja contribuiu para o aumento da eficiência na absorção dos macronutrientes na cultura da soja, e este melhor aproveitamento nutricional é observado no melhor desenvolvimento da planta e no incremento de produtividade.

6. REFERÊNCIAS

BAKAIYANG, L.; MADJADOUMBAYE, J.; BOUSSAFIR, Y.; SZYMKIEWICZ, F.; DUC, M. Reutilização na construção de estradas de um solo rico em argila do tipo Karal dos Camarões do Norte após um tratamento com mistura de cal / cimento usando duas cal diferentes. **Case Studies in Construction Materials**, v.15, 2021

BAYER, C.; ERNANI, P. R.; STECKLING, C. Características químicas de solo e rendimento de massa seca de milho em função do método de aplicação de fosfatos, em dois níveis de acidez. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 939-946, 2001.

BARATTO, Natália Luíza Beuter et al. CALAGEM E GESSAGEM DOS SOLOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA. **Salão do Conhecimento**, v. 7, n. 7, 2021. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar?hl=ptBR&as_sdt=0%2C5&q=CALAGEM+E+GESSAGEM+DOS+SOLOS%3A+UMA+REVIS%C3%83O+DA+LITERATURA&btnG=>>. Data de acesso: 01/04/2022.

BALOTA, Elcio Liborio. Manejo e qualidade biológica do solo. **Londrina: Mecenas**, 2017.

BRESSAN, DANIEL. **Rizicultura e sojicultura em área de várzea no sul de Santa Catarina**. Agronomia-Tubarão, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/16044/1/TCC%20Daniel%20Bressan%20Final.pdf>>. Data de acesso: 24/04/2022.

BERGER NETO, Ayrton et al. **Controle do mofo branco: efeito de pontas e volumes de pulverização em soja e produtos biológicos em soja e canola**. 2015.

BONATO, Emidio Rizzo; BONATO, Ana Lidia Variani. **A soja no Brasil: história e estatística**. 1987. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Doc21.pdf > Data de acesso: 04/03/2022.

CALLEGARI, Patrícia. Aplicação de tecnologia effatha (campos elétricos estáticos de frequências extremamente baixas) via satélite por geolocalização na cultura de feijão. **Seminário de Iniciação Científica e Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão**, [S. l.], p. e31562, 2022. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/siepe/article/view/31562>. Acesso em: 16 nov. 2022.

CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, Siu Mui; NEVES, Maria Cristina Prata. **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992.

CHAN, E. C. et al. Microbiologia: conceitos e aplicações. In: **Microbiologia: conceitos e aplicações**. 1997. p. 524-524.

CONAB. **Acompanhamento da Safra brasileira de Grãos safra 2020/2021 n.12**, Brasília-DF, setembro 2021. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/E-book_BoletimZdeZSafraz-Z12oZlevantamento%20(1).pdf>. Data de acesso: 03/01/2022.

CONAB. **A produtividade da soja: análise e perspectivas**. Disponível em:<https://www.conab.gov.br/uploads/arquivos/17_08_02_14_27_28_10_compendio_de_estudos_conab_a_produtividade_da_soja_-_analise_e_perspectivas_-_volume_10_2017.pdf>. Data de acesso: 21/03/2022.

DANTAS, Rodrigo. **Effatha “ajusta átomos” para crescer no campo**. Disponível em:<<https://valor.globo.com/agronegocios/noticia/2022/04/05/effatha-ajusta-atomos-para-crescer-no-campo.ghtml>>. Acesso em: 10/04/2022.

DA SILVA, Cleybson José Cruz et al. Uso do gesso agrícola na disponibilidade de nutrientes e desenvolvimento de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). **Revista Geama**, v. 7, n. 1, p. 44-51, 2021. Disponível em:<<https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/15552>>. Acesso em: 10/06/2022.

EFFATHA. 2022. Disponível em: <<https://www.effathaagro.com/>> Acesso em: 20/03/2022.

EMBRAPA. **Brasil adicionou 22,8 milhões de toneladas de fósforo em seus solos nos últimos 50 anos**, Brasília-DF, 30/04/18. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/33747073/brasil-adicionou-228-milhoes-de-toneladas-de-fosforo-em-seus-solos-nos-ultimos-50-anos>>. Data de acesso: 20/02/2022.

EMBRAPA; **História da soja**. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/historia>>. Data de acesso: 20/03/2022.

EMBRAPA. Distrito Federal 2013 - **Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/1495/fixacao-biologica-de-nitrogenio-fbn>>. Data de acesso: 03/04/2022.

FAVARATO, L. F. et al. **Manejo da fertilidade do solo para uma produção agropecuária maissustentável**. 2019.

FURLAN, Silvânia Helena. **Efeito fungicida e nutricional de sequências de frequência comparado a fungicida aplicado de forma convencional na produtividade da cultura da soja, safra 2021**. Conchal-SP. 14/06/2021. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Effatha_Relat%C3%B3rio%20Final%20Produtividade_Soja.pdf>. Data de acesso: 20/03/2022.

GONÇALVES JÚNIOR, Affonso Celso et al. Produtividade e componentes de produção da soja adubada com diferentes doses de fósforo, potássio e zinco. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p. 660-666, 2010.

GYANESHWAR, P. et al. Papel dos microrganismos do solo na melhoria da nutrição fosfatada das plantas. **Planta e solo**, v. 245, n. 1, pág. 83-93, 2002.

HIRAKURI, MARCELO HIROSHI; LAZZAROTTO, JOELSIO JOSÉ. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Embrapa Soja-Documents (INFOTECA-E), 2014. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/990000/1/Oagronogociodasojanoscontextosmundialebrasileiro.pdf>>. Data de acesso: 08/03/2022.

HUNGRIA, Mariangela; CAMPO, Rubens José; NOGUEIRA, Marco Antonio. **A pesquisa em fixação biológica do nitrogênio na Embrapa Soja: passado, presente e perspectivas futuras**. 2014.

HUNGRIA, Mariangela; CAMPO, Rubens José; MENDES, I. de C. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. 2001 HUNGRIA, M.; Et al. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Embrapa.br, 27 fev. 2013. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/459673>>. Data de acesso: 03/02/2022.

KURIHARA, CARLOS HISSAO et al. **Faixas de suficiência para teores foliares de nutrientes em algodão e em soja, definidas em função de índices DRIS**. Revista Ceres, v. 60, n. 3, p. 412-419, 2013.

LIANG, Z.; ELSGAARD, L. **Fluxos de óxido nitroso de solos com calagem de longo prazo após adição de P e glicose**: Resposta não linear às taxas de calagem e interação do P adicionado. *Science of the Total Environment*, v.797, 2021;

MUNDSTOCK, Claudio Mário; THOMAS, André Luis. Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos. **Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, 2005.

OLIVEIRA, ELIANE; Et al. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 04**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/25727/1/Bol-04.pdf>>. Acesso em: 02/04/2022.

OLIVEIRA , A.J. et al. Estádios fenológicos e marcha de absorção de nutrientes da soja. 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1047123/estadios-fenologicos-e-marcha-de-absorcao-de-nutrientes-da-soja>>. Acesso em: 05 nov 2022.

OLIVEIRA-PAIVA, C. A. et al. **Viabilidade técnica e econômica do Biomaphos®(Bacillus subtilis CNPMS B2084 e Bacillus megaterium CNPMS B119) nas culturas de milho e soja**. Embrapa Milho e Sorgo-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2020. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1126348>>. Data de acesso: 05/05/2022.

R CORE TEAM (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Available in: <<https://www.R-project.org>> . Accessed on June 10, 2022.

SHAABAN, M.; Et al. **Os efeitos da mudança de pH por meio da calagem nas emissões de N₂O do solo**. *Processos*, v.8, n.6, p.702, 2020.

SAE. **Produção nacional de fertilizantes**. Brasília-DF, 08/10/2021. Disponível em:<https://www.gov.br/planalto/ptbr/assuntos/assuntosestrategicos/documentos/estudos-estrategicos/sae_publicacao_fertilizantes_v10.pdf>. Data de acesso: 05/02/2022.

SOLOS, Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro**, v. 3, 2013