



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

AURÉLIO SANTIAGO MARINHO

**RENDIMENTO AGRONOMICO DE ZEA MAYS L. SOB O USO DE EXTRATO
PIROLENHOSO EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS.**

AREIA

2023

AURÉLIO SANTIAGO MARINHO

**RENDIMENTO AGRONOMICO DE ZEA MAYS L. SUB O USO DE EXTRATO
PIROLENHOSO EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Professor Dr. Fábio Mielezrski

AREIA

2023

M338r Marinho, Aurélio Santiago.

Rendimento agronômico de zeia mays l. sob o uso de extrato pirolenhoso em diferentes
estádios fenológicos

/ Aurélio Santiago Marinho. - Areia:UFPB/CCA, 2023.

42 f. : il.

Orientação: Fábio Mielezrski.TCC (Graduação) -
UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Milho. 3. Estádios fenológicos. 4.Produto natural. 5. Bioestimulante. l.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(02)

AURÉLIO SANTIAGO MARINHO

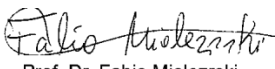
RENDIMENTO AGRONOMICO DE ZEA MAYS L. SOB O USO DE EXTRATO
PIROLENHOSO EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao
Departamento de Fitotecnia e Ciências
Ambientais da Universidade Federal da
Paraíba, Campus II, como requisito parcial
para a obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

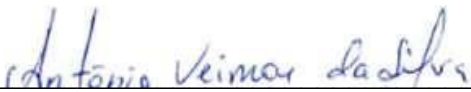
Aprovado em: 15 / Junho / 2023 .

Nota: 10 .

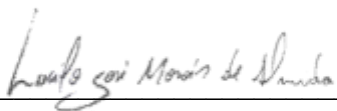
BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Fábio Mielezrski
SIAPE 1092436

Prof. Dr. Fábio Mielezrski (Orientador)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Dr. Antônio Veimar da Silva
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Me. Lucilo José Morais de Almeida
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

A minha mãe Silvania Santiago (*in memoriam*), ao meu avô Aurélio Américo Santiago (*in memoriam*), as minhas duas avós Maria Francisca e Maria José que sempre foram meus pilares, fortalecendo cada vez mais meus objetivos e por fim a tão almejada formação acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradecer primeiramente a Deus pelo dom da vida, por me manter firme e forte acima de todas as adversidades que aconteceram ao longo dessa jornada. A minha família que sempre me deu apoio, em especial as minhas duas avós, que sempre me passavam energias positivas, davam uma palavra de apoio e motivação para continuar com excelência e meu melhor sempre.

Quero agradecer também a Universidade Federal da Paraíba, ao Centro de Ciências Agrárias, todos seus docentes e colaboradores, por toda assistência e pela oportunidade de cursar um curso de nível superior, tornando possível a realização de um sonho tão almejado e a formação de um profissional capacitado.

Agradecer a todos os meus amigos veteranos, que me deram total apoio, as novas amizades que foram sendo feitas ao longo dos dias, a minha turma 2016.2, a todos os professores que fazem parte do corpo de docentes, ao Assis diretor dos alojamentos e toda equipe de apoio que dão suporte as atividades do campus.

Aos meus amigos que não posso deixar de menciona-los, que sem dúvidas tiveram grande contribuição durante essa jornada: Hugo Cardoso, Allisson, Guilherme, Kagy, Raif, Edmilson, Erasmo, Fernando, Anne Alicia, João Chianca, Aurilio da cachaça Vitória, a cachaça Zé biritá, Mayra, ao Assis diretor da residência universitária, aos meus parceiros de moradia Wellington, Wendel, Vinicius, Osnar, Henrique, Gustavo, Luis, Robertinho, aos profs (a) Leossavio, Valéria e Fabio. Talvez vocês nem tenham noção da contribuição que tiveram para minha formação, mas fiquem cientes que sem vocês eu não teria conseguido.

Agradeço a minha namorada Mayslla Maciel, que sempre esteve comigo em todos os momentos me apoiando e fortalecendo.

Obrigado meu Deus, por ter me mantido de pé, firme e forte capaz de ultrapassar quaisquer adversidades que aparecesse, agradeço a mim por nunca ter desistido dos meus sonhos, nunca ter se deixado parar e sempre encontrar saídas para os momentos mais difíceis. Não foi fácil, mas a sensação é de dever cumprindo e mais um ciclo que se conclui.

Gratidão a todos que passaram pela minha vida durante esse período, nunca vou esquecer vocês, sou eternamente grato, muito obrigado!

MARINHO, Aurélio Santiago. **RENDIMENTO AGRONOMICO DE ZEA MAYS L. SOB O USO DE EXTRATO PIROLENHOSO EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS**. Areia – PB, 2023. - 42p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Bacharel em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba.

RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta, C4, que pertence à família Poaceae e apresenta grande importância socioeconômica no Brasil e no mundo. Em regiões de baixa renda, o milho representa um fator importante tanto na alimentação humana, na forma in natura, quanto para a alimentação animal. Visando aumentar a produção em uma mesma área são necessárias pesquisas utilizando tecnologias para esse fim. Entre essas tecnologias, pode-se usar bioestimulantes a base de produtos naturais que não prejudicam o meio ambiente e nem a saúde dos agricultores e animais. Nesse sentido, objetivou-se com a presente pesquisa, avaliar os comportamentos dos rendimentos de grãos e a produtividade aplicando diferentes doses de extrato pirolenhoso em três estádios fenológicos da cultura do milho em dois períodos distintos. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) com 4 repetições, em esquema fatorial (4x3)+1, sendo quatro doses do extrato pirolenhoso (5,3; 10,6; 15,9 e 21,2 L ha⁻¹), três épocas de aplicação dos produtos (Semente, V3 e V8) mais testemunha. Foram avaliados o diâmetro da espiga, comprimento da espiga, número de fileira por espiga, número de grãos por fileira e espiga, massa de mil grãos e produtividade. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F e em seguida, os valores médios das Fases (Estádios fenológicos) foram comparados pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) e os dados das doses foram feitos as análises de regressão, após avaliação dos dados foi possível realizar a análise de viabilidade econômica, e dessa forma definir a dose mais viável. De modo geral, o uso do extrato pirolenhoso mostrou-se eficiente quando aplicado no estágio fenológico V8 para ambos os períodos (Chuvoso e Seco). Quanto a dose, visando a alta produtividade de grãos, foram 12 L ha⁻¹ para o período chuvoso e 21,2 L ha⁻¹ para o período seco.

Palavras-chaves: milho; estágio fenológicos; produto natural; bioestimulante.

MARINHO, Aurelio Santiago. **AGRONOMIC YIELD OF ZEA MAYS L. UNDER THE USE OF PYROLIGNEOUS EXTRACT AT DIFFERENT PHENOLOGICAL STAGES.** Areia – PB, 2023- 42p. Completion of Course Work (Bachelor Degree in Agronomy) – Federal University of Paraíba.

ABSTRACT

Corn (*Zea mays* L.) is a plant, C4, which belongs to the Poaceae family and has great socioeconomic importance in Brazil and in the world. In low-income regions, maize represents an important factor both in human food, in natura form, and for animal feed. In order to increase production in the same area, research using technologies for this purpose is necessary. Among these technologies, one can use biostimulants based on natural products that do not harm the environment or the health of farmers and animals. In this sense, the objective of this research was to evaluate the behavior of grain yield and productivity by applying different doses of pyroligneous extract in three phenological stages of corn cultivation in two different periods. The design used was randomized blocks (DBC) with 4 replications, in a factorial scheme (4x3)+1, with four doses of pyroligneous extract (5.3; 10.6; 15.9 and 21.2 L ha⁻¹), three times of application of the products (Seed, V3 and V8) plus control. Ear diameter, ear length, number of rows per ear, number of grains per row and ear, mass of one thousand grains and productivity were evaluated. The data were submitted to analysis of variance (ANOVA) by the F test and then, the mean values of the Phases (Phenological stages) were compared by the Tukey test ($p \leq 0.05$) and the dose data were performed by analysis of regression, after evaluating the data, it was possible to carry out the economic feasibility analysis, and thus define the most viable dose. In general, the use of the pyroligneous stratum proved to be efficient when applied at the V8 phenological stage for both periods (Rainy and Dry). As for the dose, aiming at high grain yield, it was 12 L ha⁻¹ for the rainy season and 21.2 L ha⁻¹ for the dry season.

Keywords: corn; phenological stage; natural product; biostimulant.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fenologia do milho: estádios de desenvolvimento da cultura.....	14
Figura 2 - Município de Areia no mapa da Paraíba e a área experimental.....	17
Figura 3 - Médias diárias de precipitação pluviométrica, temperatura máxima e mínima do ar e umidade relativa do ar no período chuvoso (Figura 3A) e seco (Figura 3B), da Fazenda Experimental Chã-de-Jardim, Areia, Paraíba, Brasil, 2020.....	19
Figura 4 - Comprimento de espiga (CE) para o fator doses x níveis (Figura 4A) para o período seco, número de fileiras por espiga (NFE) para o fator doses x níveis (Figura 4B) para o período seco, número de grãos por fileira (NGF) para o período chuvoso (Figura 4C) e para o período seco (Figura 4D). Sem = fase semente, V3 = fase V3 e V8 = fase V8. *, **: significativo a 5% e 1%, respectivamente pelo teste F.....	24
Figura 5 - Número de grãos por espiga (NGE) para o fator doses x níveis para o período chuvoso (Figura 5A) para o período seco (Figura 5B), e massa de mil grãos (MMG) para o fator doses x níveis para o período chuvoso (Figura 5C) e para o período seco (Figura 5D). Sem = fase semente, V3 = fase V3 e V8 = fase V8. *, **: significativo a 5% e 1%, respectivamente pelo teste F.....	26
Figura 6 - Produtividade (PROD) para o fator doses x níveis para o período chuvoso (Figura 6A) e para o período seco (Figura 6B). Sem = fase semente, V3 = fase V3 e V8 = fase V8. *, **: significativo a 5% e 1%, respectivamente pelo teste F.....	27
Figura 7 - Diâmetro de espiga (DE) para o fator separado doses para o período chuvoso (Figura 7A) e para o período seco (Figura 7B) e Comprimento de espiga (CE) para o período chuvoso (Figura 7C). Sem = fase semente, V3 = fase V3 e V8 = fase V8. *, **: significativo a 5% e 1%, respectivamente pelo teste F.....	29
Figura 8 - Análise de viabilidade econômica da aplicação foliar de doses do extrato pirolenhoso na cultura do milho para o período chuvoso no estágio fenológico semente (Figura 8A), V3 (Figura 8B) e V8 (Figura 8C).....	31
Figura 9 - Análise de viabilidade econômica da aplicação foliar de doses do extrato pirolenhoso na cultura do milho para o período seco no estágio fenológico semente (Figura 9A), V3 (Figura 9B) e V8 (Figura 9C).....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Escala fenológica do milho.....	14
Tabela 2 - Atributos químicos do solo da Fazenda Experimental Chã-de-Jardim, Areia, Paraíba, Brasil, 2020.....	18
Tabela 3 - Composição do extrato pirolenhoso utilizado na presente pesquisa.....	20
Tabela 4 - Custo médio de produção para implantação de um milharal no Estado da Paraíba, usando o extrato pirolenhoso, sendo a mesma despesa para ambos os períodos (chuvoso e seco), 2020.....	21
Tabela 5 - Resumo da análise de variância para o diâmetro da espiga (DE), comprimento da espiga (CE), número de fileira por espiga (NFE), número de grão por fileira (NGF), número de grão por espiga (NGE), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PROD) para os períodos chuvoso e seco.....	23

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1	A CULTURA DO MILHO (<i>Zea mays L.</i>)	12
2.1.1	FISIOLOGIA DO MILHO	13
2.2	BIOESTIMULANTES	15
3	METODOLOGIA	17
3.1	CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DO EXPERIMENTO	17
3.2	ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO	17
3.3	CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS	18
3.4	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	19
3.5	MANEJO AGRONÔMICO	20
3.6	ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA	20
3.7	VARIÁVEIS ESTUDADAS	21
3.8	ANÁLISE ESTATÍSTICA	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5	CONCLUSÕES	34
	REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura que pertence à família Poaceae, apresentando grande valor econômico e social, sendo um dos cereais que possui a maior produtividade e o maior consumo mundialmente (PINHEIRO et al., 2021). Atualmente, o Brasil está em segundo lugar em exportação de milho (PEREIRA FILHO; BORGHI, 2021), em terceiro lugar com o maior produtor (CONAB, 2017) e em sexto lugar como a atividade de maior geração de renda na economia nacional agropecuária (CONAB, 2016), tornando-se se uma das principais “commodities” agrícola (CONAB, 2019).

Em termos de valor e importância, o milho é o segundo grão mais relevante sustentando pequenos, médio e grandes produtores dessa cultura, pois a mesma possui diversas utilidades na alimentação humana e animal, quer seja na forma in natura quanto na forma beneficiada (BARROS; CALADO, 2014), bem como o seu elevado potencial produtivo e os valores nutritivos que contém os grãos, (MAXIMINIANO, 2017), sendo bastante usados na cadeia produtivas de suínos e aves, consumindo entre 70 a 80% da produção nacional (SOUSA; ZONTA, 2020).

Nos últimos 10 anos, a produção do milho ultrapassou a produção de 1 bilhão de toneladas, chegando ao patamar de maior cultura agrícola do mundo, superando as culturas do trigo e arroz (MIRANDA, 2018). De acordo com a CONAB, a produção desse cereal terá um aumento de aproximadamente 11,2% em relação ao último ciclo, o que corresponde a uma safra anual de 125,8 milhões de toneladas. A região Nordeste teve uma produtividade média de 2.973 kg por hectare em uma área cultivada de 9.262 milhões de hectares (CONAB, 2022).

A cultura do milho passou de cultura de subsistência para cultura bastante difundida e plantada mundialmente, isso devido ao avanço no uso das tecnologias em grande escala. Nesse sentido, buscando a sustentabilidade, pode-se usar os bioestimulantes vegetais como promotores de crescimento para a referida cultura (PANFILI et al., 2019). Estes são definidos como misturas de substância naturais ou sintéticas, compostos químicos (vitaminas e nutrientes), microorganismos, aminoácidos, etc. (FRASCA et al., 2020; ARAÚJO et al., 2021).

Os bioestimulantes funcionam como ativadores no metabolismo das células dão mais vigor ao sistema imunológico, reativam processos fisiológicos em diferentes períodos de desenvolvimento da planta, estimulam o desenvolvimento radicular, conduz a planta à

formação de novos brotos, melhorando tanto a qualidade, quanto a quantidade do produto (COSTA, DAROS, 2010).

Esses bioestimulantes apresentam grande importância justamente por apresentar uma abordagem inovadora para a regulação e/ou modificação dos processos fisiológicos das plantas, por intermédio de estímulo do crescimento, aumento da produção e diminuição do estresse hídrico (BERGLUND et al. 2017), atuando no transporte de elétrons e metabolismo respiratório (KIRKLAND; MEYER-FICCA, 2018), auxiliando indiretamente no crescimento e desenvolvimento vegetativo através do alongamento celular, e consequentemente, melhorando o rendimento, produtividade e a qualidade das cultura (COLLA et al., 2021, VENDRUSCOLO; LIMA, 2021).

Efeitos positivos do uso de bioestimulantes em diversas culturas de interesse comercial foram encontrados em diversas pesquisas, como no feijão-comum (PERIN et al., 2016), Soja (SILVA et al., 2021), mamão (RIBEIRO et al., 2021), Orquídea (SCHNITZER et al., 2015), entre outros. Contudo os resultados foram baseados apenas nos parâmetros de produtividades das culturas, não levando em consideração os parâmetros morfológico e fisiológico das plantas.

A avaliação da viabilidade econômica é extremamente importante para atividade agrícola. É a partir dela que é possível analisar o quanto foi investido em relação a produtividade, e com esses resultados definir se a atividade está sendo lucrativa ou não.

O presente estudo tem como objetivo principal realizar uma análise de comportamento da cultura do milho usando diferentes doses de extrato pirolenhoso em diferentes estádios fenológico da cultura do milho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.)

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie que pertence à família Gramineae/Poácea, com origem no teosinto, da subfamília Panicoidae, da subespécie mexicana (*Zea mays* spp.), da tribu Maydeae, da espécie *Zea mays* L. e gênero *Zea*, que se divide em dois subgêneros: *Luxuriantes* e *Zea* (EICHOLZ et al., 2020) e que é cultivada em muitas partes do mundo (Estados Unidos da América, República Popular da China, Índia, Brasil, França, Indonésia, África do Sul, etc.).

O milho é uma espécie anual, estival, cespitosa, ereta, com baixo afilamento, monoico-monoclina, com uma ótima faixa de adaptação a diferentes condições de ambiente, classificada no grupo das plantas C-4, com ampla adaptação a diferentes condições de ambiente (NUNES, 2020). Para expressar seu máximo potencial de produção, a cultura do milho requer temperaturas altas, entre 24° e 30° C, com radiação solar elevada e com disponibilidade hídrica do solo adequada para atender a cultura (BARROS e CALADO, 2014).

O milho cultivado na atualidade, em sua maioria, é desenvolvido com uso de sementes híbridas obtidas por produtores certificados tanto da área públicos quanto da área privada. Esses são produzidos pela tecnologia denominada de dominância híbrida, definida como o fenômeno onde os cruzamentos se originam de híbridos com diferentes características e exibem melhores rendimentos (mais vigor e maiores quantidades) do que a média de seus genitores. (LERAYER, 2013).

Os grãos de milho têm diversas finalidades, sendo esses, utilizados para o consumo humano e animal, alimento energético sendo seu principal componente o amido com teor de proteína que varia de 9 a 11% (NUNES, 2020), além de ser usada ainda, na indústria, fazendo a moagem (MACHADO, 2017), e para a produção de álcool (etanol), sendo que essa produção ultrapassa a de cana-de-açúcar em vezes sua quantidade (AGRISHOW, 2022).

2.1.1. FISILOGIA DO MILHO

O grão do milho é um fruto, chamado cariopse, que apresenta três partes: o pericarpo, o endosperma e o embrião, na qual o pericarpo está fundido com o tegumento da semente ficando na parte mais externa da semente. O endosperma é envolvido pelo pericarpo com volume, onde ficam alocado os carboidratos, e o amido. No endosperma, na parte mais externa, fica a camada de aleurona, rica em enzimas e proteínas, e tem importante função no processo de germinação (ARAÚJO, 2017). O embrião fica próximo ao endosperma (BARROS; CALADO, 2014). As espiguetas femininas se soltam num eixo comum em que várias ráquis estão reunidas (sabugo) protegidas por brácteas (espiga de milho). A flor feminina apresenta um único estigma (barba-do-milho) (NUNES, 2020).

O ciclo da cultura varia muito, tendo variedades adaptadas a diversas regiões. Segundo Borém et al (2017) existe variedade superprecoce na qual a polinização demora cerca de 30 dias após a emergência, havendo variedades que chega a 300 dias até a produção. No Brasil, há variedades que chegam a 110 dias, sendo essas variedades superprecoce (FRANCELLI, 2015). Ainda, segundo o mesmo autor, os eventos fisiológicos do ciclo de vida do milho fornecem a firmeza e precisão nas ações de manejo da cultura. Os estágios posteriores do aparecimento das espigas são identificados pelo aparecimento da estrutura reprodutiva e consistência do grão.

O ciclo da cultura pode ser dividido em cinco etapas como segue: (I) germinação e emergência: ocorre entre a semeadura e o efetivo aparecimento da plântula e pode durar de 5 a 12 dias; (II) crescimento vegetativo: compreende desde a emissão da primeira folha verdadeira e o início do florescimento; (III) florescimento: ocorre entre a abertura da flor masculina (pendão) e a fecundação e raramente ultrapassa 10 dias de duração; (IV) frutificação: período entre o final da frutificação e o aparecimento e enchimento completo de grãos, sendo sua duração entre 40 e 65 dias; (V) maturidade: ocorre entre o período final da frutificação e o aparecimento da cama de abscisão (ou ponto preto), sendo esse o período ideal para a colheita (BORÉM et al., 2017).

A figura 1 e a tabela 1, mostram de maneira didática a fenologia do milho quanto a seus estádios de desenvolvimento.

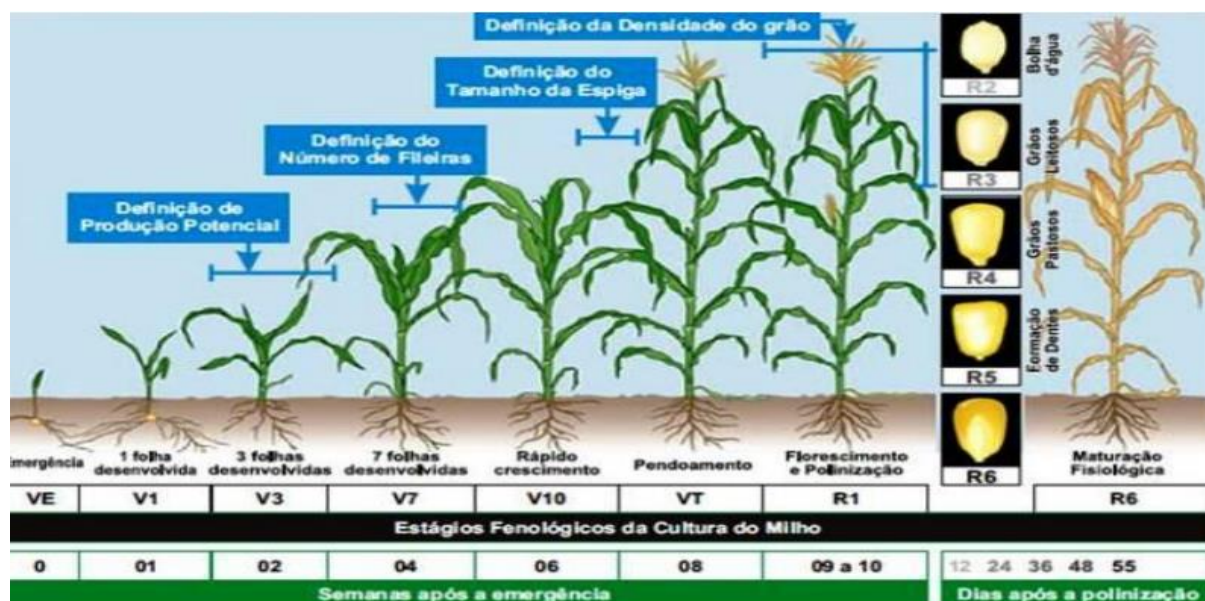


Figura. 1. Fenologia do milho: estádios de desenvolvimento da cultura.
Fonte: Weismann (2007)

Tabela 1. Escala fenológica do milho

Estádio	Caracterização do estágio
	fase vegetativa
V0	V0 Germinação/emergência
V2	Emissão da 2ª folha
V4	Emissão da 4ª folha (1)
V6	Emissão da 6ª folha (2)
V8	Emissão da 8ª folha (3)
V12	Emissão da 12ª folha (4)
V14	Emissão da 14ª folha
	Fase Reprodutiva
VT	Emissão de pendão e abertura das flores masculinas
R1	Florescimento pleno (5)
R1	Grãos leitosos
R3	Grãos pastosos
R4	Grãos farináceos
R5	Grãos farináceos duros
R6	Maturidade Fisiológica (6)

Fonte: Fancelli, 1986, adaptada de Ritchie e Hanway, 1982 e Nel & Smit, 1978. (1) Início da definição do potencial produtivo (2) Início da definição do número de fileiras não espiga (3) Início da definição da altura de planta e da espessura do colmo (4) Início da definição do número e tamanho de espiga (5) Início da confirmação da produtividade (6) Máxima produtividade (máximo acúmulo de matéria seca) e máximo vigor da semente (aparecimento do ponto preto na base do grão).

A semente de milho não possui dormência e pode germinar até na espiga. No estágio V0 a ocorrência de temperaturas e umidade adequadas favorecem o início do processo de germinação, que leva à liberação da estrutura embrionária contida na semente e ao início do crescimento da planta jovem. Em condições adequadas, a germinação do milho pode aparecer 4 a 5 dias após a semeadura. O processo de germinação da semente é desencadeado pela

absorção (reidratação) e captação de oxigênio devido à diferença de potencial osmótico entre a semente e o meio ambiente. (FANCELLI, 2015; BERGAMASHI, MATZENAUER, 2014).

O estágio V3 é um dos mais críticos em questão de fatores do ambiente em que a planta está. O estágio de três folhas completamente desenvolvidas ocorre aproximadamente duas semanas após o plantio. Nesse estágio, o ponto de crescimento ainda está abaixo da superfície do solo e a planta ainda tem um caule malformado. Os “pelos” da raiz do sistema radicular nodal estarão crescendo e o desenvolvimento. Todas as folhas e espigas que a planta finalmente produz são formadas com V3. Portanto, pode-se dizer que a determinação do número máximo de grãos ou a definição do potencial de produção é determinada nesta etapa (EICHOLZ et al., 2020).

Já o estágio V8, é caracterizada pela presença de 8 folhas abertas, e coincide com o período de 30 a 35 dias após emergência. Nesse período, as plantas já estão bem desenvolvidas no colmo, tanto em crescimento quanto em diâmetro. Também ocorre a aceleração do processo de formação da inflorescência masculina e o início da confirmação do número de fileira da espiga. Vale ressaltar que nessa etapa o aparecimento de estresse hídrico afeta o comprimento dos internódios e diminuindo a capacidade de armazenamento de fotossintetizados no colmo e da altura da planta (BORÉM et al., 2017)

2.2. BIOESTIMULANTES

Os bioestimulantes são definidos como substâncias, naturais ou sintéticas, que se origina da mistura de dois ou mais biorreguladores, ou desses misturados com aminoácidos, nutrientes e/ou vitaminas, podendo ser aplicados diretamente nas plantas ou em tratamento de sementes (SANTOS, 2013). Estes produtos funcionam como ativadores no metabolismo das células, dão mais vigor ao sistema imunológico, reativam processos fisiológicos em diferentes períodos de desenvolvimento da planta, estimulam o desenvolvimento radicular, conduz a planta à formação de novos brotos, melhorando tanto a qualidade, quanto a maior produção do produto (COSTA, DARO, 2010), aumentam a absorção de água e nutrientes pelas plantas, e aumentam a resistência ao estresse hídrico.

Dentre os bioestimulantes naturais, tem-se o extrato pirolenhoso (EP), considerado um subproduto, da fabricação de carvão vegetal através de recursos naturais. Trata-se de um líquido obtido através da condensação da fumaça durante o processo da carbonização da

madeira para a produção do carvão vegetal, este líquido possui uma coloração escura e forte odor amadeirado (SCHNITZER et al., 2015).

O EP, conforme relatado por diversos autores (SILVA et al., 2017; MELO et al., 2017; YAHAYU et al., 2017), pode ser usado para diversos fins na agricultura tais como: Compostagem, composição de adubos orgânicos, fertilizantes líquidos, bioestimulante vegetal, indutor de enraizamento, potencializador da eficiência de produtos fitossanitários e desinfetante do solo, condicionador do solo das propriedades físicas, químicas e principalmente biológicas do solo, repelente de insetos, contribuindo com a diminuição do uso de agroquímicos na agricultura convencional. Possui ainda, propriedades antioxidantes e necrófagas o qual vem sendo usado na agricultura como agente antimicrobiano, promotor de germinação de sementes e crescimento das plantas, além de inseticida (GREWAL; ABBEY; GUNUPURU, 2018).

Este líquido apresenta vários componentes químicos incluindo: Cetonas; Ésteres; Aldeídos; Ácidos (melhor) compartilha o ácido acético com o ácido propanoico; Metanol; Alcatrões solúveis e insolúveis; Cadeias fenólicas (de alcatrão). (LOO et al., 2008; CAMPOS, 2007).

O ácido pirolenhoso apresenta efeitos positivos no combate infestações de pulgões, trips, ácaros, mosca das frutas e diversas outras pragas, além disto, ainda funciona como repelente para pássaros, morcegos e roedores. Quando diluído, nas proporções corretas, pode ser pulverizado na parte aérea das plantas, tornando-as mais vigorosas, como também apresenta melhoras na qualidade do produto quanto ao tamanho, coloração, sabor e durabilidade. (MIYASAKA et al., 1999).

3. METODOLOGIA

3.1. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DO EXPERIMENTO

Os trabalhos foram realizados no ano agrícola de 2020 no período chuvoso (04 a 08/2020) e seco (07 a 12/2020), na Fazenda Experimental Chã-de-Jardim (Figura 2), Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, município de Areia-PB, localizado na microrregião geográfica do brejo paraibano, sob as coordenadas geográficas 6° 58' 12)." S e 35° 42' 15" W, 623 m.

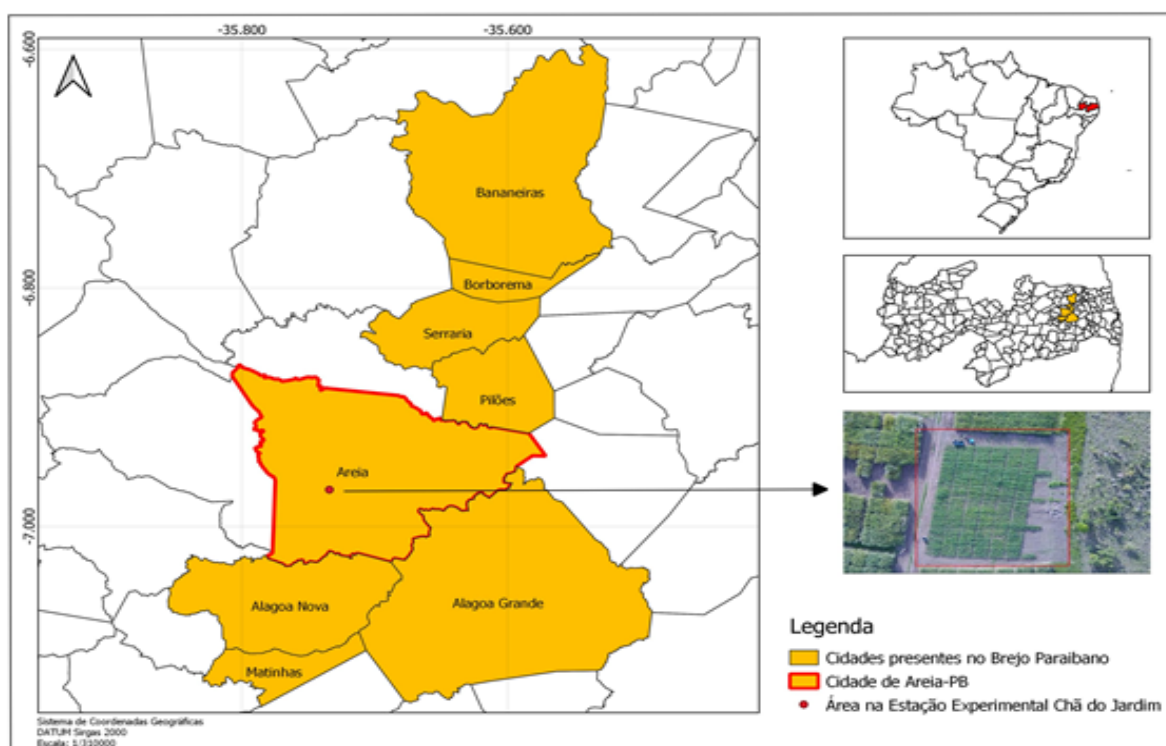


Figura 2. Município de Areia no mapa da Paraíba e a área experimental.

Fonte: Material de pesquisa

3.2. ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO

Para a caracterização química e física da área experimental e a recomendação de aplicação de calcário, foram coletadas quatro amostras simples de solos da camada de 0-20 cm, e depois misturadas em uma única amostra para posterior análise de solo no Laboratório de Solos da Universidade Federal da Paraíba (Tabela 2).

Tabela 2. Atributos químicos do solo da Fazenda Experimental Chã-de-Jardim, Areia, Paraíba, Brasil, 2020.

Período	pH H ₂ O	P --mg dm ⁻³ --	K ⁺ --mg dm ⁻³ --	Na ⁺ -----	H ⁺ +Al ⁺³ -----	Al ⁺³ -----	Ca ⁺² cmolc dm ⁻³ -----	Mg ⁺² -----	SB -----	CTC -----	MO g kg ⁻¹ 1
Chuvoso	6,3	2,46	56,80	0,04	4,95	0,05	3,97	2,04	6,19	11,14	29,79
Seco	6,0	2,20	44,14	0,05	4,50	0,05	3,91	1,45	5,52	10,02	33,62

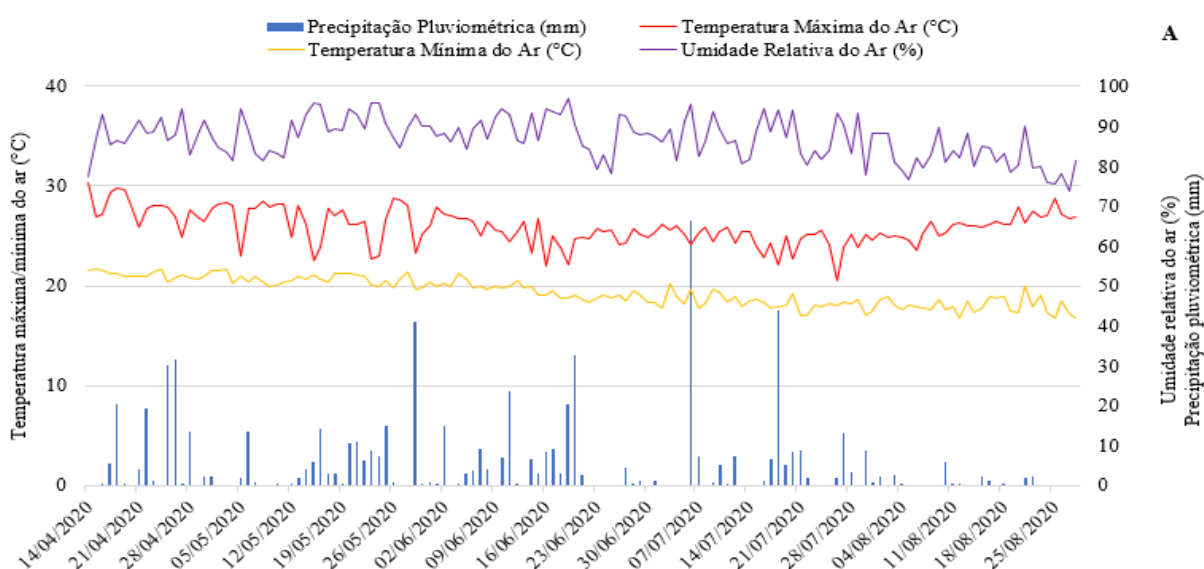
Fonte: UFPB, 2020.

3.3. CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS

Os solos da região em estudo são classificados como Latossolo Amarelo Distrófico Típico, de característica textural Franco Argilo Arenoso (SANTOS, 2018), com 320 g kg⁻¹ de argila, 93 g kg⁻¹ de silte e 587 g kg⁻¹ de areia.

O clima da região de acordo com a classificação de Köppen, é As', quente e úmido com chuvas de outono-inverno e precipitações médias anuais de 1.200 a 1.400 mm, sendo que mais de 75% estão concentradas nos meses de abril-julho, temperatura média anual oscilando entre 22 a 26 °C e umidade relativa do ar entre 75 a 87% (RIBEIRO et al., 2018).

Durante a realização dos experimentos foram coletados dados diários da precipitação pluviométrica (mm), temperatura máxima e mínima do ar e umidade relativa do ar (Figura 3).



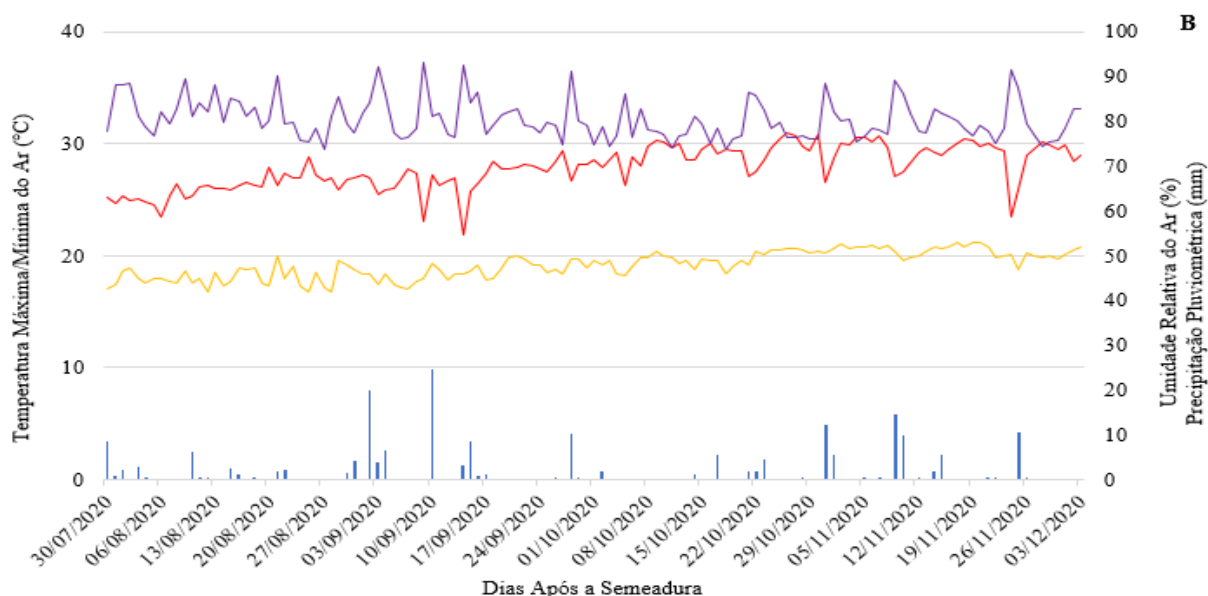


Figura 3. Médias diárias de precipitação pluviométrica, temperatura máxima e mínima do ar e umidade relativa do ar no período chuvoso (Figura 3A) e seco (Figura 3B), da Fazenda Experimental Chã-de-Jardim, Areia, Paraíba, Brasil, 2020.

Fonte: Material de pesquisa.

3.4. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) com quatro repetições, em esquema fatorial $(4 \times 3) + 1$, sendo quatro doses do extrato pirolenhoso (0; 5,3; 10,6; 15,9 e 21,2 L ha⁻¹), três épocas de aplicação dos produtos (Semente, V3 e V8) mais testemunha.

Cada parcela constituía de 4 linhas (fileiras) de milho com 5,0 metros de comprimento, espaçamento entre linhas de 0,5 m e bordadura de 0,5 m nas extremidades. Dessa forma, a área útil da parcela foi de 4,0 m² e área útil total de 1920 m².

Os produtos foram aplicados a partir das 16 horas da tarde, sendo o horário mais recomendado para redução de perdas. A aplicação foi manual com utilização de pulverizador costal de 20 litros de capacidade. Na semeadura, os produtos foram aplicados diretamente nas sementes, e nos estádios V3 e V8, os produtos foram aplicados via foliar.

A composição do extrato pirolenhoso se encontra na tabela abaixo.

Tabela 3. Composição do extrato pirolenhoso utilizado na presente pesquisa

Extrato Pirolenhoso (<i>Eucalyptus grandis</i>)			
Seringol	8,46 %	2-acetilfurano	3,12 %
Guaiacol	14,36 %	4-metil-2,6-dimetoxi-fenol	2,52 %
Furfural	15,62 %	5-metil-2-furancarboxaldeído	4,20 %
Creosol	4,87 %	2-ciclopenteno-1-1	2,27 %
Ciclopentanona	1,64 %	2-metil-2-ciclopenteno-1-1	2,9 %
Fenol	1,43 %	3-metil-1,2-ciclopentanedione	2,25 %
Hidrazona	2,29 %	4-etil-2-metoxi-fenol	2,61 %
Hidroquinona	0,10 %	2-(metoximetil)-furano	0,48 %
Ácido acético	22,34 %	N-nitrosodimetilamina	0,41 %
Acetofenona	0,17 %	1,2,3-trimetoxi-5-metil-benzeno	1,64 %
Metilbenzoato	0,23 %	1-hidroxi-2-butanona	1,85 %
Butirolactono	0,39 %	Outros	3,85 %

Análise feita no laboratório de química da Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa-MG, Brasil.

3.5. MANEJO AGRONÔMICO

Foi realizado o preparo inicial do solo com uma aração e duas gradagens e adubação de acordo com as recomendações da análise de solo (Tabela 1) e o manual de adubação do estado do Pernambuco (CAVALCANTI et al., 2008), que é referência para o estado da Paraíba.

Foram utilizados para a adubação 60 kg N ha⁻¹ via ureia (45% N), parcelada em 50% na semeadura e 50% em cobertura 45 dias após semeadura, 40 kg KCl ha⁻¹ via cloreto de potássio (48% KCl) e 60 kg P₂O₅ ha⁻¹ via superfosfato simples (18% de P₂O₅).

A cultivar de milho utilizada foi o Híbrido AG1051 (Seminis), de ciclo semiprecoce, porte alto, grãos duros e amarelo.

O manejo de plantas invasoras foi realizado por meio de capinas manuais. Foi efetivada também aplicação do inseticida Decis 25 EC, na dose de 200 mL p.c. ha⁻¹ para o controle da lagarta do cartucho.

3.6. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Para auxiliar na interpretação dos resultados obtidos, foi efetuada uma análise de viabilidade econômica, calculando-se o retorno financeiro com a aplicação dos tratamentos em relação ao tratamento controle. Para isso, foi primeiramente calculado a diferença de produção existente entre os tratamentos e a testemunha também foi considerado o investimento com os custos de plantio para implantação de um hectare de milho, conforme tabela 4.

Tabela 4. Custo médio de produção para implantação de um milharal no Estado da Paraíba, usando o extrato pirolenhoso, sendo a mesma despesa para ambos os períodos (chuvoso e seco), 2020.

Doses	Fases	PS ¹	Sem ²	In-He ³	Inset ⁴	⁵ EP	MO ⁶	Col ⁷	CT ⁸
0	Semente	200,00	46,00	182,00	121,12	0,00	300,00	220,00	1069,12
0	V3	200,00	46,00	182,00	121,12	0,00	300,00	220,00	1069,12
0	V8	200,00	46,00	182,00	121,12	0,00	300,00	220,00	1069,12
5,3	Semente	200,00	46,00	182,00	121,12	13,78	300,00	220,00	1082,90
5,3	V3	200,00	46,00	182,00	121,12	13,78	300,00	220,00	1082,90
5,3	V8	200,00	46,00	182,00	121,12	13,78	300,00	220,00	1082,90
10,6	Semente	200,00	46,00	182,00	121,12	27,56	300,00	220,00	1096,68
10,6	V3	200,00	46,00	182,00	121,12	27,56	300,00	220,00	1096,68
10,6	V8	200,00	46,00	182,00	121,12	27,56	300,00	220,00	1096,68
15,9	Semente	200,00	46,00	182,00	121,12	41,34	300,00	220,00	1110,46
15,9	V3	200,00	46,00	182,00	121,12	41,34	300,00	220,00	1110,46
15,9	V8	200,00	46,00	182,00	121,12	41,34	300,00	220,00	1110,46
21,2	Semente	200,00	46,00	182,00	121,12	55,12	300,00	220,00	1124,24
21,2	V3	200,00	46,00	182,00	121,12	55,12	300,00	220,00	1124,24
21,2	V8	200,00	46,00	182,00	121,12	55,12	300,00	220,00	1124,24

¹PS – Preparo do solo (2h de trator). ²Sem - semente (20kg). ³In-He – Insumos e herbicida (60 kg de ureia, parcelada em 50% na semeadura e 50% em cobertura 45 dias após semeadura, 40 kg de cloreto de potássio e 60 kg de superfosfato simples + 2 litros atrazine). ⁴Inset – inseticida (10 L de Bold). ⁵EP – Extrato Pirolenhoso. ⁶MO – mão de obra (limpeza e tratos culturais e aplicação de inseticida no milho). ⁷Col – Colheita (Operações de trilha, transporte). ⁸CT – Custo total.

Tendo a base de custo de investimento para implantação do milharal, foram calculados os valores da diferença de produção (DP) obtidos através da subtração dos valores da produtividade obtidos nas diferentes doses pelo encontrado na testemunha, esses números encontrados foram multiplicados pelos valores atuais do kg de milho (Preço da saca/60kg) que estava no valor de R\$ 53,73 a saca, saindo o kg por R\$ 0,89 referente a junho de 2023 (MELHORCAMBIO.COM, 2023) e após multiplicados (equação 1) foram encontrados a viabilidade econômica (VE) das épocas de aplicação foliar estudadas e das doses do Extrato Pirolenhoso.

$$VE = DP \times PROD \quad \text{Equação 1.}$$

$$DP = PROD_{\text{dose}} - \text{testemunha}$$

3.7. VARIÁVEIS ESTUDADAS

A colheita do milho foi realizada de forma manual ao atingir o estágio reprodutivo R6 (maturação). Foram coletadas 10 espigas, aleatoriamente, por unidade experimental, a fim de mensurar as seguintes variáveis de produção:

O comprimento da espiga (CE) foi determinado por meio de régua graduada em centímetros (MIRANDA et al., 2018);

O diâmetro da espiga (DE) foi obtido com auxílio de paquímetro digital (MIRANDA et al., 2018);

O número de fileira por espiga (NFE), o número de grãos por fileira (NGF) e o número de grãos por espiga (NGE) foram realizadas por 10 espigas da área útil de cada parcela (BRAME et al., 2018);

A massa de mil grãos (MMG) foi determinada pela contagem manual, feita a pesagem de quatro amostras de mil grãos coletados ao acaso, e os valores foram corrigidos para 13% (MIRANDA et al., 2018).

A produtividade de grãos (PROD) foram feitas da área útil de cada parcela usando uma balança graduada após a correção para 13% de umidade (BRAME et al., 2018) e convertido para Kg.ha.

3.8. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F e em seguida, os valores médios de Fases (estádios fenológicos) foram comparados pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) e os dados das doses foram feitos as análises de regressão. Todas as análises foram realizadas com auxílio do software R 3.6.1 (R CORE TEAM, 2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

Observa-se, tanto no período chuvoso quanto no seco, que as variáveis de número de grãos por fileira (NGF), número de grãos por espiga (NGE), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PROD) diferiram estatisticamente ($p \leq 0,01$), na interação Fases x Doses (F x D), pelo teste F nos dois períodos estudados (período chuvoso e período seco) (Tabela 5). Para as variáveis comprimento de espiga (CE) e número de fileira por espiga (NFE), houveram diferença estatística para o fatorial duplo (F x D) somente no período seco, porém houve diferença estatística para o fator separado dose (D), no período chuvoso. Já para a variável diâmetro de espiga (DE), só houve efeito significativo para o fator dose para ambos os períodos estudados.

Tabela 5. Resumo da análise de variância para o diâmetro da espiga (DE), comprimento da espiga (CE), número de fileira por espiga (NFE), número de grão por fileira (NGF), número de grão por espiga (NGE), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PROD) para os períodos chuvoso e seco.

FV	GL	Período Chuvoso						
		F Calculado						
		DE	CE	NFE	NGF	NGE	MMG	PROD
Bloco	3	1,01ns	1,26ns	0,73ns	2,08ns	0,44ns	4,09*	3,06*
Fases (F)	2	1,27ns	0,79ns	0,12ns	0,36ns	1,31ns	23,17**	16,25**
Doses (D)	3	20,56**	26,49**	35,22**	52,23**	105,70**	88,60**	185,89**
F X D	6	1,31ns	0,96ns	0,66ns	3,14**	3,54**	10,52**	121,44**
Erro	36							
CV (%)		5,73	6,72	6,98	7,09	7,23	4,63	3,16
		Período Seco						
		DE	CE	NFE	NGF	NGE	MMG	PROD
Bloco	3	2,94*	1,77ns	1,07ns	1,68ns	0,64ns	3,08*	0,37ns
Fases (F)	2	2,42ns	18,60**	2,30ns	55,64**	83,22**	55,94**	374,55**
Doses (D)	4	26,35**	88,16**	6,12**	143,65**	206,10**	258,20**	685,05**
F X D	8	1,92ns	14,45**	2,18*	44,25**	48,63**	24,00**	171,56**
Erro	36							
CV (%)		4,65	4,94	4,62	5,40	5,14	3,36	4,28

^{ns} não significativo; *, ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade segundo teste F

Para a variável comprimento de espiga (CE) e o número de fileira por espiga (NFE), ambos no período seco, a melhor aplicação foi no estágio fenológico V8, obtendo um comportamento quadrático. Na primeira figura (Figura 4A), a melhor dose foi de 16,6 L ha⁻¹, obtendo um incremento de 39,5% quando comparado a testemunha (dose 0) e um comprimento de espiga de 12,05 cm. Esses achados são dados positivos, pois a escassez de água retarda o crescimento e o desenvolvimento do milho, podendo afetar até 50% da produção final (MACHADO; SERRALHEIRO, 2017), além de influenciar de forma negativa

na fotossíntese (CAMPOBENEDETTO et al., 2021). Porém o uso do extrato pirolenhoso reduziu essas perdas combatendo o estresse hídrico, aumento o acúmulo de metabólitos e estimulando a planta com crescimento tanto na parte aérea quanto radicular (TINTE et al., 2022).

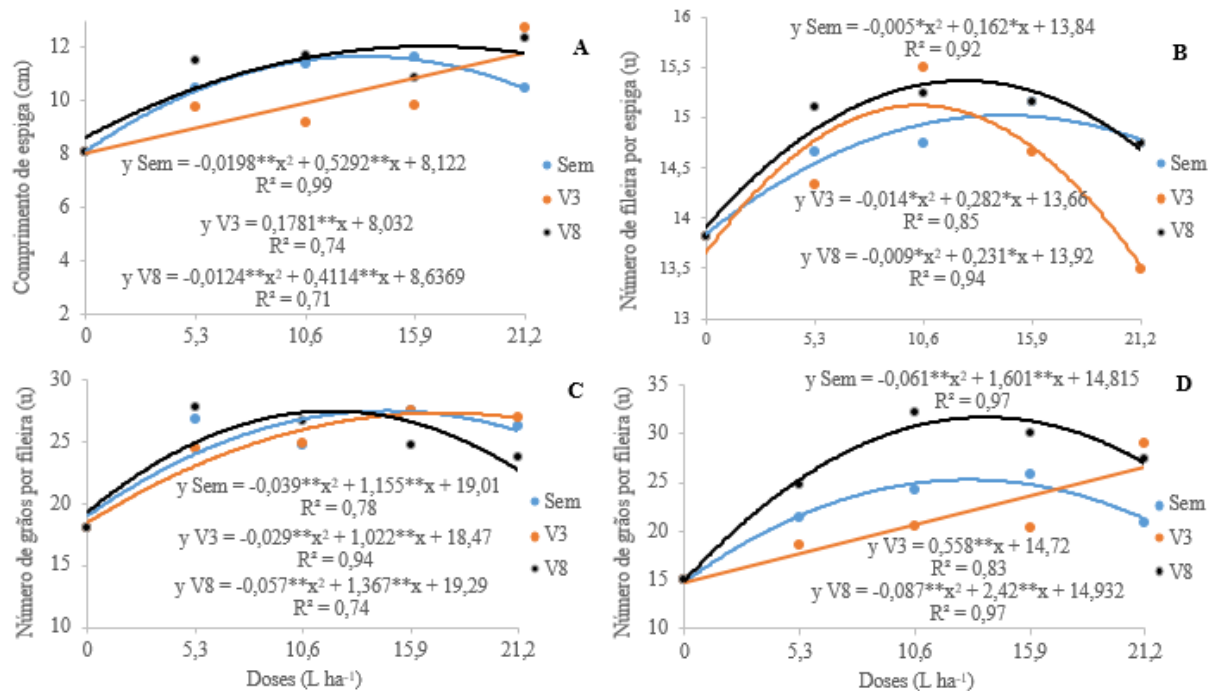


Figura 4. Comprimento de espiga (CE) para o fator doses x níveis (Figura 4A) para o período seco, número de fileiras por espiga (NFE) para o fator doses x níveis (Figura 4B) para o período seco, número de grãos por fileira (NGF) para o período chuvoso (Figura 4C) e para o período seco (Figura 4D). Sem = fase semente, V3 = fase V3 e V8 = fase V8. *, **: significativo a 5% e 1%, respectivamente pelo teste F.

Fonte: Material de pesquisa.

Observa-se, ainda, que no estágio fenológico V3 (Figura 4A), as plantas de milho tiveram um comportamento linear crescente, obtendo seu máximo proveito na maior dose (21,2 L ha⁻¹), chegando a 11,8 cm com incremento médio de 47%. Já para a segunda figura (Figura 3B), a melhor dose foi de 12,8 L ha⁻¹ e 15,4 fileiras por espiga, obtendo um aumento de 11%. Resultado semelhante foi encontrado por Trombetta et al. (2020) e por Al - Temimim e Al-Hilfy (2021), que buscando avaliar os efeitos de bioestimulantes na cultura do milho encontraram 15 fileiras por espiga, justificando seus achados pelos constituintes do produto bioestimulante que podem aumentar o percentual de polinização e fertilização, reduzindo o abortamento de flores e consequentemente aumentando o rendimento de grãos e a produtividade de grãos de milho (WANG et al., 2016).

Para o número de grãos por fileira, tanto para o período chuvoso (Figura 4C) quanto para o período seco (Figura 4D) o estágio fenológico V8, tiveram comportamentos quadráticos e se mostrou mais vantajoso quando comparados às demais fases. No primeiro período, a vantagem foi uma menor dose (12 L ha^{-1}) com um número maior de grãos por fileira (27,5). Isso pode ser explicado pelos vários dias de chuva consecutivas nesse período que pode ter deixado o solo encharcado ou mesmo retirado uma boa parte do produto das folhas diminuindo o número de grãos por fileira quando comparado ao período seco. Magalhães e Durães (2008) também constataram prejuízos significativos e irreversíveis no número de fileiras por espiga por causa de encharcamento do solo por períodos de tempo maior que cinco dias.

No segundo período, a melhor dose foi de 14 L ha^{-1} obtendo 31,8 grãos por fileira com a aplicação do extrato pirolenhoso, tendo um incremento de 113% quando comparado com a testemunha. Nesse período, a atuação do produto foi intensificada fazendo com que o número de grãos por fileira aumentasse, isso porque o produto além de possuir substâncias essenciais para um bom desempenho no crescimento e desenvolvimento da planta, também ativa suas defesas quando estão em estado de estresse (CHECKER et al., 2018).

Para o número de grãos por espiga, observa-se o mesmo comportamento das variáveis anteriores, ou seja, ambos tiveram um comportamento quadrático sendo a melhor opção o estágio fenológico V8 tanto para o período chuvoso (Figura 5A) quanto para o período seco (Figura 5B). No período chuvoso, a melhor dose foi $12,3 \text{ L ha}^{-1}$ com acréscimo de 79,3% quando comparado com a dose 0, obtendo 425,3 grãos por espiga. Já para o período seco, a melhor dose foi 16,6 com um incremento de 70,7 %, e 403,2 grãos por espiga. Nesse sentido, observa-se que tanto em boas condições hídricas, como em baixa disponibilidade de água, os tratamentos analisados tiveram comportamentos semelhantes.

Assim, pode-se afirmar que mesmo sob estresse o produto usado aumentou o número de grãos por espiga. Em outro experimento com a cultura do milho e uso de bioestimulante no milho, Cui et al. (2020), também encontraram resultados positivos em seus estudos, elevando a taxa de enchimento de grãos o qual influenciou tanto o número de fileira por espiga, número de grãos por fileira e número de grãos por espiga.

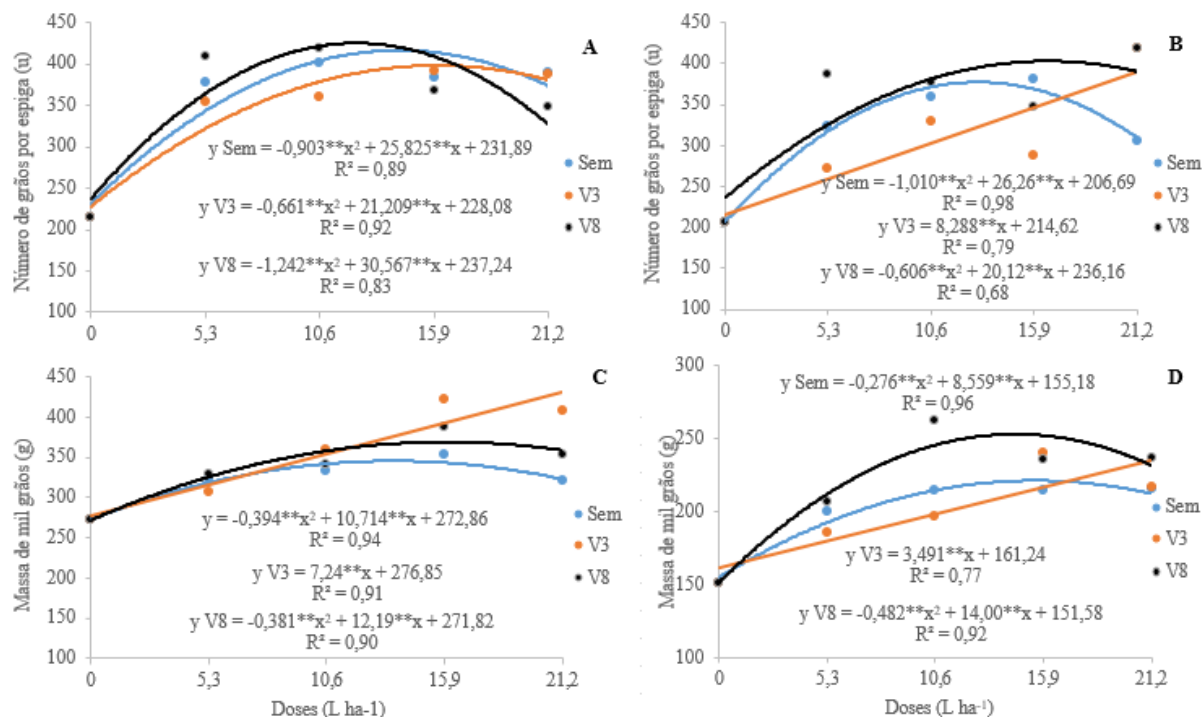


Figura 5. Número de grãos por espiga (NGE) para o fator doses x níveis para o período chuvoso (Figura 5A) para o período seco (Figura 5B), e massa de mil grãos (MMG) para o fator doses x níveis para o período chuvoso (Figura 5C) e para o período seco (Figura 5D). Sem = fase semente, V3 = fase V3 e V8 = fase V8. *, **: significativo a 5% e 1%, respectivamente pelo teste F.

Fonte: Material de pesquisa.

A massa de mil grãos divergiu entre os períodos, sendo o melhor resultado o estágio V3, com comportamento linear crescente, sendo a maior dose (21,2 L ha⁻¹) o melhor resultado, chegando a obter uma massa de mil grãos de 430,4g, para o período chuvoso e o estágio fenológico V8 para o período seco com comportamento quadrático sendo o melhor resultado a dose 14,5 L ha⁻¹ obtendo 253,7g de massa de mil grãos e um incremento de 67,3% quando comparado a testemunha. Vale ressaltar também que no período chuvoso as doses de 5,3; 10,6 e 15,9 L ha⁻¹ não tiveram diferença estatística entre os estádios fenológico para a cultura do milho obtendo diferença estatística somente na última dose como já mencionado acima.

De modo geral, o aumento das doses até certo ponto possibilitou acréscimos da produtividade em todos os estádios estudados, sendo o V8 o melhor entre eles. Certamente esse resultado está relacionado à interferência que os bioestimulantes podem ocasionar na produção de fotossíntese, já que seus mecanismos de ação estão relacionados com esse

processo. Um exemplo disso é que o uso de bioestimulantes podem aumentar o conteúdo de pigmentos fotossintéticos (clorofila e carotenóides) (GODLEWSKA et al., 2019), elevando a atividade fotossintética e a quantidade de fotoassimilados e consequentemente a produção de biomassa de plantas (NÓBREGA et al., 2021), fatores envolvidos diretamente com o rendimento final.

Para a variável produtividade, a aplicação do produto no estágio V8 mostrou-se a mais adequada tanto para o período chuvoso (Figura 6A) quanto para o período seco (Figura 6B). No período chuvoso observa-se que na fase V8 aplica-se a quantidade ideal (ponto de máximo - 12 L ha⁻¹) do produto obtendo a maior produtividade (3491,1 Kg ha⁻¹), obtendo um incremento de 36,7% quando comparado a dose zero. Vale observar também que a aplicação do produto no estágio semente e V3 obtiveram resultados maiores ao se utilizar a dose 21,2 L ha⁻¹, o qual foi obtido uma produtividade de 3738,2 Kg ha⁻¹. Esses resultados estão de acordo com o número de grãos por espiga, isso porque o NGE está diretamente relacionado com a produtividade de grãos. Pereira et al. (2020) e Guimarães et al. (2019), averiguaram em seus estudos que o NGE é um dos componentes mais importantes na predição do rendimento de grãos de milho, constatando assim que as maiores produtividades eram encontradas nos tratamentos que continham maior número de grãos.

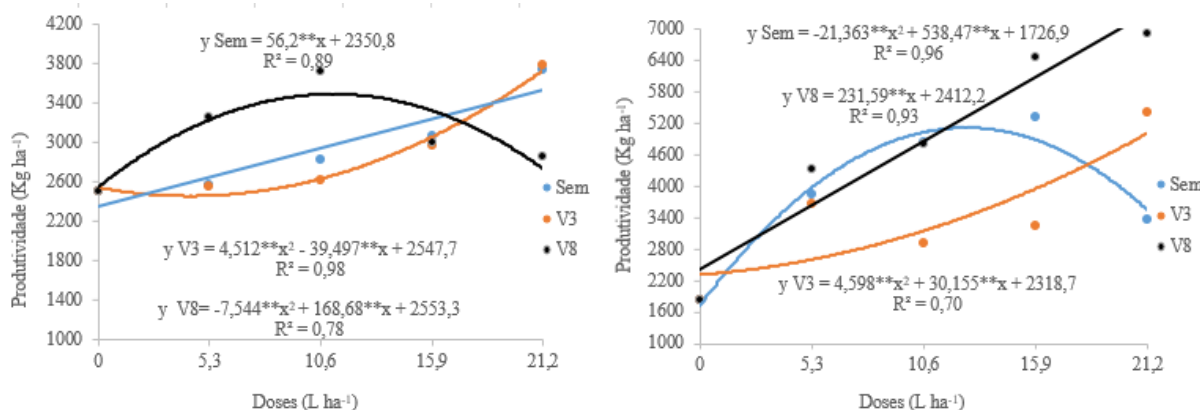


Figura 6: Produtividade (PROD) para o fator doses x níveis para o período chuvoso (Figura 6A) e para o período seco (Figura 6B). Sem = fase semente, V3 = fase V3 e V8 = fase V8. *, **: significativo a 5% e 1%, respectivamente pelo teste F.

Fonte: Material de pesquisa.

Para o período seco, a produtividade teve comportamento linear crescente no estágio fenológico V8, ou seja, a produtividade aumenta à medida que a dose aumenta, sendo que a

maior dose (21,2 L ha⁻¹) obteve a maior produtividade (7321,9 Kg ha⁻¹) nesse período superando o resultado do período chuvoso em quase o dobro da produtividade. Isso pode ter ocorrido porque mesmo em época de seca, o clima da cidade de Areia no estado da Paraíba, favoreceu essa variável, pois ainda ocorriam chuvas esporádicas, deixando o solo úmido para a absorção dos nutrientes necessários para as plantas que junto a aplicação do extrato pirolenhoso, aumentou a tolerância ao estresse da planta, a capacidade antioxidante, a aquisição e distribuição de nutrientes dentro da planta e por fim o crescimento e desenvolvimento de órgãos geradores (PARADIKOVIĆ et al., 2019). Confirmando a eficiência dos bioestimulantes às condições adversas, Wang et al. (2022) afirmam que esses produtos reduzem o estresse hídrico, regulando a abertura estomática, a morfologia do cloroplasto e os sistemas antioxidantes, melhorando assim o desempenho da planta.

O diâmetro da espiga se comportou de forma quadrática tanto no período chuvoso (Figura 7A) quanto para o período seco (Figura 7B). Para o período chuvoso a melhor dose foi 14,2 L ha⁻¹ obtendo um diâmetro de espiga de 5 cm e um acréscimo de 20% quando comparado a dose zero. No período seco, a melhor dose foi de 15,9 L ha⁻¹ conseguindo um diâmetro de espiga de 4,1 cm e um aumento de 17,1% quando comparado a testemunha. Essa variável está intimamente ligada com o número de fileira por espiga, que é influenciado pelo genótipo de milho, e com o enchimento de grãos, sendo esse influenciado pela disponibilidade de água (MARTÍNEZ-GUTIÉRREZ et al., 2022).

Assim, a disponibilidade de água no solo, promovido pela chuva no período chuvoso associado a aplicação do bioestimulante extrato pirolenhoso, aumentaram a resposta dessa variável explicando o maior diâmetro no período chuvoso em detrimento do menor diâmetro no período seco. Resultado semelhante foi encontrado Silva (2022), onde pesquisando os efeitos de diferentes doses de bioestimulantes, encontrou a média de 4,9 cm de diâmetro de espiga no período chuvoso e 4,1 cm para o período seco, com comportamento quadrático para ambos os períodos. Também corroboram com a presente pesquisa Galindo et al (2019) e Tejada et al. (2018), ao pesquisarem o uso de aplicação de bioestimulantes a cultura do milho encontraram resultados semelhantes ao do presente estudo.

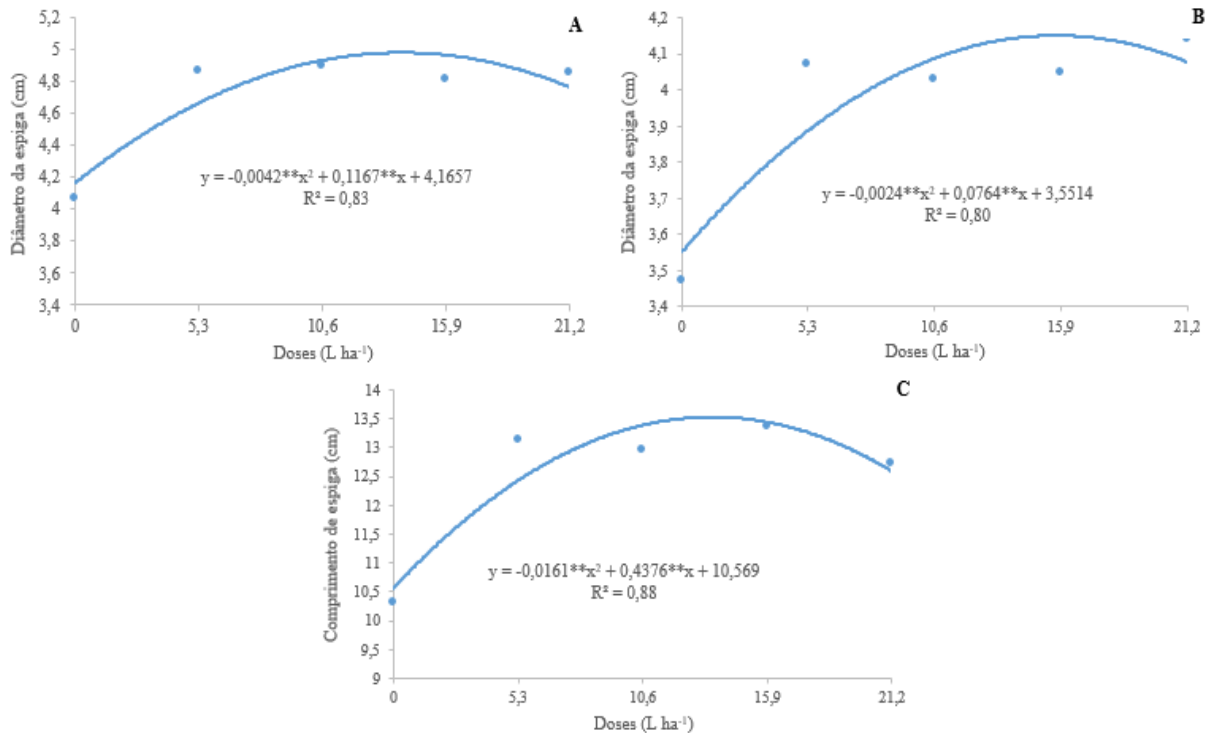


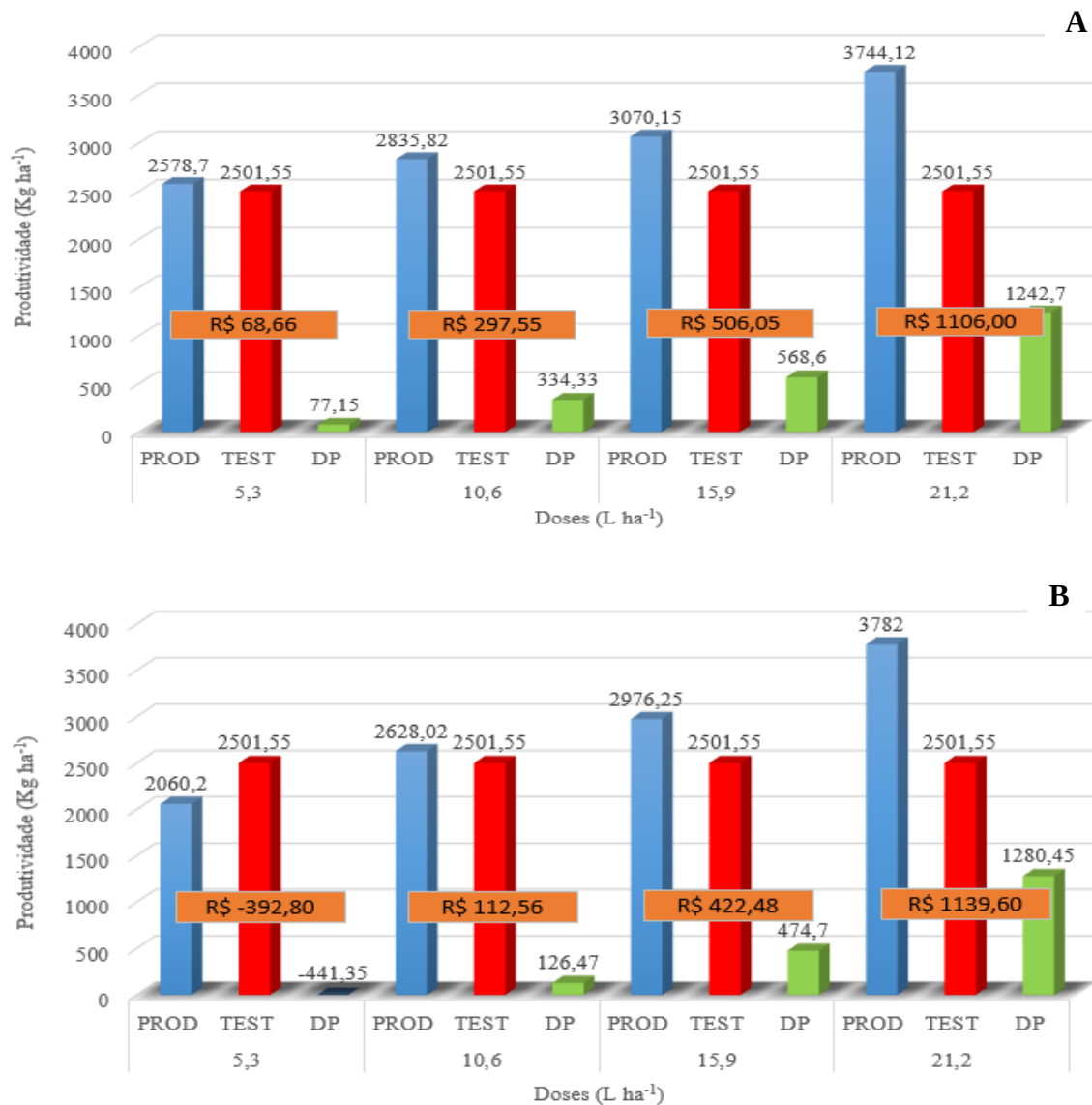
Figura 7. Diâmetro de espiga (DE) para o fator separado doses para o período chuvoso (Figura 7A) e para o período seco (Figura 7B) e Comprimento de espiga (CE) para o período chuvoso (Figura 7C). Sem = fase semente, V3 = fase V3 e V8 = fase V8. *, **: significativo a 5% e 1%, respectivamente pelo teste F.

Fonte: Material de pesquisa.

O Comprimento de espiga se comportou de forma quadrática no período chuvoso, no qual o melhor resultado pode ser observado na dose 13,6 L ha⁻¹, alcançando um comprimento de espiga de 13,5 cm e um incremento de 28,1% quando comparado a testemunha. Resultados próximo ao do presente experimento foi encontrado por El Boukhari *et al.* (2020) e Castanho *et al.* (2020), esses autores observaram que o comprimento de espiga reduzia a medida que a população de plantas de milho aumentavam, variando de 11,4 a 13,7 cm. Esse experimento obteve médias de comprimento de espiga superiores ao experimento de Azevedo (2021) que ao investigar o desenvolvimento e a produtividade do milho em resposta ao uso de plantas de cobertura morta no Brejo Paraibano, encontrou comprimento de espiga entre 7,4 a 11,2 cm no ano de 2019.

O resultado da análise da viabilidade econômica é expresso conforme a figura 8 relacionando a diferença de produção ao retorno financeiro a ser obtido com os tratamentos.

Considerando os investimentos iniciais que varia de 1069,12 a 1124,24 em um milharal com aplicação de doses de extrato pirolenhoso, no período chuvoso, a dose de 21,2 L ha⁻¹ mostrou-se atrativo, para as fases sementes e V3 com lucros de 1106,00 (Figura 8A) e 1139,60 (Figura 8B) com um incremento de 50% e 31,26, respectivamente.



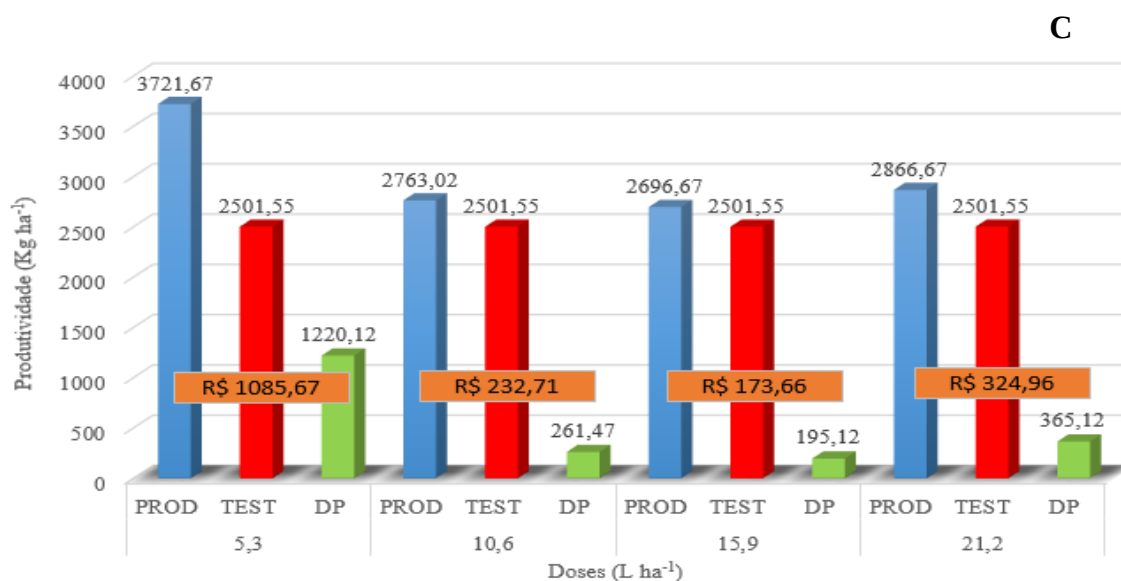


Figura 8. Análise de viabilidade econômica da aplicação foliar de doses do extrato pirolenhoso na cultura do milho para o período chuvoso no estágio fenológico semente (Figura 8A), V3 (Figura 8B) e V8 (Figura 8C).

Fonte: Material de pesquisa.

Já para o estágio V8, observa-se que o melhor resultado foi a menor dose, ou seja, 5,3 Lha⁻¹, com lucro de 1085,67 e um incremento na produtividade de 49% quando comparado com a testemunha.

Para o período seco, nota-se que o uso das doses do produto foi mais efetivo que o período chuvoso, isso porque o produto atua no desenvolvimento da planta e atenua o estresse ocasionado pela falta de água. No período chuvoso, muitas das vezes o produto escorre pelo chão, não atuando como deveria na planta, o que justifica as altas produtividades no período seco.

Para o estágio fenológico semente no período seco, a dose de 15,9 Lha⁻¹ obteve o melhor rendimento quando comparado às demais doses. Houve um lucro de 5309,99 com um incremento de 189,4 % quando comparado com a testemunha Figura 9A.

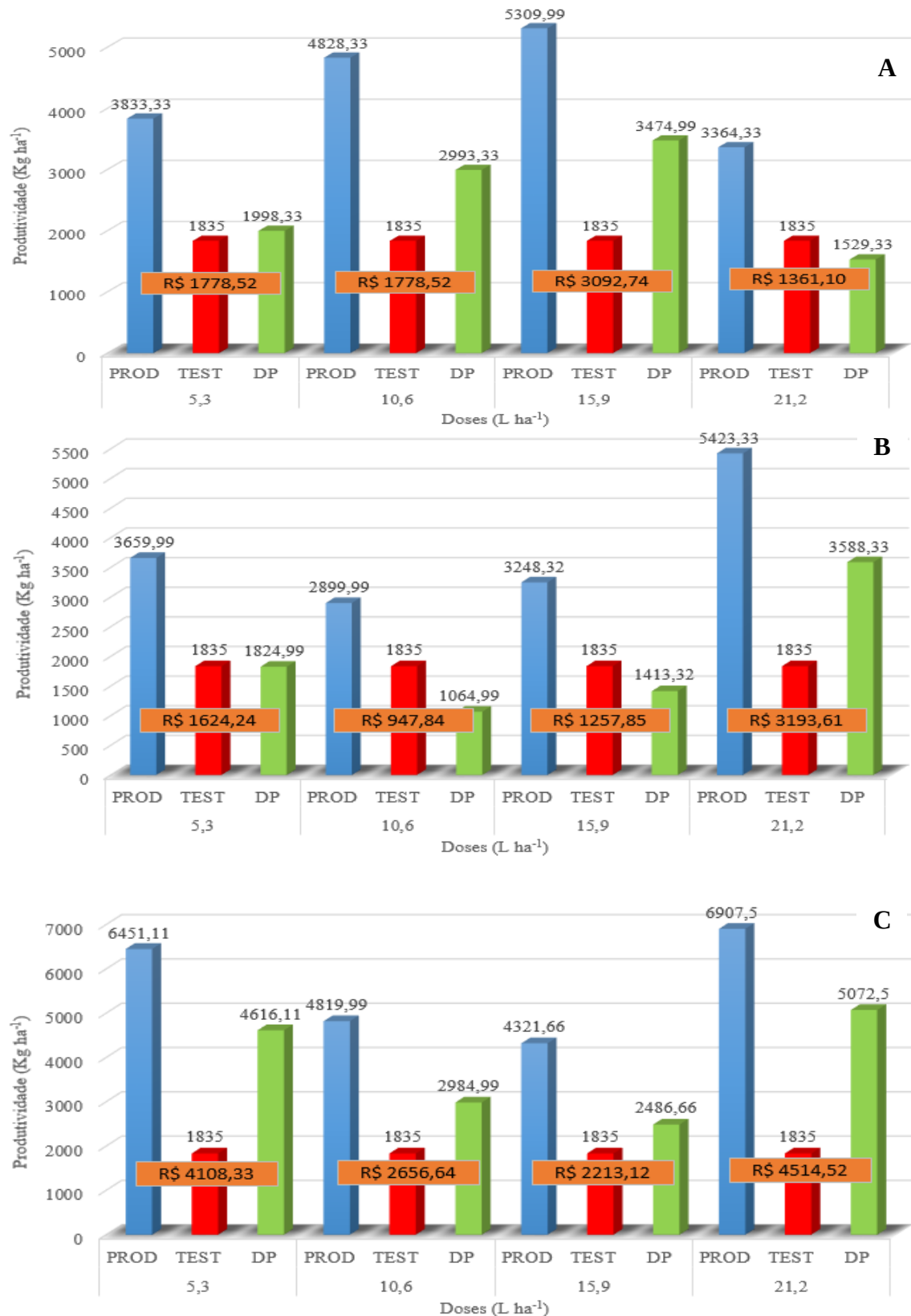


Figura 9. Análise de viabilidade econômica da aplicação foliar de doses do extrato pirolenhoso na cultura do milho para o período seco no estágio fenológico semente (Figura 9A), V3 (Figura 9B) e V8 (Figura 9C).

Fonte: Material de pesquisa.

Para os estádios fenológicos V3 e V8, a melhor viabilidade econômica pode ser vista na dose 21,2 Lha-1 com a produtividade de 5423,33 e 6907,50, com incrementos de 125,5% e 276,4% quando comparado a testemunha, respectivamente.

6. CONCLUSÕES

O uso do extrato pirolenhoso possibilitou um alto incremento tanto nas variáveis de rendimento do milho quanto na produtividade, mostrando sua eficiência nos dois períodos estudados.

Considerando todas as variáveis estudadas nesse trabalho, recomenda-se o uso do extrato pirolenhoso no estágio fenológico V8.

Recomenda-se a aplicação de 12 L ha^{-1} do extrato pirolenhoso no período chuvoso e $21,2\text{ L ha}^{-1}$ no período seco para a obtenção da máxima produtividade de grãos de milho.

A máxima viabilidade econômica no período chuvoso foi obtida em V3 com lucro de 1139,60 e no período seco foi obtida em V8 com lucro de 4514,52, ambos na dose $21,2\text{ L ha}^{-1}$.

REFERÊNCIAS

- AGRISHOW, **Etanol de milho:** como é feito e quais são suas vantagens? Redação Agrishow, 2022. Disponível em: <https://digital.agrishow.com.br/graos/etanol-de-milho-como-e-feito-e-quais-sao-suas-vantagens>. Acesso em 01 maio 2023.
- AL-TEMIMI, A. H. M.; AL-HILFY, I. H. H. Effect of the application of biostimulants on the agronomic parameters of corn varieties. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 16, n. 2, p. 1-6, 2021.
- ARAÚJO, L. L. M. DE; RAMOS, D.; BRACHTVOGEL, E.; KOVALSKI, A. Ação de bioestimulantes em cultivares comerciais de soja na região Norte do Vale Araguaia - MT. **Revista Pesquisagro**, v.4, p.3-21, 2021. <https://doi.org/10.33912/pagro.v4i1.1146> Acesso em 11 maio 2023.
- ARAÚJO, E. F. de. Utilização de herbicidas no controle de plantas daninhas na cultura do milho híbrido RG-02A. 2017. Acesso em 29 de abril de 2023.
- AZEVEDO, Marianne Costa de. DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY OF CORN (Zea mays L.) IN RESPONSE TO THE USE OF DEAD COVER PLANTS IN THE PARAIBANO BREJO Areia – PB, 2021. 59 p. Work to obtain the title of Master Degree in Agronomy – Federal University of Paraíba. Acesso em 15 de abril de 2023.
- BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. **A Cultura do Milho**. Évora: Universidade de Évora, 2014.
- BERGLUND, T.; WALLSTROM, A.; NGUYEN, T. V.; LAURELL, C.; OHLSSON, A. B. Nicotinamide; antioxidative and DNA hypomethylation effects in plant cells. **Plant Physiology Biochemistry**, v.118, p.551-560, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2017.07.023>. Acesso em 29 de abril de 2023.
- BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2014. 84 p. Acesso em 21 de março de 2023.
- BORÉM, A.; GALVÃO, J. C. C.; PIMENTEL, M. A. **Milho:** do plantio à colheita. 2. ed. Atual. e ampl. - Viçosa (MG): Ed. UFV, 2017.

BRAME, L. J. et al. Adubação nitrogenada em cobertura no milho cultivado em fileiras simples e duplas. **III Encontro Paulista de Ciências do Solo**, 2018. Disponível em: http://www.infobibos.com/anais/epcis/3/resumos/ResumoEPCIS3_0069.pdf. Acesso em 21 março 2023.

CAMPOBENEDETTO, C.; AGLIASSA, C.; MANNINO, G.; VIGLIANTE, I.; CONTARTESE, V.; SECCHI, F.; BERTEA, C. M. A biostimulant based on seaweed (*Ascophyllum nodosum* and *Laminaria digitata*) and yeast extracts mitigates water stress effects on tomato (*Solanum lycopersicum* L.). **Agriculture**, v. 11, n. 6, 557, 2021.

CAMPOS, A.D. **Técnicas para Produção de Extrato Pirolenhoso para uso Agrícola**. EMBRAPA - Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica 65, Pelotas, Dez. 2007, 8p.

CASTANHO, Felipe; CECCATTO, Smaylla El Kadri; DOS SANTOS, Esmael Lopes. Produtividade e componentes de rendimento de híbridos de milho em função da distribuição espacial na linha de semeadura. In: **Colloquium Agrariae**. ISSN: 1809-8215. 2020. p. 94-100. Acesso em 29 de abril de 2023.

CAVALCANTI, F. J. de A. (Coord.). **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco** : 2a. aproximação. 3. ed. rev. Recife: IPA, 2008

CHECKER, V. G., KUSHWAHA, H. R., KUMARI, P., AND YADAV, S. “Role of phytohormones in plant defense: signaling and cross talk,” in **Molecular Aspects of Plant-Pathogen Interaction**, eds A. Singh and I. Singh (Singapore: Springer), p. 159–184, 2018. doi: 10.1007/978-981-10-7371-7_7 Acesso em 01 maio 2023.

COSTA, N. de L.; DAROS, E. Bioestimulante como Fator de Produtividade da Cana-de-Açúcar. **Embrapa Roraima-Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E)**, 2010. Acesso em 11 maio 2023.

COLLA, R. L. DA S.; LIMA, S. F. DE; VENDRUSCOLO, E. P.; SECCO, V. A.; PIATI, G. L.; SANTOS, O. F. DOS; ABREU, M. S. Does foliar nicotinamide application affect second-crop corn (*Zea mays*)? **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias - UNCuyo**, v.53, p.64-70, 2021. <https://doi.org/10.48162/rev.39.040>

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 6 Safra 2018/19 Quinto levantamento, Brasília, p.1121 fevereiro 2019. Disponível em: https://www.conab.gov.br/infoagro/safras/graos/boletim_dasafradegraos. Acesso em: 01 de setembro de 2022.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira.** 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/infoagro/safras>. Acesso em: 01 de setembro de 2022.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Conab aponta perspectivas para milho na safra 2017/18.** 2017. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/2141-conab-aponta-perspectivas-para-milho-na-safra-201718-20171005>. Acesso em: 01 maio 2023.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Cenário do milho é destaque na Revista Indicadores da Agropecuária.** 2016. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/2016-cenario-do-milho-e-destaque-na-revista-indicadores-da-agropecuaria-20170515>. Acesso em 01 maio 2023.

CUI, W.; SONG, Q.; ZUO, B.; HAN, Q.; JIA, Z. Effects of Gibberellin (GA₄₊₇) in Grain Filling, Hormonal Behavior, and Antioxidants in High-Density Maize (*Zea mays* L.). **Plants**, v. 9, n. 8, 978, 2020. <https://doi.org/10.3390/plants9080978>. Acesso em 01 maio 2023.

EICHOLZ, E. D. et al. **Informações técnicas para o cultivo do milho e sorgo na região subtropical do Brasil:** safras 2019/20 e 2020/21. Embrapa Clima Temperado-Livro técnico (INFOTECA-E), 2020. Acesso em 29 de abril de 2023.

EL BOUKHARI, M. E. M. et al. **Trends in Seaweed Extract Based Biostimulants:** Manufacturing Process and. *Plants*, 2020. Acesso em 15 de abril de 2023.

FANCELLI, A. L.; **Ecofisiologia, Fenologia e Implicações básicas de Manejo.** In: GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. Milho do plantio à colheita. 1 ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015, p. 50-76

FANCELLI, A. L. **Plantas Alimentícias:** guia para aula, estudo e discussão. Piracicaba: USP/ESALQ, 1986. 131 p.

FRASCA, L. L. DE M.; NASCENTE, A. S.; LANNA, A. C.; CARVALHO, M. C. S.; COSTA, G. G. Bioestimulantes no crescimento vegetal e desempenho agrônômico do feijão comum de ciclo superprecoce. **Revista Agrarian**, v.13, p.27-41, 2020. <https://doi.org/10.30612/agrarian.v13i47.8571>.

- GALINDO, Fernando Shintate et al. Extrato de algas como bioestimulante da produtividade do trigo irrigado na região do cerrado. In: **Colloquium Agrariae**. ISSN: 1809-8215. 2019. p. 130-140. Acesso em 15 de abril de 2023
- GODLEWSKA, K.; BIESIADA, A.; MICHALAK, I.; PACYGA, P. The effect of plant-derived biostimulants on white head cabbage seedlings grown under controlled conditions. **Sustainability**, v. 11, n. 19, 5317, 2019.
- GREWAL, A.; ABBEY, L.; GUNUPURU, L. R. Production, prospects and potential application of pyroligneous acid in agriculture. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, v.135, p.152-159, 2018.
- GUIMARÃES, A. G.; OLIVEIRA, J. R.; SARAIVA, E. A. et al. Seleção de genótipos superiores de milho para cultivo no município Couto de Magalhães de Minas-MG. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 9, n. 2, p. 110-119, 2019.
- KIRKLAND, J. B.; MEYER-FICCA, M. L. Niacin. **Advances in Food and Nutrition Research**. v.83, p.83-149, 2018. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2017.11.003>. Acesso em 01 maio 2023.
- LERAYER, A. Guia do milho – tecnologia do campo a mesa. Conselho de Informações sobre Biotecnologia. 2013. 15 p.
- LOO A. Y, **Isolation and characterization of antioxidant compounds from pyroligneous acid of *Rhizophora apiculata***. 2008. 239f. Tese (Doutorado). Universiti Sains Malaysia. Penang, 2008.
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. Fisiologia da produção. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p. 63-87.
- MACHADO, R. M. A.; SERRALHEIRO, R. P. Soil Salinity: Effect on Vegetable Crop Growth. Management Practices to Prevent and Mitigate Soil Salinization. **Horticulturae**, v. 3, n. 2, 30, 2017.
- MARTÍNEZ-GUTIÉRREZ, A.; ZAMUDIO-GONZÁLEZ, B.; TADEO-ROBLEDO, M.; ESPINOSA-CALDERÓN, A.; CARDOSO-GALVÃO, J. C.; VÁZQUEZ-CARRILLO, M. G. Yield of corn hybrids in response to foliar fertilization with biostimulants. **Revista mexicana de ciencias agrícolas**, v. 13, n. 2, p. 289-301, 2022.

MAXIMIANO, C. V. **Pré-condicionamento de sementes de milho em água com diferentes concentrações de ozônio no desenvolvimento inicial da plântula e o controle de *Fusarium spp.*** Brasília, 2017. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade de Brasília.

MELO, T. A., ARAÚJO, M. U. P.; SERRA, I. M. R. S.; PASCHOLATI, S. F. Produtos naturais disponíveis comercialmente induzem o acúmulo de fitoalexinas em cotilédones de soja e mesocótilos de sorgo. **Summa Phytopathologica**, v.43, n.3, p.205-211, 2017.

MELHORCÂMBIO.COM. **Milho Hoje** – Valor da Saca de milho. 2023. Disponível em: <https://www.melhorcambio.com/milho-#?text=O%20valor%20da%20saca%20do,em%20R%24%2053%2C73>. Acesso em 12 de junho de 2023.

MIRANDA, P. S. et al. Aplicação de silício na cultura do milho. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 16, n. 1, p. 1-6, 2018.

MIRANDA, R. A. Uma história de sucesso da civilização. **A Granja**, v. 74, n. 829, p. 24-27, 2018.

MIYASAKA, S.; OHKAWARA, T.; UTSUMI, B. **Ácido Pirolenhoso: uso e fabricação.** Botucatu, 1999. (Boletim AgroEcológico, 14).

NÓBREGA, J. S.; FÁTIMA, R. T.; FERREIRA, J. T. A.; FIGUEIREDO, F. R. A. et al. Photochemical efficiency, biomass and chlorophyll of phyális under salinity and biostimulant. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 16, n. 2, p. 1-7, 2021.

NUNES, J. L. S. **Características do milho.** Agrolink, 2020. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/culturas/milho/informacoes/caracteristicas_361401.html#:~:text=O%20milho%20pertence%20a%20fam%C3%ADlia,a%20diferentes%20condi%C3%A7%C3%B5es%20de%20ambiente. Acesso em 01 maio 2023.

PANFILI, I.; BARTUCCA, M. L.; MARROLO, G.; POVERO, G.; BUONO, D. D. Application of a plant biostimulant to improve maize (*Zea mays*) tolerance to Merolachlor. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.67 p.12164-12171, 2019. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b04949>.

PARADIKOVIĆ, N.; TEKLIĆ, T.; ZELJKOVIĆ, S.; LISJAK, M.; ŠPOLJAREVIĆ, M. Biostimulants research in some horticultural plant species - A review. **Food and Energy Security**, v. 8, n. 2, e00162, 2019.

PEREIRA FILHO, I. A.; BORGHI, E. **Levantamento de cultivares de milho para o mercado de sementes: safra 2020/2021**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2021. 20p.

PEREIRA, C. S.; ZANETTI, V. H.; WIEST, G.; SCHOFFEN, M. E.; FIORINI, I. V. A. Desempenho produtivo de híbridos de milho na segunda safra no norte de Mato Grosso. **Tecno-Lógica**, v. 24, n.2, p. 160-165, 2020. <https://doi.org/10.17058/tecnolog.v24i2.14713>. Acesso em 15 de abril de 2023.

PERIN, A.; GONÇALVES, E. L.; FERREIRA, A. C.; SALIB, G.; RIBEIRO, J.M.; ANDRADE, E; SALIB, N. Uso de promotores de crescimento no tratamento de sementes de feijão carioca. **Revista Global. Science Technology**, Rio Verde, v.09, n.03, p.98 – 105, 2016.

PINHEIRO, L. da S.; GATTI, V. C. DO M.; OLIVEIRA, J. T. DE; SILVA, J. N. da; SILVA, V. F. A.; SILVA, P. A. Características agro econômicas do milho: uma revisão. **Natural Resources**, v.11, p.13-21, 2021. <http://doi.org/10.6008/CBPC2237-9290.2021.002.0003>. Acesso em 05 de abril de 2023.

RIBEIRO, J. G.; SERRA, I. M. R. S.; ARAÚJO, M. U. P. Uso de produtos naturais no controle de antracnose causado por *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. **Summa Phytopathologica**, v. 42, p. 160-164, 2016.

RIBEIRO, J. E. S., BARBOSA, A. J. S., LOPES, S. F., PEREIRA, W. E., & ALBUQUERQUE, M. B. Seasonal variation in gas exchange by plants of *Erythroxylum simonis* Plowman. **Acta Botanica Brasílica**, v. 32, p. 287-296, 2018. <https://doi.org/10.1590/0102-33062017abb0240>_Acesso em 01 de abril de 2023.

R Core Team: Uma Linguagem e Ambiente para Computação Estatística. 2019. R Foundation for Statistical Computing, Viena, Áustria. <https://www.R-project.org/>

SANTOS, V. M.; MELO, A. V.; CARDOSO, D. P.; GONÇALVES, A. H.; VARANDA, M. A. F.; TAUBINGER, M. Uso de bioestimulante no crescimento de plantas de *Zea mays* L. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 3, p. 307-318, 2013. DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v12n3p307-318. Acesso em 01 de maio de 2023.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018, 356p.

SCHNITZER, J. A.; SU, M. J.; VENTURA, M. U.; FARIA, R. T.; Doses de extrato pirolenhoso no cultivo de orquídea. **Revista Ceres**, v. 62, p. 101-106, 2015.

SILVA, A. R.; CUNHA, G.; SILVA, J. P. R. Algas proporcionam tolerância ao estresse hídrico no milho. **Revista Campo e Negócios**. On-line. 2022 Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/algas-proporcionam-tolerancia-ao-estresse-hidrico-no-milho/>. Acesso em 20 de agosto de 2022.

SILVA, P. H. V.; SILVEIRA, C. M.; SOUSA, A. G. V. Desempenho inicial de sementes de soja com o uso de extrato pirolenhoso. **Revista de Biotecnologia & Ciência**, v.10, n.2, 2021.

SILVA, C. J. et al. Pyroligneous liquor effect on in and ex vitro production of *Oeceoclades maculata*. **Revista Caatinga**, v.30, n.4, p.947-954, 2017.

SOUSA, V. F.; ZONTA, J. B. (Org.). **Cultivo do milho-verde irrigado na Baixada Maranhense**. São Luís: Embrapa Cocais, 2020. 140p.

TEJADA, M.; RODRÍGUEZ, M. B. P. P.; PARRADO, J. Effects of foliar fertilization of a biostimulant obtained from chicken feathers on maize yield. **Eur. J. Agron**, v. 1, n. 96, p. 54-59, 2018.

TINTE, M. M.; MASIKE, K.; STEENKAMP, P. A.; HUYSER, J.; VAN DER HOOFT, J. J.; TUGIZIMANA, F. (2022). Computational Metabolomics Tools Reveal Metabolic Reconfigurations Underlying the Effects of Biostimulant Seaweed Extracts on Maize Plants under Drought Stress Conditions. **Metabolites**, v. 12, n. 6, 487, 2022.

TROMBETTA, L. J. et al. Performance of the dekalb 230 corn hybrid using biostimulants: phenological and productive characteristics. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 43986-43995, 2020.

VENDRUSCOLO, E. P.; LIMA, S. F. de. The *Azospirillum* genus and the cultivation of vegetables. **A review. Biotechnology, Agronomy and Society and Environment**, v.24, p.236-246, 2021. <https://doi.org/10.25518/1780-4507.19175>. Acesso em 15 de abril de 2023.

WANG, Y.; FU, F.; LI, J.; WANG, G.; WU, M.; ZHAN, J.; CHEN, X.; MAO, Z. Effects of seaweed fertilizer on the growth of *Malus hupehensis* Rehd. seedlings, soil enzyme activities

and fungal communities under replant condition. **European Journal of Soil Biology**, v.75, p.1-7, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2016.04.003>. Acesso em 01 de maio de 2023.

WANG, W.; ZHENG, W. L. V. H.; LIANG, B.; JIN, S.; LI, J.; ZHOU, W. Animal-derived plant biostimulant alleviates drought stress by regulating photosynthesis, osmotic adjustment, and antioxidant systems in tomato plants. **Scientia Horticulturae**, v. 305, n. 111365, 2022. DOI: 10.1016/j.scienta.2022.111365. Acesso em 15 de abril de 2023.

WEISMANN, M. **Fases de desenvolvimento da cultura do milho**. In: TECNOLOGIA e produção milho safrinha e culturas de inverno 2008. 4. ed. Maracajú: Fundação MS, 2007. p. 31-38

YAHAYU, M. et al. Efficacy of pyroligneous acid from pineapple waste biomass as wood preserving agent. **Jurnal Tek-nologi**, v.79, n.4, p.1-8, 2017. Acesso em 01 de abril de 2023.