

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO
PAULO- CÂMPUS BARRETOS – UNIDADE AGRÍCOLA**

TAYNÁ CALMON ARRUDA

**AVALIAÇÃO DE BIOESTIMULANTES NO CRESCIMENTO
INICIAL DE PLANTAS DE CANA-DE-AÇÚCAR**

BARRETOS

2022

TAYNÁ CALMON ARRUDA

**AVALIAÇÃO DE BIOESTIMULANTES NO CRESCIMENTO
INICIAL DE PLANTAS DE CANA-DE-AÇÚCAR**

Monografia apresentada à banca examinadora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - IFSP- Câmpus Barretos- Unidade Agrícola, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof^o Dr^o Guilherme Augusto Canella Gomes

Co-Orientador: Prof^o Me. Marcos Augusto Paladini dos Santos

BARRETOS

2022

A779a Arruda, Tayná Calmon

Avaliação de bioestimulantes no crescimento inicial de plantas de cana-de-açúcar / Tayná Calmon Arruda. - 2022.

32 f. : il.; 30 cm

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia) - Instituto Federal de São Paulo - Campus Barretos, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Guilherme Augusto Canella Gomes

Co-orientação: Prof. Me. Marcos Augusto Paladini dos Santos

1.Cana-de-açúcar. 2.Bioestimulantes. 3.Folcisteína. 4.Extrato de algas. I. Título.

CDD: 633.61

Ficha Catalográfica elaborada pela bibliotecária Juliana Alpino de Sales CRB 8/8764,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

TAYNÁ CALMON ARRUDA

**AVALIAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS NO
CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE CANA-DE-
AÇÚCAR**

Monografia apresentada à banca examinadora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - IFSP- Câmpus Barretos- Unidade Agrícola, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof^o Dr^o Guilherme Augusto Canella Gomes

Co-Orientador: Prof^o Me. Marcos Augusto Paladini dos Santos

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^o:

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de São Paulo

Prof^o:

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de São Paulo

Prof^o:

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de São Paulo

Dedico o presente trabalho primeiramente a Deus, a minha mãe Ana Paula, e aos meus primos Kleber, Marcella e Rafaela, ao meu orientador e amigo Guilherme Canella.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus primeiramente, pois sem o mesmo não estaria aqui; às minhas colegas, Cintia e Eliane, ao meu tio Dirlei, por ter sido de suma importância no meu momento de ingresso ao curso, à minha tia Patrícia pelos incentivos durante esta jornada, à minha prima Ana Luiza pelas ajudas quando precisei. Agradeço à minha mãe pela oportunidade de evolução, pelos seus esforços para que eu pudesse chegar a esse momento e por todo o ensinamento que me proporcionou. Aos professores por cada aprendizado, ajuda e atenção necessária, principalmente ao meu orientador, o professor Dr. Guilherme o qual me possibilitou a oportunidade deste trabalho e diversos aprendizados durante a sua realização, e ao co-orientador, professor Me. Paladini o qual contribuiu grandemente com seus conhecimentos. A dona Júlia e dona Maura, as quais contribuíram com as coletas de dados. Aos meus companheiros de sala por contribuírem para meu crescimento e amadurecimento, tanto pessoal como profissional, em particular a minha amiga, Ana Beatriz Arena, por ter sido de suma importância na minha jornada, ao caro amigo, Luis Savenagi, por contribuir para o meu comedito. E principalmente grata a mim, pela minha autarcia.

“Tudo tem seu apogeu e seu declínio ... É natural que seja assim, todavia, quando tudo parece convergir para o que supomos o nada, eis que a vida ressurgue, triunfante e bela! ... Novas folhas, novas flores, na infinita benção do recomeço.”

(Chico Xavier)

RESUMO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e devido à importância da cultura e da sua área ocupada, é imprescindível que se busque alternativas para um manejo sustentável, como o uso de bioestimulantes. Objetivou-se com este trabalho pesquisar a melhor fonte de bioestimulante para a cultura da cana-de-açúcar, dentre eles: ácidos húmicos e fúlvicos, aminoácidos, extrato de algas, folcisteína, quitosana, leonardita e turfa. O experimento foi instalado em novembro de 2020, na Casa de Vegetação da Usina COFCO, em Catanduva – SP. No total foram 11 tratamentos, nos quais os toletes de cana, da variedade CTC9002, foram imersos nas diferentes soluções por 30 minutos e, em seguida, foram colocados para germinar em vasos plásticos de 15 Kg. Foram utilizados 15 vasos por tratamento, distribuídos em delineamento de blocos casualizados. Aos noventa dias após a germinação, as plantas foram coletadas, identificadas e levadas ao laboratório de Fisiologia Vegetal do IFSP, campus Barretos, onde foram determinados os acúmulos de matérias secas das partes aéreas, raízes e totais, as alturas das plantas, bem como o número de perfilhos por gema. Dentre os tratamentos, a Folcisteína, o Extrato de Algas e as Composições Centesimais de Aminoácidos utilizados nas formulações apresentaram - se eficientes na estimulação do crescimento das plantas de cana-de-açúcar.

Palavras chaves: Cana-de-açúcar. Bioestimulantes. Folcisteína. Extrato de algas. Aminoácidos.

ABSTRACT

Brazil is the biggest sugarcane producer worldwide and due to the importance of its cultivation besides the acreage which it occupies in the country, it is extremely important to seek alternatives for a sustainable management. That is why the agriculture has introduced the use of biostimulants at the crops. This present work aims at searching the best source of biostimulant for the sugarcane cultivation, such as: humic and fulvic acids, amino acids, algae extract, folcysteine, chitosan, leonardite and peat. The experimente took place in November of 2020, at Casa de Vegetação da Usina COFCO, in Catanduva/SP. In total it was made 11 experimental treatments in which the sugarcane (of variety CTC9002) setts were immersed in different solutions for 30 minutes and then placed to germinate in plastic pots. Fifteen pots were used per treatment, distributed in a randomized block design. Three months after germination the the plants were collected, identified and taken to the Plant Physiology Laboratory of IFSP, campus Barretos, where it was observed the dry matter accumulation of aerial, root and total parts of the plants, as well as their height, and the number of tillerings per sprout. Among all the experimental treatments made, the ones with Folcysteine, Algae Extract and Centesimal Compositions of Amino Acids in their composition were considered the most efficient in stimulating the growth of sugarcane plants.

Keywords: Sugarcane. Biostimulants. Folcysteine. Algae extract. Amino Acids.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1 ÁCIDOS HÚMICOS E FÚLVICOS	10
2.1.1 Turfa	11
2.1.2 Leonardita.....	12
2.2 AMINOÁCIDOS	13
2.3 EXTRATO DE ALGAS.....	14
2.4 FOLCISTEÍNA	15
2.5 QUITOSANA.....	17
3 MATERIAIS E MÉTODOS	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
5 CONCLUSÕES	24
REFERÊNCIAS.....	25

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, possuindo a região Centro-Sul como responsável por mais da metade da produção brasileira de cana-de-açúcar que, segundo a CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) em seu quarto levantamento da safra 2019/20, ultrapassou 589 milhões de toneladas de cana-de-açúcar produzidas, representando quase 92% de toda produção nacional. São Paulo, o maior produtor nacional, teve sua área reduzida em 2,8% comparado com a safra passada, porém houve o aumento na produção de cana-de-açúcar de 2,9%. Em Goiás, os incrementos de área e produtividade média impulsionaram a produção, que obteve um aumento em 7,5% em relação à última safra.

Tendo em vista tais dados, nota-se que a produtividade dos canavieiros é crescente, porém a busca para que o aumento da mesma ocorra de forma sustentável é imprescindível a manutenção da produção e do meio ambiente para as próximas gerações. Como resultado dessa busca, surgem novos produtos para suplementar a produção canavieira, assim diminuindo as aplicações de defensivos agrícolas na cultura.

Como resposta, a agricultura buscou o uso de bioestimulantes, que são produtos de origem natural animal ou vegetal, sendo qualquer substância ou microrganismo, aplicado com o objetivo de aumentar a eficiência nutricional, de induzir a planta a ter respostas positivas em um meio estressante, seja ele abiótico ou biótico, e tendo como resposta um maior crescimento, desenvolvimento e produtividade da planta. Os bioestimulantes interferem nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo independentemente do seu teor de nutrientes.

As diferentes fontes de bioestimulantes podem gerar resultados divergentes na produtividade, no crescimento e desenvolvimento da planta. Isso porque, cada fonte pode possuir quantidades maiores ou menores de determinadas substâncias, contribuindo, assim, para a regulação de diferentes tipos de enzimas, diferentes fitoalexinas produzidas, dentre outras ações, induzindo então a respostas diferentes ao mesmo estresse. Portanto, este trabalho se objetivou comparar as diferentes fontes de bioestimulantes aplicados na cultura da cana-de-açúcar.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ÁCIDOS HÚMICOS E FÚLVICOS

A matéria orgânica do solo é um composto resultante da degradação de material orgânico, podendo ser dividida em dois grupos: substâncias húmicas e não húmicas. As substâncias não húmicas possuem características químicas bem definidas, tais como, polissacarídeos, aminoácidos, açúcares, proteínas e ácidos orgânicos de baixa massa molar. Segundo Borsari (2013, pg 44), “Já as substâncias húmicas não apresentam características químicas e físicas bem definidas, e se dividem em ácido húmico, ácido fúlvico e humina, com base nas suas características de solubilidade.”

Os ácidos húmicos constituem a maior fração das substâncias húmicas. Trata-se de precipitados escuros, solúveis em ácidos minerais e solventes orgânicos; apresentam elevado peso molecular, capacidade de troca de cátions (CTC) entre 0,35 e 0,5 g (gramas) , com origem na lignina, possuem alto teor de ácidos carboxílicos e significativas quantias de nitrogênio (TAN,1993 apud CARON; GRAÇAS, CASTRO,2015, p.10).

Os ácidos fúlvicos são semelhantes aos ácidos húmicos, porém estruturalmente são diferentes, de acordo com Caron; Graças, Castro (2015, p.10):

Os ácidos fúlvicos são solúveis em água, soluções ácidas e alcalinas. Apesar de possuírem similaridade estrutural aos ácidos húmicos, apresentam menor peso molecular, maior quantidade de compostos fenólicos e de grupos carboxílicos e uma menor quantidade de estruturas aromáticas. Estas características lhes conferem melhor solubilidade em água e maior capacidade de troca catiônica (0,7 a 1,0 g).”

As substâncias húmicas possuem uma composição variada, em diferentes produtos e até mesmo dentro dos mesmos lotes. Tal variância existe pois sua composição pode ser alterada de acordo com seu material de origem. Por ser um material orgânico, naturalmente as substâncias húmicas (SHs) irão atuar nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Considera-se que as substâncias húmicas representam fonte de liberação lenta de nitrogênio, fósforo e enxofre, aumentam o movimento e absorção de íons, contribuindo, assim, para a CTC do solo, incrementam a respiração e a velocidade das reações enzimáticas do ciclo de Krebs, promovem alta produção de ATP (Adenosina Trifosfato) nas células radiculares, aumento nos níveis de clorofila e na síntese de ácidos

nucléicos, possuem a habilidade de formar complexos com vários íons metálicos e agem como tamponantes da reação do solo em uma ampla faixa de pH.

Há estudos que comprovam a eficácia do uso dos ácidos húmicos e fúlvicos na cultura da cana-de-açúcar. Para os autores Rosato; Bolonhezi; Ferreira (2010) as aplicações de substâncias húmicas na cultura da cana de açúcar, teve sua eficácia, possuindo um efeito positivo sobre o acúmulo de sacarose, porém para BOLONHEZI; FERREIRA (2013) às aplicações da mesmas não resultam no aumento do perfilhamento, tampouco obteve aumento na produtividade.

As substâncias húmicas e fúlvicas são encontrada naturalmente em solos com alto teores de matéria orgânica, porém com o uso indiscriminado do solo, manejos inadequados, como monocultura, aplicação intensivas de defensivos agrícolas, gradagens e arações sucessivas, dentre outros, o nível da mesma se torna baixo nos solos, por isso a importância de sua aplicação e seus estudos comprobatórios sobre sua eficiência.

2.1.1 Turfa

Com origem da degradação vegetal, a turfa é um material fóssil presente em áreas alagadiças como várzeas de rios, planícies costeiras e regiões lacustres. A turfa é constituída por três grupos principais: betume (ácidos graxos, ceras e esteróides), substâncias húmicas e carboidratos, como celulose e lignina, sendo rica em substâncias húmicas e fúlvicas, a mesma contribui para aumento na absorção e solubilização de nutrientes no solo, como o aumento da CTC, maior atividade microbiana, aumenta a capacidade de retenção de água, isso devido seu alto teor de matéria orgânica, dentre outros benefícios que contribuem significativamente para a melhoria das qualidades físicas, químicas e biológicas do solo.

Para Silva et al (2015, p. 179), a turfa em gel apresentou incrementos na fertilidade do solo e produtividade na cultura de cana-de-açúcar.

Para ampliar a análise sobre os efeitos das aplicações da rocha aplicada na cultura realizou-se o presente trabalho e o seu desempenho foi comparado aos outros bioestimulantes.

2.1.2 Leonardita

De origem geológica e rica em carbono humificado, a leonardita possui a capacidade de melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo, principalmente na área subsuperficial, onde há o maior desenvolvimento de raízes. Segundo Neves, Pacheco e Kaya et al.:

A leonardita é um mineralóide obtido de linhitos de carbono, com origem em rochas sedimentares ou turfa, formados a partir da decomposição de plantas e animais, através do processo de mineralização ou humificação. No processo de mineralização, o material é submetido a condições pedológicas de coalificação, que é a transformação do material vegetal em carvão após degradação bioquímica e geoquímica. (apud et al SCHNEIDER, 2020, p.22).

Com aplicações da rocha, é possível aumentar a absorção de nutrientes, devido à capacidade da matéria orgânica de aumentar a CTC do solo, disponibilizando maiores teores nutrientes do solo.

Com ácidos húmicos presentes, a aplicação de leonardita possui uma ação voltada ao solo, enquanto, com a presença dos ácidos fúlvicos a rocha possui ação voltada para a nutrição da planta.

“O minério de Leonardita é uma substância que contém em sua composição 50 a 75% de matéria orgânica e uma quantidade significativa de substâncias húmicas, como ácido húmico, ácido fúlvico e huminas.” (ARVENSIS, 2020). Sendo rica em substâncias húmicas e fúlvicas, segundo a Arvensis (2020) :

A leonardita, pode ser facilmente considerada como bioestimulante, atua como promotora de crescimento e estimula o desenvolvimento das culturas, influenciando diretamente no rendimento e produtividade. Favorece o metabolismo primário e secundário das plantas, estimulando a produção de auxinas, citoquininas e giberelinas, que auxiliam no crescimento vegetativo. (ARVENSIS, 2020).

Para Viejo (2014, p.47), na cultura da banana foram identificadas melhorias nas características agronômicas, como a circunferência do caule, altura de planta filho sucessivas, emissão de folha, tamanho dos frutos, peso do cacho, comprimento do dedo e proporção.

Portanto, para maiores conhecimentos de como a leonardita atua sobre a cultura da cana-de-açúcar e seus resultados comparados a outros bioestimulantes, realizou-se este trabalho.

2.2 AMINOÁCIDOS

Os aminoácidos fazem parte da constituição de todos os seres vivos, animal ou vegetal, sendo moléculas orgânicas, possuindo um carbono central, comumente assimétrico, com ao menos um grupo funcional amina (NH₂) e outro carboxílico (COOH). Os aminoácidos, que são de suma importância para a manutenção da vida, podem ser encontrados nos organismos de forma livre ou como constituintes de péptidos, proteínas (e enzimas), polímeros resultantes de reações de condensação que podem incluir outros componentes, e ainda associados a outras moléculas biológicas, como é o caso da vitamina B₅.

Na constituição vegetal, os aminoácidos possuem inúmeras funções, para Andrade e Castro (2019), as mais importantes estão:

[...] a síntese de proteínas, o preparo de substâncias reguladoras do metabolismo vegetal e também é ativadora do metabolismo fisiológico. Além disso, os aminoácidos possuem a função de interação com a nutrição da planta, aumentando a eficiência da absorção, transporte e assimilação de nutrientes.

Os vegetais são capazes de produzir os aminoácidos essenciais a sua sobrevivência, porém em momentos de estresse biótico ou abiótico, em que a demanda de energia que a planta necessita é maior a produção de aminoácidos pode ser suprimida, diminuindo sua capacidade de se defender. Dessa forma, as plantas ficam mais suscetíveis aos danos e com maiores chances de prejudicar sua produtividade.

Em ambientes estressantes, a aplicação de aminoácidos é capaz de suprir sua demanda, fornecendo à planta componentes essenciais a sua sobrevivência de uma maneira mais rápida, portanto melhorando suas respostas.

De acordo com Andrade e Castro (2019), quando é realizado as aplicações de aminoácidos, independente de ser via foliar ou via solo, os mesmos geram bons resultados aos vegetais, como:

[...] retardam o envelhecimento das folhas, prolongando o ciclo produtivo e reduzindo a fitotoxicidade de alguns herbicidas, fungicidas e herbicidas. Assim, a aplicação de aminoácidos, via solo ou foliar, proporciona economia energética. (ANDRADE; CASTRO, 2019).

Ainda para Andrade e Castro (2019), os aminoácidos possuem uma rápida absorção e translocação, portanto gerando reservas de energias e rápidas respostas:

Os aminoácidos, aplicados via solo ou foliar, podem ser absorvidos e rapidamente transportados para as demais partes das plantas e empregados na formação de proteínas ou como matéria-prima, sem o gasto energético inicial, deixando uma provisão de energia para as demais demandas do vegetal. Os aminoácidos aumentam a eficiência da absorção, transporte e assimilação dos nutrientes, devido ao seu poder complexante. Sendo assim, a associação de nutrientes minerais e aminoácidos é uma boa opção. A complexação de cátions com aminoácidos gera moléculas que são neutras eletricamente, melhorando a absorção e redistribuição dos nutrientes. (ANDRADE; CASTRO, 2019).

Na cultura da batata, as aplicações de aminoácidos, via solo, apresentaram bons resultados, como o aumento no incremento da produção entre 45 a 52%, melhora da produção de tubérculos para classificação (ANDRADE; CASTRO, 2019). Segundo Bettoni et al (2013, p.182), para o cultivo de brócolis orgânico, o uso de aminoácidos elevou a produção. Para Coelho (2006, p.5) a aplicação do aminoácido Aminol Forte na cultura do milho no tratamento de semente apresentou maior velocidade de emergência, maior crescimento do sistema radicular e aumento na produtividade de grãos de 14 % (860 kg/ha) e as aplicações foliares dos aminoácidos Humiforte, Fosnutren e Kadostim, nos estádios de desenvolvimento vegetativo de 4, 7 e 10 folhas, comparado ao tratamento controle, proporcionou um aumento médio de 22 % (1.500 kg/ha) na produtividade de grãos.

Portanto, devido à falta de conhecimentos sobre os aminoácidos na cultura da cana-de-açúcar, decidiu-se utilizá-lo nos tratamentos para aquisição de informações sobre a eficiência do bioestimulante sobre a planta.

2.3 EXTRATO DE ALGAS

O extrato de algas é utilizado na agricultura como um bioestimulante e biofertilizante, tendo sua origem em uma fonte natural: as macroalgas. A espécie mais comumente usada é a *Ascophyllum nodosum* que, segundo Silva (2018, p.2) “ Trata-se de uma fonte natural de Macro e Micronutrientes, Aminoácidos, Hormônios Vegetais, Polissacarídeos e outros Carboidratos.”

Segundo os autores Feitosa et al (2018), as plantas conseguem obter melhores respostas com a presença de hormônios e outras substâncias oriundos de forma natural, pois:

[...] a principal hipótese seria a de citocininas naturais capazes de atuar como antioxidante ou mesmo sinalizadoras de defesas antiestresses, o que a maioria das citocininas sintéticas não realizam. A ação não é apenas pontual, mas sistêmica em todo o vegetal, respeitando os processos fisiológicos da planta, o que permite a regulação pelas células e tecidos, evitando assim estresses pela adição de um composto externo em momento inadequado, além do que outros compostos do extrato de algas auxiliam nos processos de defesas antiestresses, sem acarretar gastos energéticos significativos. (FEITOSA et al, 2018, p.4).

O aumento do uso de biofertilizante a base de algas resultou no aumento de pesquisas sobre o produto, de acordo com o estudo de Silva (2011), na cultura do morango, para a qual “A aplicação de extrato da alga *Ascophyllum nodosum* promoveu diferenças significativas sobre as características produtividade, massa fresca de estolões e número de frutos.”

Também nos estudos de Feitosa et al. (2018) que estudaram a produtividade da gema da videira “Observou-se maior fertilidade potencial (%) no tratamento do extrato de algas à base *Ascophyllum nodosum* de 9 litros ha⁻¹, obtendo-se um incremento de 69% quando comparado com a testemunha.”

Por sua vez, em Santos (2019, p.21), concluiu que, na cultura da cana-de-açúcar a cultivar RB-975952 apresentou maior número de folhas verdes no perfilho principal em comparação a cultivar RB-855156, mas em relação à altura de plantas no perfilho principal e número de perfilho na touceira elas não diferiram entre si. Portanto é necessário estudos para uma maior comprovação dos resultados das aplicações de bioestimulantes a base de extrato de algas marinhas nesta cultura.

2.4 FOLCISTEÍNA

A folcisteína é um regulador de crescimento, pois possui ações enzimáticas e estímulos ao incentivo de produção do GA3 (Ácido giberélico), sendo utilizada como bioestimulante para gerar reservas bioquímicas para resistir a períodos críticos causados por estresse abiótico e atuando diretamente no crescimento e desenvolvimento das plantas.

Os grupos tióis liberados pela folcisteína são importantes para a síntese de proteínas, DNA e RNA, para regular a formação e divisão celular e respiração. Para os autores Payan e Pablo (1994).

O bioestimulante folcisteína, um derivado do ácido fólico e da cisteína que estimula a atividade de enzimas anabólicas em plantas, e o regulador de crescimento de plantas GA3 mostraram melhorar a rendimento e / ou a qualidade de várias safras nas condições da República Dominicana. (PAYAN; PABLO, 1994 p.355).

A folcisteína possui ação antioxidante atuando diretamente nas enzimas antioxidantes, assim resultando em melhores desenvolvimentos. Os autores Mohamed (2005) apud et al BOBILLO; TARDITI (2017, p.7) “relataram que a folcisteína em aplicações foliar foi sinérgico no desenvolvimento de antioxidantes, eliminadores de radicais livres (ROS)”. Nos estudos de Zhang e Schmidt, 2000 apud et al BOBILLO; TARDITI (2017, p.7) “relataram resultados que indicam que a aptidão fisiológica da planta é amplamente governada pelo equilíbrio hormonal e sistemas de defesa e equilíbrio de antioxidantes”.

As aplicações de folcisteína associada a outros bioestimulantes possuem forte ação na rizosfera, devido a fatores como: o alto teor de matéria orgânica, elevada CTC, maior absorção de nutrientes, elevada capacidade do solo em reter água, entre outros benéficos. Tais aplicações ainda possuem o mecanismo de controle da pressão osmótica da parte aérea da planta, segundo Bobillo e Tarditi (2017, p.8):

A aplicação de bioestimulantes à semente e à cultura com base em ac. Fulvics, extratos de plantas terrestres + folcisteína e poliaminas, e extrato de algas marinhas promove forte desenvolvimento da rizosfera e clara ação osmorregulatória no dossel sob condições de estresse. (BOBILLO; TARDITI, 2017, p.8).

Sendo os aminoácidos componentes essenciais à vida, os mesmos estão presentes nas reações bioquímicas dos vegetais. Portanto, “os aminoácidos presentes nos bioestimulantes participam da síntese de pigmentos, vitaminas, enzimas, coenzimas, bases de purina e pirimidina essenciais na cadeia respiratória e do equilíbrio bioquímico endógeno sob condições adversas.” (BOBILLO; TARDITI, 2017, p.8).

Devido à falta de conhecimentos teóricos sobre a folcisteína na cultura da cana-de-açúcar a mesma foi escolhida para o desenvolvimento deste estudo.

2.5 QUITOSANA

Derivada da quitina, a quitosana foi encontrada por Branconnot em 1881, quando o mesmo tentava isolar a quitina e, por meio da desacetilação da mesma, que consiste na transformação do grupo acetamida (NHCOH_3) em amina (NH_2), por meio da reação com uma base de caráter fortemente alcalino, encontrou a quitosana, que é um copolímero, pois é formada a partir de dois monômeros N-acetil- D-glicosamina e D-glicosamina com proporções variadas ao longo de sua cadeia, portanto possui inúmeras aplicações. Ao fato de sua matéria prima ser renovável, a quitina, o segundo biopolímero mais abundante na natureza, sua molécula possui um ciclo de vida menor por possuir uma maior biodegradabilidade e biocompatibilidade.

Para produção comercial, o biopolímero é extraído do exoesqueleto de crustáceos, sendo obtida pela desacetilação da quitina por meio da utilização de NaOH 50% e temperatura em torno de 110 °C, ainda assim consegue ser produzido através da parede celular de algumas espécies de fungos, mais particularmente da classe *Zygomycetes* e, em geral, da ordem *Mucorales*, que apresentam maior quantidade de quitina e quitosana.

Na agricultura, o biopolímero tem sido utilizado para formação de biofilme em produtos e sementes contra o ataque de patógenos, isso devido a sua ação antimicrobiana, pois quando suas cargas positivas reagem com as cargas negativas da membrana plasmática dos fungos, assim interferindo em sua permeabilidade.

A quitosana é também utilizada como indutor de resistência das plantas a pragas e doenças, pois atua na regulação da transcrição de genes envolvidas com produção de enzimas, segundo Berger, Stamford e Stamford (2011, p.209):

Essa substância na planta estimula a produção de espécies reativas de oxigênio; inibi a ação de proteinases; altera o metabolismo das fitoalexinas; promove a lignificação; induz a formação de compostos fenólicos; ativa as enzimas quitinases, β -1,3-glucanases, fenilalanina amônia-liase e peroxidase; e estimula o acúmulo de proteínas relacionadas à patogenicidade.

Graças a suas cargas positivas, quando o biomaterial é aplicado via solo pode se ligar as cargas negativas do mesmo, facilitando a sua absorção e resultando no aumento do crescimento da planta e sua produtividade. O biopolímero ainda pode servir como fonte de

carbono para os microrganismos do solo, ajudando na mineralização da matéria orgânica e liberação de nutrientes para as plantas.

Quando aplicada em folhas traz como resultado aumento da altura de plantas e de biomassa, além de uma menor transpiração, devido à menor concentração de potássio nas células-guardas.

Ainda que haja todas essas vantagens no uso da quitosana, é necessário estudos mais aprofundados na cultura da cana-de-açúcar para comprovação de sua eficácia e de sua viabilidade em relação a outros bioestimulantes.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi instalado em novembro de 2020, na Casa de Vegetação da Usina COFCO, em Catanduva – SP.

Para tanto, o departamento técnico da Nortox preparou soluções contendo, de maneira isolada, todos os bioestimulantes que compõem ambos os produtos, nas mesmas concentrações das formulações originais, dando origem os seguintes tratamentos:

T1 – BIOATIVADOR RAIZ 1 (AMINOÁCIDOS) – **BR - AA**

T2 - BIOATIVADOR RAIZ 2 (EXTRATO DE ALGAS) – **BR - EA**

T3 - BIOATIVADOR RAIZ 3 (FOLCISTEÍNA) – **BR - FOL**

T4 - BIOATIVADOR FOLHA 1 (AMINOÁCIDOS) – **BF - AA**

T5 – BIOATIVADOR FOLHA 2 (EXTRATO DE ALGAS) – **BF- EA**

T6 - BIOATIVADOR FOLHA 3 (FOLCISTEÍNA) – **BF - FOL**

T7 – BIOATIVADOR FOLHA 4 (QUITOSANA)- **BF - QUIT**

T8 – BIOATIVADOR FOLHA 5 (FOLCISTEÍNA + QUITOSANA) – **BF FOL +QUIT** T9 –

BIOATIVADOR RAIZ COMPLETO – **BR - Comp**

T10 – BIOATIVADOR FOLHA COMPLETO – **BF- Comp**

T11 – TESTEMUNHA (ÁGUA) – **TEST.**

Toletes de cana, da variedade CTC9002, foram imersos nas diferentes soluções por 30 minutos e, em seguida, foram colocados para germinar em vasos plásticos de 15 Kg, contendo

terra de barranco, sem adição de fertilizantes ou corretivos de solo. Foram utilizados 15 vasos por tratamento, sendo que em cada vaso foram colocados 2 toletes contendo uma gema viável cada, os mesmos foram distribuídos em DBC (Delineamento em blocos casualizados). (Figura 1). (Do Autor)

Figura 1. Vista geral do experimento no momento da instalação e aos 40 dias após germinação. Catanduva – SP, 2020.



Fonte: Compilação do Autor.

Aos 90 dias após a germinação, as plantas foram coletadas, identificadas e levadas ao laboratório de Fisiologia Vegetal do IFSP, câmpus Barretos, onde foram determinados os acúmulos de matérias secas das partes aéreas, raízes e totais, as alturas das plantas, bem como o número de perfilhos por gema.

Para as determinações dos acúmulos de matérias secas, as plantas foram subdivididas em parte aérea e raízes e colocadas em estufa com ventilação forçada, a 65°C, até atingirem peso constante, quando foram pesadas (Figura 2). (Do Autor).

Figura 2. Coleta e determinação dos acúmulos de matérias secas das plantas de cana-de-açúcar, aos 15 dias após germinação. Barretos – SP, 2020.



Fonte: Compilação do Autor

Os acúmulos das matérias secas totais foram obtidos através da somatória dos valores das matérias secas das partes aéreas e das raízes.

O parâmetro altura das plantas foi avaliado através da medição das alturas das plantas, a partir do ponto de brotamento (Figura 3). (Do Autor)

Figura 3. Determinação de altura de plantas de cana-de-açúcar com 15 dias após a germinação. Barretos, 2020.



Fonte: Compilação do Autor.

O número de perfilhos foi determinado através da contagem das brotações emergidas ao longo do período de condução do experimento.

Os dados obtidos foram analisados, utilizando-se o software SISVAR (programa de análise estatística e planejamento de experimento), e quando foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, aplicou-se o Teste de Médias Tukey, a 1 e 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados mostraram que o parâmetro altura de plantas foi influenciado positivamente nos tratamentos: BR-AA, BR-EA, BR-Folc, BF-EA, BR e BF, pois diferiram da testemunha estatisticamente ao nível de 5% pelo Teste de Tukey, com exceção dos tratamentos BF AA, BR FOLC e BF FOLC+ QUI que não diferiram da testemunha e do tratamento BF Quitosana que inibiu o crescimento em altura das plantas, em comparação a testemunha.

É importante salientar que, as formulações completas BF (142 cm) e BR (139,5 cm) não foram os tratamentos mais eficientes para induzir o crescimento em alturas das plantas do experimento, indicando um antagonismo entre os componentes das formulações (Figura 4).

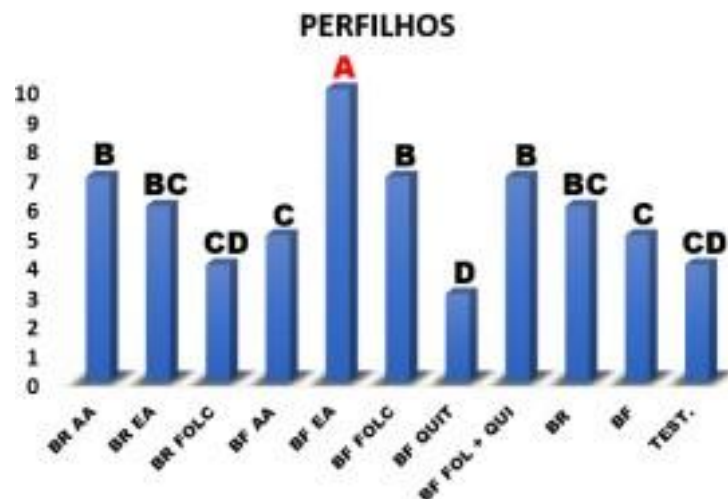
Figura 4. Altura das plantas submetidas aos diferentes tratamentos, aos 90 dias após agerminação. Barretos – SP, 2021. CV = 14,3%.



Fonte: Compilação do Autor

As maiores alturas de plantas foram obtidas quando submeteu-se os toletes aos tratamentos BR AA (164,5 cm), BR EA (157 cm) e BF EA (166,3 cm), o que contradiz os resultados de Santos (2019, p.21), onde o autor concluiu que em relação à altura de plantas e números de perfilhos, não houve diferença estatística com a aplicação de extrato de algas e organomineral. O autor cita que as plantas sofreram escassez hídrica em seu desenvolvimento inicial, tal fato é de suma importância para considerar a diferença entre os resultados, pois quando analisado o parâmetro número de perfilhos, observou-se diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que o maior perfilhamento foi obtido com o tratamento BF EA (10 perfilhos / planta), seguido dos tratamentos BR AA, BR FOL e BF FOL + QUIT, com 7 perfilhos / planta (Figura 5).

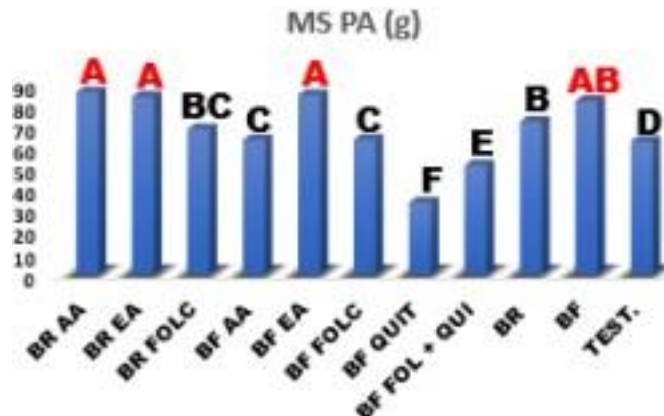
Figura 5. Número de perfilhos em função dos tratamentos aplicados, aos 90 dias após agerminação. Barretos – SP, 2021. CV = 9,8%



Fonte: Compilação do Autor

Na figura 6, apresenta-se as diferenças significativas obtidas com a análise do parâmetro acúmulo de matéria seca da parte aérea (MSPA) das plantas, submetidas aos diferentes tratamentos.

Figura 6. Acúmulo de matéria seca da parte aérea (MSPA) das plantas, submetidas aos diferentes tratamentos. Barretos - SP, 2021. CV = 13,2%

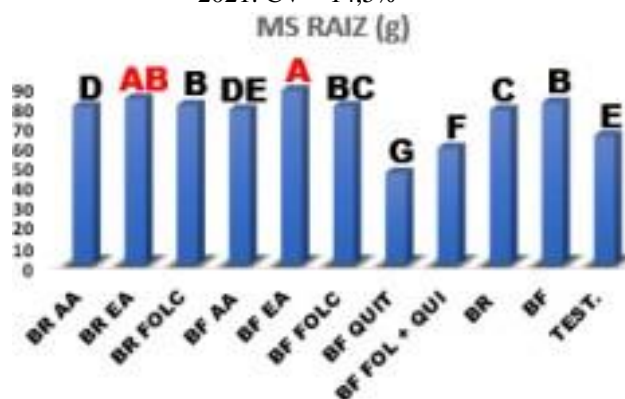


Fonte: Compilação do Autor

Os tratamentos que diferiram estatisticamente a nível de 5% pelo Teste de Tukey e obtiveram os melhores resultados foram: BR AA (85,95 g / planta), BF EA (84,7 g / planta) e BR EA (83,81 g / planta). As formulações completas do Bioativador Raiz (71,99 g / planta) e do Bioativador Folha (81,75 g / planta) também influenciaram positivamente o acúmulo de MSPA das plantas. Por outro lado, os tratamentos BF QUIT (33,91 g / planta) e BF FOL + QUIT (51,46 g / planta) fizeram com que a MSPA das plantas desses tratamentos fosse menor do que o observado no tratamento testemunha.

Após as análises do parâmetro de acúmulo de matéria seca do sistema radicular (MSR) das plantas, foi possível verificar que o tratamento BF EA (86,95 g / planta) foi o que permitiu o maior acúmulo de MSR, seguido pelo tratamento BR EA (82,82 g / planta) (Figura7).

Figura 7. Acúmulo de matéria seca de raízes das plantas submetidas aos diferentes tratamentos. Barretos - SP, 2021. CV = 14,5%



Fonte: Compilação do Autor

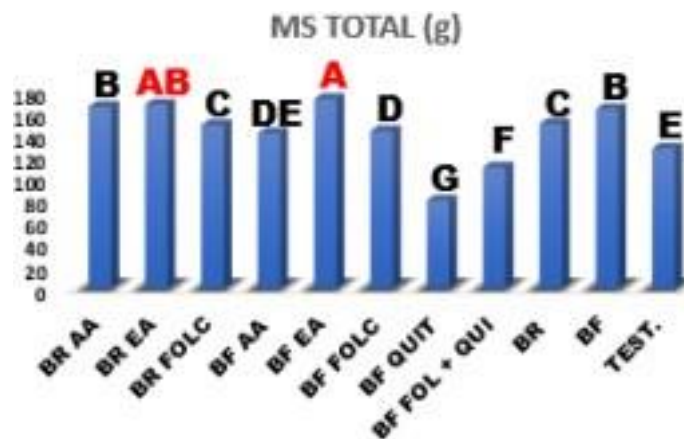
Observou-se que o desempenho dos tratamentos contendo apenas Folcisteína em suas formulações, BR FOLC (79,59 g / planta) e BF FOLC (79,12 g / planta), apresentaram resultados superiores aos observados, por exemplo, nos tratamentos contendo aminoácidos isolados, BR AA (78,85 g / planta) e BF AA (77,33 g / planta), que teoricamente, deveriam ser mais eficientes na estimulação do crescimento das raízes.

Os tratamentos completos BR (77,12 g / planta) e BF (80,83 g / planta) também estimularam o crescimento das raízes, em comparação ao tratamento testemunha (64,22 g / planta), no entanto, com desempenho inferior aos tratamentos contendo extrato de algas de forma isolada.

Tratamentos contendo apenas quitosana, BF QUIT (45,79 g / planta) ou quitosana em associação com a folcisteína, BF QUIT + FOL (58,24 g / planta), apresentaram um acúmulo menor de MSR quando comparados ao tratamento testemunha.

Na figura 8, é possível observar as diferenças significativas entre os tratamentos e que o maior acúmulo de matéria seca total (MST) foi confirmado nas plantas submetidas ao tratamento BF EA (171,65 g), seguido pelos tratamentos BR EA (166,63 g / planta), BR AA (164,8 g / planta), BF (162,58 g / planta), BR (149,12 g / planta).

Figura 8. Matéria seca total (g) das plantas submetidas aos diferentes tratamentos. Barretos – SP, 2021. CV = 15,3%.



Fonte: Compilação do Autor

Os tratamentos BR FOLC (148,07 g / planta) e BF FOLC (142,6 g / planta) apresentaram resultados intermediários, superiores à testemunha, mas inferiores aos tratamentos mais eficientes na estimulação do crescimento das plantas de cana-de-açúcar.

Comprovou-se que os tratamentos contendo apenas quitosana, BF QUIT (79,70g / planta) ou quitosana em associação com a folcisteína, BF QUIT + FOL (109,7 g / planta), apresentaram

uma inibição no crescimento total das plantas quando comparados ao tratamento testemunha (126,89 g / planta).

Com os resultados obtidos, nota-se que os tratamentos que receberam aplicações de Extrato de Algas (EA) foram os que obtiveram resultados superiores aos demais em todos os parâmetros avaliados, tecnicamente o produto respondeu de acordo com o esperado, isto devido a sua composição, macro e micronutrientes e hormônios vegetais de origem natural, que permite com que o EA tenha uma ação sistêmica, contribuindo para que a planta permaneça em equilíbrio.

As aplicações de Quitosana foi a responsável pelo pior crescimento e desenvolvimento, com resultados inferiores até mesmo da testemunha, uma hipótese é de a quitosana ter estimulado uma menor transpiração, evitando a termoregulação da planta, conseqüentemente retardando/impedindo ações enzimáticas. Não foram encontrados trabalhos que discutissem esse efeito, por tal motivo seria necessário maiores estudos.

A folcisteína, sendo um regulador de crescimento, e os aminoácidos, o qual é componente de proteínas, etc., tiveram seus desempenhos intermediários em relação ao melhor tratamento e a testemunha, dentro do campo de pesquisa não foram encontrados resultados que apresentassem resultados sobre o seu desempenho, sendo necessário aprofundar os estudos.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e considerando as condições e o período de realização do experimento, pode-se concluir: i) Que presença da Quitosana nas formulações inibiu o crescimento das plantas de cana-de-açúcar. ii) A Folcisteína, o Extrato de Algas e as Composições Centesimais de Aminoácidos utilizados nas formulações apresentaram - se eficientes na estimulação do crescimento das plantas de cana-de-açúcar. iii) Notou-se que o Bioativador Folha foi mais eficiente na indução do crescimento inicial do sistema radicular do que o Bioativador Raiz, nas plantas de cana-de-açúcar. iv) Praticamente não houve diferença entre as formulações do Bioativador Folha e Raiz, no crescimento inicial das partes aéreas das plantas de cana-de-açúcar. Para maiores conclusões, é necessário a realização de experimentos a campo com tais bioestimulantes para a corroboração dos resultados. Outros estudos, utilizando a Quitosana, seriam necessários para maior comprovação. A utilização de bioestimulantes é de suma importância para a sustentabilidade da agricultura, porém é imprescindível estudos que comprovem qual fonte será mais compatível com a cultura desejada.

Referências

ANDRADE, J. CASTRO, P. R. C. Fertilizantes e aminoácidos – A chave para a tuberação da batata. Campo e Negócios Online. 13 maio 2019. Revista *Hortifruti*. Disponível em:

<<https://revistacampoenegocios.com.br/fertilizantes-e-aminoacidos-a-chave-para-a-tuberizacao-da-batata/>>. Acesso em: 18 jun.2021.

Arvensis. Entendendo os Bioinsumos 3. Arvensis. 30 outubro, 2020. Disponível em:

<<https://www.arvensis.com/pt-br/entendendo-os-bioinsumos3/>>. Acesso em: 30 jun.2021.

BERGER et al. Perspectivas para o uso da quitosana na agricultura. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/267429444_Perspectivas_para_o_uso_da_quitosana_na_agricultura>. Acesso em: 30 maio 2021.

BETTONI, M. M. et al. Efeito da aplicação foliar de hidrolisado protéico sob a produtividade de cultivares de brócolis. Revista Agro@mbiente On-line, v. 7, n. 2, p. 179-183, maio-agosto, 2013. Artigo Científico Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, RR. Disponível em: <www.agroambiente.ufrr.br>. Acesso em: 18 jun. 2021.

BOBILLO, Guido Andrés TARDITI, Maximiliano. Soja: Acción de ac.fulvicos y bioestimulantes sobre condiciones de estrés abiótico y componentes primarias del rendimiento.Santa Rosa, La Pampa, Argentina, 2017. 28 f. Trabalho final de graduação para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. Disponível em:

<https://repo.unlpam.edu.ar/bitstream/handle/unlpam/1422/a_bobsoj791.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 jun. 2021.

BOLONHEZI, A. C; FERREIRA, M. M. R. Substâncias Húmicas Aplicadas no Sulco de Plantio em Variedade de Cana-de-Açúcar. Cultura Agrônômica. 2013. v.22, n.01. Disponível em: <<https://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/view/2267>>. Acesso em: 03 jun.2021.

BORSARI, F. Substâncias Húmicas. Experiências de campo demonstram os benefícios para a produtividade do uso de ácidos húmicos na agricultura intensiva. Revista Agro DBO -Ed 46 Julho / 2013. Disponível

em:<<http://bbagro.com.br/artigos/Substancias%20Humicas%20jul13.pdf>>. Acessado em: 03 jun. 2021.

COELHO, Antônio M. Eficiência Agronômica de Compostos de Aminoácidos Aplicados nas Sementes e em Pulverização Foliar na Cultura do Milho.2006. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/491293/1/Eficienciaagronomica.pdf>>.

Acesso em: 19 jan. 2022.

CARON, V.C.; GRAÇAS, J.P.; CASTRO, P. R. C. Condicionadores de Solo: ácidos húmicos e fúlvicos. Produtor Rural. Piracicaba. Série nº58. Disponível em:

<<https://www.esalq.usp.br/biblioteca/sites/default/files/publicacoes-a-venda/pdf/SPR58.pdf>>.

Acesso em 17 jun. 2021.

FEITOSA, Calos Augusto Menezes et al. Extrato de algas *Ascophyllum nodosum* na fertilidade de gemas da videira cv. Thompson Seedless. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Brasil, v. 23, n. 1, p. 6, nov. 2018. ISSN 2446-8053. Disponível em:

<<https://pap.emnuvens.com.br/pap/article/view/165/84>>. Acesso em: 25 jun. 2021.

PAYAN, Morales; PABLO, José. Produz respostas da cebola "Ben Shemen" (*ALLIUM CEPA* L.) ao ácido gibberélico e à aplicação de folcisteína. República Dominicana, 1994. Disponível em: <<https://ageconsearch.umn.edu/record/258784/>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

ROSATO, M. M; BOLONHEZI, A. C.; FERREIRA, L. H. Z. SUBSTÂNCIAS HÚMICAS SOBRE QUALIDADE TECNOLÓGICA DE VARIEDADES DE CANA-DEAÇÚCAR

Scientia Agraria, vol. 11, núm. 1, enero-febrero, 2010, pp. 43-48 Universidade Federal do Paraná Paraná, Brasil. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/995/99512490006.pdf>>.

Acesso em 03 jun. 2021.

SANTOS, V. A. dos. Respostas morfológicas de cana-de-açúcar sob aplicação de extrato de algas e organomineral. Anápolis, 2019. 24 f. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário de Anápolis UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de Bacharel em

Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia. Disponível em:

<<http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/1912/1/TCC%20Victor%20A.%20Santos.pdf>>.

Acesso em: 25 jun. 2021.

SCHNEIDER, F. L. Fontes de carbono orgânico sobre o desempenho agrônômico da cultura da soja e teores de fósforo e potássio no solo. Pato Branco, 2020. 52 f. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração: Solos e Sistemas Integrados de Produção Agropecuária.

Disponível em:

<<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5022/1/carbonoorganicosojateoresfosforo.pdf>>. Acesso em: 30 jun.2021.

Sem Autor. ENTENDENDO OS BIOINSUMOS 3. Arvensis. 30 out. 2020. Disponível em:

<<https://www.arvensis.com/pt-br/entendendo-os-bioinsumos3/>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

SILVA, N. F. et al. Uso de turfa gel na cultura da cana-de-açúcar aplicada via água de irrigação por gotejamento subsuperficial. Global Science And Technology. Rio Verde, 2015. v.08, n.02, p.170 – 180. Disponível

em:<https://www.researchgate.net/profile/FernandoFilho2/publication/284709241_Uso_de_Turfa_Gel_na_Cultura_da_Cana_de_Acucar_Aplicada_Via_Agua_de_Irrigacao_por_Gotejamento_Subsuperficial/links/59c93f74aca272bb0503cd71/Uso-de-Turfa-Gel-na-Cultura-da-Cana-de-Acucar-Aplicada-Via-Agua-de-Irrigacao-por-Gotejamento-Subsuperficial.pdf>. Acesso em: 30 jun.2021.

SILVA, T. A. P. Uso de biofertilizantes (Extrato de Algas – *Ascophyllum nodosum*) na cultura do milho. Informativo Técnico Nortox. ed.05. Fev. 2018. Desenvolvimento de Mercado PR e MS. p. 4. Disponível em:

<<http://www.nortox.com.br/wp-content/uploads/2018/03/informativo-artigo-05-Thiago.pdf>>.

Acesso em: 18 jun. 2021.

SILVA, T. P da.; MOGOR, A. F.; KOEHLER, H. S. Características produtivas e físico-químicas de frutos de morangueiro orgânico cultivado com o uso de extratos de algas. 2011. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em

Agronomía. Disponível em:
<[https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/26514/DISSERTACAO%20THATHIAN
Y%20PORTO%20-%20%20VERSASO%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/26514/DISSERTACAO%20THATHIAN%20Y%20PORTO%20-%20%20VERSASO%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 25
jun. 2021.

VIEJO, N. W. U. Aplicación de soluciones nutritivas inyectadas y en drench más la adición de leonardita en el cultivo de banano (Musa AAA.) variedad Williams. Ecuador, 2014. 94 f. PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO. UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS. Disponível em:<<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6056/1/URBANViejoNESTOR.pdf>>. Acesso em: 30 jun.2021.

