

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 02/01/2023

At the author's request, the full text of this thesis/dissertation will not be available online until January 2, 2023

TALIS MELO CLAUDINO

**ASPECTOS PRODUTIVOS, MORFOLÓGICOS E TECNOLÓGICOS DE
VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR TRATADAS COM ÁCIDO FÚLVICO
ISOLADO**

Botucatu

2021

TALIS MELO CLAUDINO

**ASPECTOS PRODUTIVOS, MORFOLÓGICOS E TECNOLÓGICOS DE
VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR TRATADAS COM ÁCIDO FÚLVICO
ISOLADO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura).

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alexandre Costa Crusciol

Coorientador: Prof. Dr. Luciano Pasqualoto Canellas

Botucatu

2021

C615a

Claudino, Talis Melo

Aspectos produtivos, morfológicos e tecnológicos de variedades de cana de açúcar tratadas com ácido fúlvico isolado / Talis Melo

Claudino. -- Botucatu, 2021

60 p. : il., tabs., fotos, mapas + 1 CD-ROM

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu

Orientador: Carlos Alexandre Costa Crusciol

Coorientador: Luciano Pasqualoto Canellas

1. Cana-de-açúcar. 2. Bioestimulantes. 3. Substâncias húmicas. 4.
Ácido fúlvico. 5. Produção de grandes culturas. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

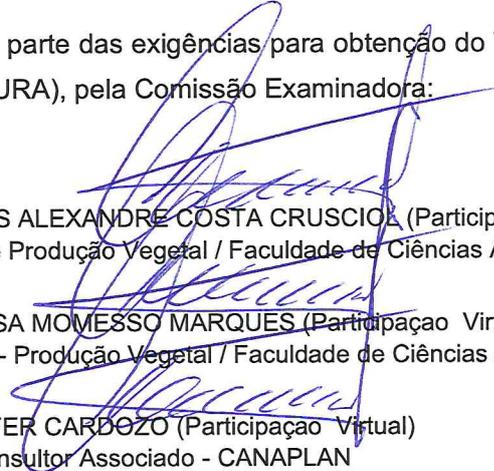
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ASPECTOS PRODUTIVOS, MORFOLÓGICOS E TECNOLÓGICOS DE
VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR TRATADAS COM ÁCIDO FÚLVICO
ISOLADO

AUTOR: TALIS MELO CLAUDINO

ORIENTADOR: CARLOS ALEXANDRE COSTA CRUSCIOL

COORIENTADOR: LUCIANO PASQUALOTO CANELLAS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (ENERGIA NA AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. CARLOS ALEXANDRE COSTA CRUSCIOL (Participação Virtual)
Departamento de Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

Prof.^a Dr.^a LETUSA MOMESSO MARQUES (Participação Virtual)
Pós-Doutoranda - Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu

Dr. NILCEU PIFFER CARDOZO (Participação Virtual)
CANAPLAN / Consultor Associado - CANAPLAN

Botucatu, 06 de agosto de 2021

Aos meus queridos pais
Tarciso (*in memoriam*) e
Adriana, e ao irmão Tarciso
Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me proporcionado saúde, força e coragem para chegar até este momento.

Aos meus Amados Pais, Adriana e Tarciso (*in memoriam*) pelo apoio ilimitado a cada momento desta caminhada, me mostrando como ser íntegro, justo e moral.

Agradeço imensamente ao meu pai Tarciso (*in memoriam*), pelo apoio incondicional até seu último suspiro, intercedendo junto a Deus a cada passo meu.

Ao meu irmão Tarciso, pelos momentos de ajuda, compreensão, suporte emocional e amizade, desde o início deste sonho admirável.

Aos meus queridos avôs (*in memoriam*), Zé Melo e Lázaro, desde o começo de minha caminhada até seus últimos suspiros me apoiaram e hoje me inspiram a ser como eles, justo, honestos e com bons modos. Como prometido a eles, nunca desistirei dos meus sonhos. Às minhas doces avós, Lídia e Maria, por todo o carinho dedicado a mim durante este ensaio. Para sempre minha gratidão.

A minha noiva Bruna, que em todos os momentos de dificuldade foi um pilar emocional, equilibrando meus sentimentos e me fazendo amar cada vez mais esta belíssima e honrosa titulação.

Ao meu amigo Jeibão (Jesion), que em todos os momentos deste trabalho me apoiou e com todo seu conhecimento me fez ver com outros olhos a proporção para o trabalho que eu realizava.

A todos meus amigos que me apoiaram durante esse trabalho, em especial à, Rodrigo, Igor (Japonês), Maurício, Giovani, André Zoz, Jason (Ditão), André, Guilherme, Felipe, Paulo entre muitos outros. Vocês sempre serão lembrados e marcados em meu coração.

À DNAGRO do Brasil, pelo tempo, ajuda e equilíbrio para a realização deste trabalho. Aos queridos diretores Daniel, Caíto, Staut, Paulo, Zeca e meus amigos de trabalho, principalmente ao Marcos, Giovane e o pessoal da fábrica, aos demais minha eterna gratidão.

Ao pessoal da Agrodubo, um imenso abraço e obrigado pelos ensinamentos Dimas e Bola.

A Usina São Luiz S.A, pelo auxílio e ensinamentos, meus sinceros agradecimentos a toda equipe. Em especial aos senhores, Neco Quagliato, Gustavo, Gabriel e Marcus.

Ao Dr. Nilceu Piffer Cardoso, por todos ensinamentos e conselhos.

Ao Prof. Dr. Crusciol, pela orientação, ensinamentos, paciência e exemplo de professor, profissional, companheiro e amigo, tenho a honra de lhe apresentar como meu orientador.

Ao Prof. Dr. Canellas, por me aceitar como co-orientado, me mostrar como é inimaginável o amor pelas substâncias húmicas e suas funções. Por todos seus ensinamentos serei eternamente grato.

A Universidade Estadual Paulista (UNESP-FCA) de Botucatu, meus sinceros agradecimentos.

A todos serei eternamente grato.

"É necessário olhar para a frente da colheita, não importa o quão distante isso seja, quando uma fruta for colhida, algo bom aconteceu."

DARWIN, C. **A Origem das Espécies**. São Paulo: Hemus, 1859.

RESUMO

A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), apresenta importância relevante ao setor agrícola brasileiro. Desta cultura são produzidos diversos produtos, como o etanol, açúcar e energia, além de diversos subprodutos de sua industrialização. O cultivo da cana-de-açúcar envolve a utilização de diversas tecnologias que buscam aumentar a produtividade agrícola. Uma forma de aumentar a produtividade é a utilização de bioestimulantes vegetais, estas são substâncias que atuam como fitoreguladores vegetais, levando a planta a maior desempenho agrícola, superação de estresses, além de resultarem em efeitos metabólitos indiretos que geram o aumento de seu potencial produtivo. Dentro dos bioestimulantes vegetais, as substâncias húmicas (oriundas da decomposição de organismos vegetais, animais e microbianos) possuem ações fitoreguladoras que atuam diretamente na morfologia e fisiologia das plantas, que levam ao aumento da produção. Neste trabalho, foi avaliado a influência da aplicação de ácido fúlvico isolado em concentração de $3,0 \text{ mmol}_e \text{ C L}^{-1}$ em três cultivares de cana-de-açúcar (RB975201, CTC9002 e CTC9005HP) aplicado no início de crescimento vegetativo. O fatorial utilizado foi 3x2 (três variedades x com e sem ácido fúlvico). O ensaio foi conduzido em área do município de Salto Grande – SP, pertencente a Usina São Luiz S.A de Ourinhos-SP, na safra 2020/21. O ambiente de produção utilizado é classificado como B, do tipo latossolo vermelho distroférico típico. Para a avaliações dos resultados deste trabalho, as variáveis analisadas foram: análises biométricas no momento da colheita (comprimento e diâmetro de colmo, número de colmos industrializáveis, peso médio de colmos e produtividade) e quando foi realizada a colheita, foram avaliadas as variáveis tecnológicas, como Pol%Cana (PCC), Pureza de Caldo (P%), fibra cana (f%), açúcares redutores (ART) e açúcar total recuperável (ATR) e calculado as toneladas de açúcares totais por hectare (TAH). Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste T (DMS) à 10% de probabilidade. Os resultados demonstram que a aplicação de ácido fúlvico isolado culminou em efeitos significativos para as variáveis biométricas, tecnológicas e produtividades, sendo que as variedades CTC9002 e CTC9005 foram afetadas por esta aplicação. A utilização de ácido fúlvico isolado aplicado via foliar é uma alternativa para obter maiores produtividades de colmos e açúcar na cana-de-açúcar.

Palavras-chave: fitorreguladores; substâncias húmicas; *Saccharum* spp; cultivo sustentável; bioestimular.

ABSTRACT

The crop sugar cane (*Saccharum* spp.), It has relevant importance to the Brazilian agricultural sector, being that this culture are diverse products, as mainly ethanol and sugar, besides diverse by-products of its industrialization, as the use of bagasse for energy cogeneration. It can be said that sugar cane is a vastly sustainable crop. In need of improvement in its management so that it is a positive and sustainable operation, the cultivation of this culture allows the use of several technologies that bring the highest productivity in the Brazilian agricultural fields. One way to increase productivity is the use of plant biostimulants, these are substances that act as plant phyto-regulators, leading the plant to greater agricultural performance, overcoming stresses and metabolic effects that enable the plant to express its maximum productive potential in the environment. that is located. Within plant biostimulants, humic substances, originating from the decomposition of plant, animal, and microbial organisms, have phyto-regulating actions that act directly on the morphology, physiology and ultimately on the production of plants. In this work, the influence of the application of fulvic acid isolated at a concentration of 3.0 mmolc C L⁻¹ in three sugarcane cultivars (RB975201, CTC9002 and CTC9005HP) applied at the beginning of vegetative growth. The factorial used was 3x2 (three varieties x With and Without fulvic acid). The trial was conducted in the municipality of Salto Grande - SP, belonging to the São Luiz S.A mill, in the 2020/21 harvest. The cultivation environment used is classified as A, typical dystroferric red latosol type. To evaluate the results of this work, the variables analyzed were: biometric analyzes at the time of harvest (stem length and diameter, number of industrializable stalks, average stalk weight and productivity) and when the harvest was carried out, they were evaluated as technological variables such as corrected oligosaccharide percentage (PCC), juice purity of broth (B%), cane fiber (f%), reducing sugars (RS) and total recoverable sugar (TRS) and tons of sugars per hectare (TSH) .). The data after collected were submitted to analysis of variance by the F test and the means were compared by the dose probability and by the T test (DMS) at 10% probability. The results demonstrate that the application of isolated fulvic acid resulted in significant effects for biometric, technological and yield variables, and the varieties CTC9002 and CTC9005 were affected by this application. The use of isolated fulvic acid applied via the leaves is an alternative to obtain higher sugarcane yields.

Key words: phyto regulators; humic substances; *Saccharum* spp; sustainable cultivation; biostimulate.

LISTA DE SÍMBOLOS

AF	ácido fúlvico
AH	ácido húmico
SH	substâncias húmicas
AIA	ácido indol-acético
CKK	citocinina
AUX	auxina
ABA	ácido abscísico
CTC	centro de tecnologia canavieira
RB	república brasileira
pH	potencial hidrogeniônico
TCH	toneladas de colmos por hectare
TAH	toneladas de açúcar por hectare
ATR	açúcar total recuperável

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	21
2.1	Importância da Cana-de-açúcar (<i>Saccharum spp.</i>)	21
2.2	Desenvolvimento fenológico da cana-de-açúcar.....	22
2.3	Aplicação foliar.....	25
2.4	Bioestimulantes vegetais.....	27
2.5	Substâncias húmicas.....	28
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3.1	Instalação da Pesquisa.....	35
3.2	Tratamentos.....	40
3.3	Características químicas do ácido fúlvico isolado.....	40
3.3.1	Conteúdo de carbono e nitrogênio.....	40
3.3.2	Acidez total.....	41
3.3.3	Espectroscopia a região do infravermelho com transformada de Fourier e refletância difusa (IV-TF/RD)	41
3.4	Variáveis analisadas.....	44
3.4.1	Variáveis biométricas e produtividade de colmos.....	44
3.4.2	Variáveis tecnológicas.....	44
3.5	Análise estatística.....	44
4	RESULTADOS.....	45
4.1	Avaliações biométricas e produtividade colmos.....	45
4.2	Avaliação das variáveis tecnológicas.....	47
5	DISCUSSÃO.....	51
6	CONCLUSÕES.....	53
	REFERÊNCIAS.....	55

1 INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) apresenta grande importância no setor econômico brasileiro, utilizada para produção de diversos produtos, sendo os principais etanol e açúcar. O etanol é uma fonte de energia limpa em relação aos combustíveis derivados do petróleo.

Outros subprodutos derivados da cana-de-açúcar podem ser utilizados, como a cachaça, rum, rapadura e melaço. Os resíduos também têm destino, como o bagaço para a alimentação animal ou cogeração de energia. A torta de filtro e a vinhaça apresentam aspectos agrônômicos positivos e assim são destinados para as lavouras.

A necessidade de estratégias de manejo e melhorias no sistema de produção é essencial para que a indústria sucroalcooleira nacional opere em uma conjuntura positiva e sustentável, aumentando a produtividade dos canaviais e o tornando mais efetivo para a produção de açúcar, etanol e seus resíduos.

De modo a conciliar as preocupações relacionadas ao meio ambiente e altas produtividades a fim de suprir as necessidades de produção de maneira sustentável, demandada pelo país em 34,8 bilhões de litros de etanol.

O seguimento industrial brasileiro produtor de etanol oferta ao mercado um combustível ecologicamente correto, com menor potência de GEE e é obtido a partir de uma fonte renovável.

A utilização de bioestimulantes vegetais é uma ferramenta que contribui para o aumento de produtividade dentro dos campos agrícolas brasileiros, sendo substâncias que além de sustentáveis, podem melhorar a nutrição das plantas, superação de estresses e promover efeitos indiretos como a maior tolerância a pragas e doenças pelo melhor estado nutricional das plantas, possibilitando o vegetal expressar o seu máximo potencial produtivo.

Os bioestimulantes são produtos ou substâncias utilizadas em pequenas doses que causam modificações de processos fisiológicos e bioquímicos, com o objetivo de atingir o potencial genético vegetal, aumentando sua produtividade devido as mudanças no estado hormonal, ativação de processos metabólicos, eficiência nutricional, estímulos de crescimento, desenvolvimento e fortalecimento.

Os compostos bioestimulantes mais conhecidos são as substâncias húmicas, aminoácidos, extratos vegetais e microrganismos. As substâncias húmicas são

oriundas da decomposição de organismos vegetais, animais e microbianos por milhares de anos e comumente encontrados na matéria orgânica do solo

Suas fontes de obtenção podem ser o próprio solo, vermicompostos, turfa e leonardita. Após a extração do meio orgânico, as substâncias húmicas são divididas em três compostos: húminas, ácidos húmicos e ácidos fúlvicos, e a sua classificação é feita de acordo com a sua solubilidade em meios alcalinos ou ácidos.

Efeitos fisiológicos são associadas a utilização de substâncias húmicas nas culturas, como maior atividade da enzima H^+ ATPase, incremento do teor de clorofila nas folhas, acelerações de processos metabólicos da fotossíntese e da respiração celular.

Contudo, o benefício mais relatado em estudos é a grande influência no sistema radicular, pela sinalização da auxina e do óxido nítrico, aumentando o sistema radicular, principalmente das raízes

Resultados positivos foram encontrados na aplicação foliar de substâncias húmicas na cultura do alho, milho e pela aplicação de ácido fúlvico isolado via foliar na cultura da alface.

Contudo, são escassos os estudos sobre estas substâncias, em especial o ácido fúlvico em aplicações foliares em quaisquer culturas, ainda mais a cana-de-açúcar.

Desta forma justifica-se a realização deste trabalho para é avaliar a produtividade, aspectos morfológicos e tecnológicos a cultura da cana-de-açúcar tratada com substâncias húmicas via foliar, onde a utilização deste ácido pode culminar em efeitos a absorção de nutrientes e ativações hormonais, levando ao aumento de toneladas de cana por hectare e os teores de açúcares.

Objetivou-se avaliar as influências da aplicação de ácido fúlvico no crescimento, produtividade e qualidade tecnológica em três variedades de cana-de-açúcar (RB975201, CTC9002 e CTC9005HP).

6 CONCLUSÕES

A aplicação de ácido fúlvico no início do alongamento de colmos resulta em aumento do crescimento e da produtividade de colmos da cana-de-açúcar. Esses efeitos ocorrem para todas as variedades estudadas, sendo significativos para as variedades CTC9005HP (hiperprecoce) e CTC 9002 (médio), e não significativos para a RB975201 (tardio). O ácido fúlvico também aumenta a produção de açúcares, portanto é importante acompanhar este parâmetro quando se realiza a aplicação deste composto.

A utilização de ácido fúlvico é uma alternativa para aumentar a produtividade e a qualidade tecnológica da matéria prima da cultura da cana-de-açúcar. Pesquisas posteriores devem ser realizadas buscando identificar as possíveis alterações fisiológicas que a aplicação foliar de ácido fúlvico provoca na cultura da cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, L. A. de B.; ANDRADE, P. P. Implantação e condução de canaviais. **Informe Agropecuario**, Belo Horizonte, v.28, n.239, p. 44-54, 2007.
- AGUIAR, N. O; MEDICI, L. O; OLIVARES, F.L; DOBBSS, L. B; TORRES-NETTO, A; SILVA, S.F; NOVOTNY, E. H. CANELLAS, L. P. Metabolic profile and antioxidant responses during drought stress recovery in sugarcane treated with humic acids and endophytic diazotrophic bacteria. **Annals of Applied Biology** v. 168, n. 2. P. 203-213.
- AGUIAR, N.O; OLIVARES, F.L; NOVOTNY, E.H. Bioactivity of humic acids isolated from vermicomposts at different maturation stages. **Plant Soil**, v.362, p.161–174, 2013
- ARALDI, R.; SILVA, F. M. L.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Florescimento em cana-de-açúcar. **Ciência rural**, v. 40, n.3, 2010.
- ASSOCANA. **Características agrotécnicas e manejo varietal da cana de açúcar**. Disponível em: http://www.assocana.com.br/arquivos/upload/files/documentos/variedades_2020.pdf . Acesso em: 30 de junho de 2021.
- AUDE, M. I. S. Estádios de desenvolvimento da cana-de-açúcar e suas relações com a produtividade. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 241-248, 1993.
- BALMORI, D. M.; DOMÍNGUEZ, C. Y. A; CARRERAS, C. R; REBATOS, S. M.; FARIAS, L. B. P.; IZQUIERDO, F. G.; BERBARA, R. L. L; GARCÍA, A. C. F. Foliar application of humic liquid extract from vermicompost improves garlic (*Allium sativum* L.) production and fruit quality. **International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture**. p. 1-10, 2019.
- BARBOSA, M. H. P.; SILVEIRA, L. C.I. Cana-de-açúcar: variedades, estabelecimento e manejo. *In*: Simpósio sobre manejo estratégico de pastagem, 2006. Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2006, p. 245-276.
- BATISTA, L. M. T. **Avaliação morfofisiológica da cana-de-açúcar sob diferentes regimes hídricos**. 2013. 125 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- BET, J. A. Indutores de maturação e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. 2015. 78 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, 2015.
- BHATTACHARYYA, P. N.; JHA, D. K. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. **World j microbiol biotechnol**, v. 28, n.4, p. 1327-1350.
- BONNET, C. D. Developmental Stages (Phenology). *In*: MOORE, P. H.; BOTHA, F. C. **Sugarcane: Physiology, biochemistry, and functional biology**. New Delhi: Wiley Blackwell, 2014. Cap.2, p. 19-35.

CALVO, P. NELSON, L. KLOEPPER J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant and Soil**. n. 383, p. 3-41, 2014.

CÂMARA, G. M. S. Ecofisiologia da cultura da cana-de-açúcar. *In*: CÂMARA, G. M. S, OLIVEIRA, E. A. M. **Produção da cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1993, p. 31-34.

CANELLAS, L. P.; SILVA, G. A. **Humosfera**: Tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas. Campo dos Goytacazes, UENF, 2005, 309 p.

CANELLAS, L.P.; FAÇANHA, A.R. Chemical nature of soil humified fractions and their bioactivity. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 233-240, 2004.

CANELLAS, P. L.; DA SILVA, S.; OLK, D; OLIVARES, F. Foliar application of plant growth-promoting bacteria and humic acid increase maize yields. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, n.1, v.13, p. 131-138, 2015.

CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; OKOROKOVA-FAÇANHA, A. L.; FAÇANHA, A. R. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H⁺ -ATPase activity in maize roots. **Plant Physiology**, v. 130, p. 1951-1957, 2002.

CARON, V. C.; GRAÇAS, J. P.; CASTRO, P. R. C. **Condicionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos**. Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca, 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira, – Cana-de-açúcar safra 2018/2019 – Primeiro levantamento**. v. 6, n. 1, 2019.

CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA (CTC). **Variedades**. Disponível em: <https://variedadesctc.com.br/>. Acesso em: 30 jul de 2019.

DA SILVA, S.; OLIVARES, F.; CANELLAS, L. P. The biostimulant manufactured using diazotrophic endophytic bacteria and humates is effective to increase sugarcane yield. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**. v.4, n.1, p.1-16, 2017.

DE VIEIRA, E. L.; SOUZA, G. S.; DOS SANTOS, A. R.; DA SILVA, S. J. **Manual de Fisiologia Vegetal**. São Luis – MA: Edufma; 2010, p. 230.

DIOLA, V.; SANTOS, F. Fisiologia. *In*: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. **Cana-de-açúcar: Bioenergia, açúcar e álcool**. Tecnologias e perspectivas. Viçosa: Editora UFV, 2010. P 25-49.

DOOREMBOS, J.; CASSAM, A. F. Efectos del agua el rendimiento de los cultivos. Roma: FAO. (**FAO, Ryego y Drenaje 33**) 1972. 212 p.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. **Sci.Hortic**. v. 196,3–14, 2015.

DU JARDIN, P. **The Science of Plant Biostimulants – A Bibliographic Analysis, Ad hoc Study Report**. Brussels: European Commission. 2012 Disponível em: <http://hdl.handle.net/2268/169257>, acesso em: 25 mai 2018.

FAGAN, E. B. **Fisiologia vegetal: metabolismo e nutrição mineral**. São Paulo: Andrei, 2016. 305 p

FERNÁNDEZ, V.; SOTIROPOULOS, T.; BROWN, P. **Adubação foliar: fundamentos científicos e técnicas de campo**. São Paulo: Abisolo, 2015. 150 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FILATOV, V.P. Tissue treatment. (Doctrineonbiogenic stimulators).I. Background, methods and the clinical tissue treatment. **Priroda**. v. 11, p.39–46, 1951.

GHELLER, A. C. A. Fatores que afetam o desempenho maturadores e regulares de crescimento em cana-de-açúcar. *In: Semana da Cana de Açúcar de Piracicaba*, 4, Piracicaba, 1999. **Anais**. Piracicaba *Saccharum*, 1999. P. 16-19.

GUÉLLER, A. C. A. Resultados da aplicação de maturadores vegetais em cana-de-açúcar, variedades RB72454 e RB835486 na região de Araras, SP. *In: 4ª Jornada Científica da UFSCar*, 2001, São Carlos. **Resumos...** 2001.

JINDO, K.; MARTIM, S.A.; NAVARRO, E.C.; AGUIAR, N.O.; CANELLAS, L.P. Root growth promotion by humic acids from composted and non-composted urban organicwastes. **Plant Soil**, v.353, p.209–22, 2012.

HERVATIN, C. M. **Adubação foliar associada à aplicação de maturador na cana-de-açúcar em início de safra**. 2018.101 p. Dissertação (mestrado em agronomia), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Energia na Agricultura, Botucatu, 2018.

JUNIOR, R. B. M; CANELLAS, L. P; SILVA, L. G; OLIVARES, F. L. Promoção de enraizamento de microtoletes de cana-de-açúcar pelo uso conjunto de substâncias húmicas e bactérias diazotróficas endofíticas. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 32, p. 1121 – 1128, 2008.

KATKAT, A. V., CELIK, H.; TURAN, M. A.; MURAT, A. Effects of soil and foliar applications of humic substances on dry weight and mineral nutrients uptake of wheat under cal-careous soil conditions. **J. Basic Appl. Sci.** v.3, n.2, p.1266–1273, 2009.

KAUFFMAN, G. L.; KNEIVEL, D. P.; WATSCHKE, T. L. Effects of a biostimulant on the heat tolerance associated with photosynthetic capacity, membrane thermostability, and polyphenol production of perennial ryegrass. **CropSci.** 47,261–267, 2007.

LEITE, J. M; PITUMPE ARACHCHIGE, P. S; CIAMPITTI, I. A; HETTIARACHCHI, G. M; MAURMANN, L; TRIVELIN, P. C. O; PRASAD, P. V. V; JOHN SUNOJ, S. V. Co-

addition of humic substances and humic acids with urea enhances foliar nitrogen use efficiency in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.), **Heliyon**, v. 6, n. 10, 8 p. 2020.

MACHADO, E. C. **Um modelo matemático-fisiológico para simular o acúmulo de matéria seca na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. 1981. 115 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Estadual de Campinas (UNICAMP), Instituto de Biologia, Campinas, 1981.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. Londres: Academic Press, 2012. 651 p.

MARAFON, A. C. **Análise quantitativa de crescimento em cana-de-açúcar. Uma introdução ao procedimento prático**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2012, 29 p.

MATTIELLO, L. et al. Physiological and transcriptional analyses of developmental stages along sugarcane leaf. **Bmc Plant Biology**, London, v. 15, n. 1, p. 1-21, dez. 2015.

MAXIMIANO, S. S. **Botânica e Fisiologia da cana-de-açúcar: Brotação, crescimento e Maturação**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas – Centro de Cana, 2011. Disponível em: http://www.infobibos.com/cursocana/alunos/aulas/aula1/aula_max_01.pdf. Acesso em: 14 mai 2019.

DENT, M. **Biostimulant and Biopesticides 2021-2031: Technologies, Markets and Forecasts**. IDTechEx Research, 2021. Disponível em: <https://www.idtechex.com/en/research-report/biostimulants-and-biopesticides-2021-2031-technologies-markets-and-forecasts/773>. Acesso em: 01 jun. 2021.

MILLER, J. D. GILBERT, R. A. **Sugarcane botany: A Brief View**. University of Florida, IFAS Extension, Disponível em: <http://edisifas.ufl.edu/SC034>, acesso em 20 mai 2019.

MORAES, E. R.; MAGESTE, J. G.; LANA, R. M. Q.; SILVA, R. V.; CAMARGO, R. Sugarcane: Organo-Mineral Fertilizers and Biostimulantes. *In*: OLIVEIRA, A. **Sugarcane Technology and resarch**. Flórida: Intechopen, 2018. Cap.10, p. 194-203.

MUTTON, M. A. Modo de ação do sal de isopropilamina de N-(fosfometil) glicina (glifosate) e efeito maturador na cana-de-açúcar). *In*: Seminário Rounduo efeito maturador, 1 1993, Guarujá. **Anais...** Guarujá, 1993. p.9-17.

NARDI, S.; PIZZEGHELLO, D.; MUSCOLO, A.; VIANELLO, A. Physiological effects of humic substances on higher plants. **Soil Biol. Biochem.** v. 34, n.11, 1527–1536, 2002.

NETO, J. B. **Desenvolvimento e produção de cana-de-açúcar em função ao propágulo utilizado**. 2015. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Piracicaba, 2015.

- OLIVEIRA, H.P; DE MELO, R.O; BALDOTTO, M. A; ANDRADE, M. A; BALDOTTO, L. E. B. Performance of pre-spouted sugarcane seedlins in response to the application of humic acid and plant growth-promoting bacteria. **Semina**,v.39, n.3. p. 1365-1370, 2018.
- PICCOLO, A. The supramolecular structure of humic substances. A novel understanding of humus chemistry and implications in soil science. **Adv. Agron.** v. 75, p. 57-134, 2002.
- PICCOLO, A.; CONTE, P.; SPACCINI, R.; CHIARELLA, M. Effects of some dicarboxylic acids on the association of dissolved humic substances. **Biology and Fertility of Soils**, v. 37, p. 255-259, 2003.
- PRIMO, D. C.; MENEZES, R. S. C.; DA SILVA, T. O. Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro. **Scientia Plena**,v.7, n.5, p.1-13, 2011.
- RAMESH, P.; MAHADEVASWAMY, M. Effect of formative phase drought on different classes of shoots, shoot mortality, cane attributes, yield and quality of four sugarcane cultivars. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.185, p.249-258, 2000.
- RICE, J. HUMIN. **Soil Science**, v.166, p. 846-857, 2001.
- RODRIGUES, J.D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: UNESP, 1995. 100p. (Apostila).
- ROSATO, M. M; BOLONHEZI, A. C; FERREIRA, L. H. Z. Substâncias húmicas sobre a qualidade tecnológica de variedades de cana de açúcar. **Scientia Agraria**. v.11, n.1, p.43-48, 2010.
- ROSOLEM, C. A. **Recomendação e aplicação de nutrientes via foliar**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 98 p. Disponível em: http://www.dcs.ufla.br/site/_adm/upload/file/pdf/Prof_Faquin/Recomendacao%20e%20nutrientes%20VIA%20foliar%20Parte%201%20.pdf . Acesso em: 19 jun. 2018
- SEGATO, S. V.; MATTIUZ, C.F. M.; MOZAMBANI, A. E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. IN: SEGATO, S. V.; PINTO, A.S; JENDIROBA, E.; NOBREGA, J.C. M. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CAP 2, 2006, p. 16-36.
- SILVA, D. K. T.; DAROS, E.; ZAMBON, J. L. C.; WEBER, H., TERUYO, I. O. T.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEGLER, H. S.; OLIVEIRA, R. Análise de crescimento em cultivares de cana-de-açúcar em cana-soca no noroeste do Paraná na safra de 2002/2003. **Scientia Agraria**, v.6, n.1/2, p. 47-53, 2005.
- SILVA, M. A.; CATO, S. C.; COSTA, A. G. F. Produtividade e qualidade tecnológica da soqueira de cana-de-açúcar submetida à aplicação de biorregulador e fertilizantes líquidos. **Ciência Rural**, v. 40, n. 4, p. 774-780, 2010.

SILVA, M. A.; SANTOS, C. M.; ARANTES, T. T.; PINCELLI, R. P. Fenologia da Cana-de-açúcar. *In*: CRUSCIOL, A. A. C.; SILVA, M. A.; ROSSETO, R. SORATTO, R. P. **Tópicos em Ecofisiologia da Cana-de-açúcar**. Botucatu: FEPAF, 2010. p. 8-17.

STEVENSON F.J. **Humus chemistry: genesis, composition, reactions**. Wiley, New York, 1994, 512 p.

Taiz, L.; Zeiger, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed., Artmed, 2013. 918 p.

TORRE, L. A.; BATTAGLIA, V.; CARADONIA, F. No overview of the current plant biostimulant legislations in diferente European Member States. **J.Sci.Food Agric**. v. 96, p. 727–734, 2016.

UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA (UDOP). **Características Agronômicas das Variedades RB**. Disponível em: https://www.udop.com.br/index.php?item=variedades_rb. Acesso em: 30 de jul de 2019.

VIANA, R.S.; MUTTON, M. A.; BARBOSA, V.; DURIGAM A. M. P. R. Maturadores químicos na cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) aplicados em final de safra. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v. 7, n. 2, 2007.

WANG, Y.; YANG, R.; ZHENG, J.; SHEN, Z.; XU, X. Exogenous foliar application of fulvic acid alleviate cadmium toxicity in lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 167, p.10-19, 2019.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H. Outras culturas industriais. *In*: **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. RAIJ, B.van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Eds). 2. Ed.rev. Campinas: IAC. 1997. p.233-236.(Boletim Técnico, 100). [detalhes] Obs. Constam: Cana-de-açúcar, Pupunha e Seringueira.

YAKHIN, O. L.; LUBYANOV, A. A.; YAKHIN, I. A.; BROW. P. H. Bioestimulants in Plant Science: A Global Perspective. **Frontiers in Plant Science**. v.7, p. 1-32, 2017.