

NILCEU PIFFER CARDOZO

**FLORESCIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR: EFEITOS GENOTÍPICOS,
CLIMÁTICOS, PERDAS E ESTRATÉGIAS DE CONTROLE**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agricultura.

Orientador: Carlos Alexandre Costa
Crusciol

Botucatu

2017

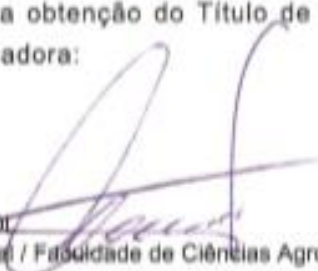
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: FLORESCIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR: EFEITOS GENOTÍPICOS, CLIMÁTICOS, PERDAS E ESTRATÉGIAS DE CONTROLE

AUTOR: NILCEU PIFFER CARDOZO

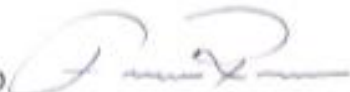
ORIENTADOR: CARLOS ALEXANDRE COSTA CRUSCIOL

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

Prof. Dr. CARLOS ALEXANDRE COSTA CRUSCIOL 
Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu

Prof. Dr. ALAN RODRIGO PANOSSO 
Departamento de Matemática / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. PAULO ALEXANDRE MONTEIRO DE FIGUEIREDO 
Diretoria Geral da FCAT / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena

Pesquisador Dr. FERNANDO CESAR PATTARO 
Usina Santa Terezinha / Maringá/PR

Prof. Dr. HIDETO ARIZONO 
Departamento de Biotecnologia Vegetal / UNIVERSIDADE FEDERAL DE SAO CARLOS

Botucatu, 06 de dezembro de 2017

Às grandes conquistas de minha vida,

Renata, Pedro e Elisa

dedico

AGRADECIMENTOS

O que dizer, quando obrigado ser torna simples demais? Uma lista de nomes e pessoas, apesar de comovente, não faz justiça a tudo o que foi feito por mim. Nada será capaz de descrever o que realmente aconteceu e a importância de cada pessoa aqui mencionada. Foram momentos e ações decisivas, que marcaram não apenas a realização desse trabalho, mas também meu caráter e minha vida. Todavia, é a possibilidade que tenho e espero fazê-la com sabedoria.

À Deus, pela incrível e amada família e pelos grandes amigos que permitiu que encontrasse ao longo de minha vida.

À minha amada esposa Renata, amiga e companheira de jornada, por não ter desistido de mim e pelos maiores presentes de minha vida: Pedro e Elisa.

Aos meus pais e irmãs, por todo o apoio, carinho e afeto que sempre dedicaram a mim.

Pai, agradeço por ter acreditado em mim, quando nem mesmo eu acreditei. Obrigado por não me deixar seguir o caminho mais fácil, de ceder ao medo ou, o pior de tudo, ao comodismo. Seu exemplo, sem palavras, marcou uma vida.

Ao Prof. Carlos Alexandre Costa Crusciol cuja dedicação, compreensão e amizade sem limites foram decisivas para que esse trabalho tivesse êxito.

À Fernando Rodrigo Sesso, amigo conquistado na dificuldade, no suor e na lágrima. Sem dúvida, a melhor forma de fazê-lo.

À Leonel Pasqualinoto, amigo de caráter único, cuja dedicação, competência e amor ao trabalho com cana-de-açúcar marcou (e ainda o faz) a minha vida profissional.

Aos amigos do Centro de Tecnologia Canavieira, em especial, David Augusto Peixoto Casieiro, Mauro Henrique Salgueiro Violante, Mateus Salani de Queiroz, Anderson Guerra, Tiago Salioni Moura, Ricardo Faganello Neme, Carlos Eduardo Miori, Donizetti, Nelson e Jair entre tantos outros companheiros que tornaram possível esse trabalho.

Aos amigos da Usina São Luiz de Ourinhos e família Quagliatto: Álvaro Barreto Peixoto, Marcus Vinícius Lopes e Daniel Quagliatto, pelo apoio e amizades incondicionais. Essa conquista também é sua e de sua equipe.

Aos amigos da Usina São Martinho, Marcos Marcari Eduardo Maniezo Rodrigues, Luís Gustavo, Sr. Vicente e toda a equipe de qualidade: muito obrigado pelo apoio dedicado ao longo desses 4 anos de trabalho.

Aos amigos e equipe da Biosev, Marcel Martinelli Bononi, Renato Pazeto, Alan e toda equipe da fazenda experimental, muito obrigado pelo esforço e dedicação.

À toda equipe da unidade Delta, em especial a Marcio Cesar Ruiz, Tiago Henrique de Almeida Silva e toda equipe de qualidade agrícola, que não mediram esforços para me ajudar na conclusão deste.

À equipe Canaplan: Ciro, Fernando, Nívia, Denis, Ricardo e Eduardo e, em especial ao sr. Luís Carlos Correa Carvalho (Caio) pela amizade e apoio, sem os quais não teria conseguido realizar esse trabalho.

À Bayer CropScience e todos os amigos de sua equipe, em especial Paulo Donadoni e Plaucius Figueiredo Seixas, por acreditaram no potencial desse trabalho.

Ainda na Bayer, não seria possível esquecer o grande amigo Antônio Soares, o qual não apenas acreditou no potencial desse trabalho, mas também em minha pessoa.

A todos aqueles que contribuíram para a realização desse trabalho, independente da forma e do momento. Sem vocês não teria conseguido chegar aqui.

A todos os professores do PPG em Agronomia da Faculdade de Ciências Agronômicas, FCA/UNESP, Botucatu.

Ao CNPQ – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de estudos concedida.

“Nessa época ouvi dizer que o primeiro sintoma da velhice é quando a gente começa a se parecer com o próprio pai. Devo estar condenado à juventude eterna, pensei então, porque meu perfil equino não se parecerá jamais ao caribenho cru que era meu pai, nem ao romano imperial de minha mãe. A verdade é que as primeiras mudanças são tão lentas que mal se notam, e a gente continua se vendo por dentro como sempre foi, mas de fora os outros reparam”.

RESUMO

O cultivo da cana-de-açúcar sofreu muitas mudanças nos últimos 15 anos. Extinção da queima, mecanização completa do plantio e colheita, expansão rumo a áreas de cerrado são apenas algumas delas. Entretanto, alguns velhos e bem conhecidos problemas permanecem presentes. Embora conhecido e extensamente estudado, o florescimento da cana-de-açúcar continua a causar perdas de produtividade. O método de controle mais utilizado envolve o uso de ethephon, o qual, apesar de conhecida eficiência, não raro tem seus resultados questionados, principalmente por uso inadequado. O objetivo do presente trabalho foi caracterizar as variáveis envolvidas no processo de florescimento que afetam a eficiência de seu controle pelo ethephon e propor estratégias de manejo que otimizem seus resultados. O trabalho foi realizado durante os anos de 2014 e 2016 em quatro regiões produtoras de cana-de-açúcar do centro-sul brasileiro e envolveu a avaliação do uso de ethephon em diferentes épocas de aplicação em três cultivares de cana-de-açúcar. Os melhores resultados foram obtidos com aplicações realizadas entre 20 dias antes à 5 dias após o início do período indutivo (P.I.). O ponto ótimo de controle ocorreu quando a aplicação foi realizada entre 9 a 6 dias antes do início de P.I. A menor intensidade de florescimento foi acompanhada dos maiores ganhos em produtividade ($p < 0,05$), com média oscilando entre 12 a 16 % em relação à testemunha. Aplicações realizadas durante e após o término do P.I. apresentaram redução gradual na eficiência de controle do florescimento. Contudo, observou-se atraso na emissão das panículas e redução na intensidade de fatores adversos como a isoporização, com redução média de 40% em relação à testemunha. Apesar de apresentarem produtividade menor do que a dos tratamentos realizados no ponto ótimo de controle, sua produtividade foi superior ($p < 0,05$) a da testemunha, com média de 6%. A antecipação da aplicação (acima de 25 a 30 dias) mostrou-se igualmente ineficiente no controle do florescimento e com produtividade inferior às aplicações realizadas após o término do P.I. e muito próximos aos da testemunha. A intensidade de isoporização apresentou relação com o florescimento, mas também com o tempo de exposição da panícula no campo e, principalmente, com as condições de restrição hídrica. O uso de ethephon em momentos de baixo armazenamento de água no solo seguido de intensificação de tais condições pelos 20 dias subsequentes a aplicação, mostrou-se diretamente relacionado a redução nos ganhos de produtividade e, em condições extremas,

resultados inferiores aos da testemunha. É fato que o ethephon controla o florescimento e promove benefícios à produtividade da cultura. Todavia, sua aplicação demanda cuidado e precisão técnica que tem faltado ao setor. Os resultados demonstram que o uso de ethephon requer cuidados quanto a sua época de aplicação e adaptações nas recomendações gerais de seu uso, pois as existentes estão atreladas ao calendário e não às condições específicas de cada cultivar e região. Assim sendo, é essencial o planejamento de sua aplicação, o qual deve incluir todas as premissas envolvidas, sob pena de permanecer na estagnação, instabilidade de resultados obtidos com ethephon e, a saída mais simples, o questionamento e abandono de seu uso.

Palavras-chave: Ethephon. Isoporização. Interação genótipo-ambiente. Análise estatística multivariada. Redução de produtividade.

ABSTRACT

Sugarcane growth in Brazil has undergone many changes in the last 15 years. Extinction of trash burning, complete mechanization of planting and harvesting, expansion to Cerrado areas are just a few of them. However, some old and well-known problems remain. Despite being widely studied; the sugarcane flowering continues to promote yield losses. The most used method of control is ethephon, despite known efficiency, often has its results questioned, mainly due to inadequate use. The aim of this work was to characterize the variables involved in the flowering process that affect the efficiency of its control by ethephon and to propose management strategies that optimize its results. The work was carried out during the years 2014 and 2016 in four sugarcane producing regions of Brazil and involved the evaluation of ethephon sprayed in different dates and cultivars. The best results were obtained in sprays carried out between 20 days before and 5 days after the beginning of the inductive period (I.P.). The optimal spraying date was about 9 to 6 days before I.P. The lower flowering intensity was accompanied by higher yield ($p < 0.05$), ranging from 12 a 16% compared to the control. Spraying done during and after the I.P. showed a gradual reduction in the efficiency flowering control. However, there was delay in panicle emission and reduction in the intensity of adverse factors such as pith, with a mean reduction of 40% compared to the control. Although its lower yields, those spraying dates showed higher yield ($p < 0.05$) than the control, with an average of 6%. The anticipation of the control (over 25 to 30 days) was also inefficient in the flowering control and with has lower yields than spraying done later, even, those ones done after the end of I.P. Pith intensity was related to flowering, but also to the time of panicle exposure in the field and, mainly, to the conditions of water restriction. The use of ethephon in conditions of low soil water storage followed by dry weather for the 20 days following spraying date, was directly related to yield reduction which, in extreme conditions, results in lower values than the control. It is a fact that ethephon controls flowering and promotes benefits to crop productivity. However, its application demands care and technical precision that has been lacking to the sector. The results demonstrate that the use of ethephon requires care regarding its spraying time and adaptations in the general recommendations of its use, since the existent ones are tied to fixed calendar and not to the specific conditions of each cultivar and region. Thus, it

is essential to plan its spraying, which should include all the premises involved, otherwise it will remain in stagnation, instability of results obtained with ethephon and, the easiest choice, questioning and abandoning its use.

Keywords: Ethephon. Pith. Genotype–environment interactions. Multivariate analysis. *Yield losses.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução: Produtividade Média (t ATR ha ⁻¹) e do custo de produção de cana-de-açúcar (R\$ t ⁻¹). Região Centro/Sul, safras 2004/05 à 2016/17.....	31
Figura 2 - Distribuição do déficit hídrico anual. Regiões Produtoras do Centro/Sul: Evolução 2003 à 2014.....	33
Figura 3 - Comparativo entre valores reais de açúcares totais recuperáveis (ATR) obtidos durante as safras de 2004/05 a 2014/15 no centro sul brasileiro (linha cheia) e seus valores potenciais, caso fossem retiradas as impurezas minerais e vegetais	35
Figura 4 - Variação espacial no número de dias indutivos ao florescimento da cana-de-açúcar nas áreas de produção da cultura no centro-sul brasileiro	36
Figura 5 - Pontos em amarelo indicam as regiões analisadas no estudo, onde: 1) Conquista (MG); 2) Orlândia (SP); 3) Barrinha (SP) e 4) Ourinhos (SP).....	65
Figura 6 - Croqui do delineamento experimental.....	67
Figura 7 - Sequência de operações realizadas durante o plantio dos ensaios em 2014	69
Figura 8 - Caminhão transbordo instrumentado do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), utilizado para determinação da massa de colmos, Ourinhos, 2016	75
Figura 9 - Regime térmico (temperaturas máximas, mínimas e médias mensais, °C) e distribuição de chuvas (mm) nas regiões de Ourinhos, Barrinha, Orlândia e Conquista durante o ano de 2015	83
Figura 10 - Balanço hídrico climatológico das regiões de Ourinhos, Barrinha, Orlândia e Conquista durante o ano de 2015	84
Figura 11 - Regime térmico (temperaturas máximas, mínimas e médias mensais, °C) e distribuição de chuvas (mm) nas regiões de Ourinhos, Barrinha, Orlândia e Conquista durante o ano de 2016	85
Figura 12 - Balanço hídrico climatológico das regiões de Ourinhos, Barrinha, Orlândia e Conquista durante o ano de 2015	86
Figura 13 - Regime térmico e precipitação (escala diária) nas regiões de Ourinhos, Barrinha, Orlândia e Conquista durante o período indutivo (P.I.) dos anos de 2015 (à esquerda) e 2016 (à direita). Onde: linha vermelha representa limiar máximo à ocorrência de florescimento (32 °C), enquanto a linha azul claro representa limiar mínimo (18 °C)	87

Figura 14 - Dispersão (gráfico biplot) das variáveis relacionadas variáveis de meteorológicas e de intensidade de florescimento médio ocorrido nas regiões de Conquista (CO), Orlândia (Or), Barrinha (Ba) e Ourinhos (Ou) durante os anos de 2015 e 2016.....	88
Figura 15 - Dendrogramas resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, construído a partir de variáveis de meteorológicas e de intensidade de florescimento médio ocorrido nas regiões de Conquista (CO), Orlândia (Or), Barrinha (Ba) e Ourinhos (Ou) durante os anos de 2015 e 2016. Linhas vermelhas delimitam os agrupamentos observados.....	92
Figura 16 - Intensidade de Florescimento (I.F.) das cultivares CTC4, IACSP95-5000 e RB966928, nas regiões de Ourinhos, Barrinha, Orlândia e Conquista em 2015. Médias seguidas pela mesma letra, para cada cultivar, não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade.....	95
Figura 17 - Intensidade de Florescimento (I.F.) das cultivares CTC4, IACSP95-5000 e RB966928, nas regiões de Ourinhos, Barrinha, Orlândia e Conquista em 2016. Médias seguidas pela mesma letra, para cada cultivar, não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade.....	96
Figura 18 - Produtividade de colmos (expressa em toneladas de colmo por hectare, TCH) obtidos para cada tratamento e cultivar avaliados, nas regiões de Conquista, Orlândia, Barrinha e Ourinhos em 2015. Médias seguidas pela mesma letra, para cada cultivar, não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade	106
Figura 19 - Produtividade de colmos (expressa em toneladas de colmo por hectare, TCH) obtidos para cada tratamento e cultivar avaliados, nas regiões de Conquista, Orlândia, Barrinha e Ourinhos em 2016. Médias seguidas pela mesma letra, para cada cultivar, não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade	108
Figura 20 - Valores de açúcares totais recuperáveis (ATR, kg t ⁻¹) obtidos para cada tratamento e cultivar avaliados, nas regiões de Conquista, Orlândia, Barrinha e Ourinhos em 2015. Médias seguidas pela mesma letra, para cada cultivar, não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade	110
Figura 21 - Valores de açúcares totais recuperáveis (ATR, kg t ⁻¹) obtidos para cada tratamento e cultivar avaliados, nas regiões de Conquista, Orlândia, Barrinha e Ourinhos em 2016. Médias seguidas pela mesma letra, para cada cultivar, não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade	111
Figura 22 - Produtividade Agroindustrial (t ATR ha ⁻¹) das cultivares CTC4, IACSP95-5000 e RB966928, nas regiões de Conquista, Orlândia, Barrinha e Ourinhos em 2015. Médias seguidas pela mesma letra, para cada cultivar, não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade.....	115

Figura 23 - Produtividade Agroindustrial (t ATR ha ⁻¹) das cultivares CTC4, IACSP95-5000 e RB966928, nas regiões de Conquista, Orlândia, Barrinha e Ourinhos em 2016. Médias seguidas pela mesma letra, para cada cultivar, não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade	116
Figura 24 – Rendimento teórico de sacarose (RTS) das cultivares CTC4, IACSP95-5000 e RB966928, nas regiões de Conquista, Orlândia, Barrinha e Ourinhos em 2015. Médias seguidas pela mesma letra, para cada cultivar, não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade	119
Figura 25 – Rendimento teórico de sacarose (RTS) das cultivares CTC4, IACSP95-5000 e RB966928, nas regiões de Conquista, Orlândia, Barrinha e Ourinhos em 2016. Médias seguidas pela mesma letra, para cada cultivar, não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade	120
Figura 26 – Rendimento teórico de etanol (RTE) das cultivares CTC4, IACSP95-5000 e RB966928, nas regiões de Conquista, Orlândia, Barrinha e Ourinhos em 2015. Médias seguidas pela mesma letra, para cada cultivar, não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade	121
Figura 27 – Rendimento teórico de etanol (RTE) das cultivares CTC4, IACSP95-5000 e RB966928, nas regiões de Conquista, Orlândia, Barrinha e Ourinhos em 2016. Médias seguidas pela mesma letra, para cada cultivar, não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade	122
Figura 28 – Margem de contribuição agrícola (MCA) das cultivares CTC4, IACSP95-5000 e RB966928, nas regiões de de Conquista, Orlândia, Barrinha e Ourinhos em 2015. Médias seguidas pela mesma letra, para cada cultivar, não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade	126
Figura 29 – Margem de contribuição agrícola (MCA) das cultivares CTC4, IACSP95-5000 e RB966928, nas regiões de de Conquista, Orlândia, Barrinha e Ourinhos em 2016. Médias seguidas pela mesma letra, para cada cultivar, não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade	127
Figura 30 – Margem de contribuição agroindustrial (MCAI) das cultivares CTC4, IACSP95-5000 e RB966928, nas regiões de de Conquista, Orlândia, Barrinha e Ourinhos em 2015. Médias seguidas pela mesma letra, para cada cultivar, não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade	129
Figura 31 – Margem de contribuição agroindustrial (MCAI) das cultivares CTC4, IACSP95-5000 e RB966928, nas regiões de de Conquista, Orlândia, Barrinha e Ourinhos em 2016. Médias seguidas pela mesma letra, para cada cultivar, não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade	130

Figura 32 – Margem de contribuição industrial (MCI) das cultivares CTC4, IACSP95-5000 e RB966928, nas regiões de de Conquista, Orlândia, Barrinha e Ourinhos em 2015. Médias seguidas pela mesma letra, para cada cultivar, não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade 131

Figura 33 – Margem de contribuição industrial (MCI) das cultivares CTC4, IACSP95-5000 e RB966928, nas regiões de de Conquista, Orlândia, Barrinha e Ourinhos em 2016. Médias seguidas pela mesma letra, para cada cultivar, não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade 132

Figura 34 - Número de dias para ocorrência de florescimento máximo (NDFmax) das cultivares CTC4, IACSP95-5000 e RB966928, nas regiões de Conquista, Orlândia, Barrinha e Ourinhos em 2015. Médias seguidas pela mesma letra, para cada cultivar, não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade..... 135

Figura 35 - Número de dias para ocorrência de florescimento máximo (NDFmax) das cultivares CTC4, IACSP95-5000 e RB966928, nas regiões de Conquista, Orlândia, Barrinha e Ourinhos em 2016. Médias seguidas pela mesma letra, para cada cultivar, não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade..... 136

Figura 36 – Intensidade de isoporização (I.ISO.) das cultivares CTC4, IACSP95-5000 e RB966928, nas regiões de Ourinhos, Barrinha, Orlândia e Conquista em 2015. Médias seguidas pela mesma letra, para cada cultivar, não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade..... 141

Figura 37 – Intensidade de isoporização (I.ISO.) das cultivares CTC4, IACSP95-5000 e RB966928, nas regiões de Ourinhos, Barrinha, Orlândia e Conquista em 2016. Médias seguidas pela mesma letra, para cada cultivar, não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade..... 142

Figura 38 – Valores de Fibra observados nas cultivares CTC4, IACSP95-5000 e RB966928, nas regiões de Ourinhos, Barrinha, Orlândia e Conquista em 2015. Médias seguidas pela mesma letra, para cada cultivar, não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade..... 145

Figura 39 – Valores de Fibra observados nas cultivares CTC4, IACSP95-5000 e RB966928, nas regiões de Ourinhos, Barrinha, Orlândia e Conquista em 2015. Médias seguidas pela mesma letra, para cada cultivar, não diferem entre si pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade..... 146

Figura 40 - Dispersão (gráfico biplot) as variáveis relacionadas ao florescimento, isoporização, condições climáticas e suas implicações na produtividade e qualidade da matéria-prima obtidas nas regiões de Conquista (Co), Orlândia (Or), Barrinha (Ba) e Ourinhos (Ou) durante os anos de 2015 e 2016, respectivamente. Pontos em vermelho correspondem as variáveis utilizadas na análise. Pontos em azul representam os tratamentos (números) realizados em cada local (letras) 148

Figura 41 - Matriz de correlação linear de Pearson entre a variação de produtividade de colmos e os valores de armazenamento de água no solo em diferentes momentos em relação à aplicação de ethephon (intervalos múltiplos de 5 dias antes e após a aplicação de ethephon) para as cultivares CTC4, IACSP95-5000 e RB966928 152

Figura 42 - Regressão linear a variação de produtividade (TCH) e o armazenamento de água no solo 20 dias após a aplicação de ethephon (R^2 ajustado = 0,8130; $p < 0,01$) 153

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos e datas de aplicação de ethephon durante os anos de 2015 e 2016.....	68
Tabela 2 - Datas de plantio dos ensaios e da colheita mecanizada em 2015 e 2016	68
Tabela 3 - Regiões de avaliação e seus respectivos solos mais representativos, ambientes de produção de cana-de-açúcar e capacidade de água disponível (CAD, mm)	79
Tabela 4 - Correlação entre cada componente principal e variáveis de meteorológicas e à intensidade de florescimento médio ocorrido nas regiões de Conquista, Orlândia, Barrinha e Ourinhos durante os anos de 2015 e 2016	90
Tabela 5 - Grupos de formados a partir da análise de agrupamento não-hierárquica k-means, realizada a partir de variáveis de meteorológicas e de intensidade de florescimento médio ocorrido nas regiões de Conquista (CO), Orlândia (Or), Barrinha (Ba) e Ourinhos (Ou) durante os anos de 2015 e 2016	93
Tabela 6 - Análise de variância das variáveis de meteorológicas e de intensidade de florescimento médio dos grupos formados pela análise de agrupamento não-hierárquica <i>k-means</i>	93
Tabela 7 - Correlações entre a intensidade de florescimento (I.F.) e o número de dias efetivamente indutivos, ou seja, aqueles que dentro do P.I. apresentaram temperatura do ar entre 18 e 32 °C, restantes após um determinado período de ação do ethephon	101
Tabela 8 - Correlação entre cada componente principal e as variáveis relacionadas ao florescimento, isoporização, condições climáticas e suas implicações na produtividade e qualidade da matéria-prima ocorridas nas regiões de Conquista, Orlândia, Barrinha e Ourinhos durante os anos de 2015 e 2016	149

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
2 REVISÃO DE LITERATURA	29
2.1 A importância da cana-de-açúcar no Brasil e no Mundo	29
2.2. Cenário Produtivo Brasileiro: muitas mudanças, grandes consequências	30
2.2.1 Quebra de produção: mudanças “porteira à dentro”	32
2.3 A cana-de-açúcar: origem e dispersão.....	37
2.4 Desenvolvimento fenológico da cana-de-açúcar Erro! Indicador não definido.	
2.4.1 Germinação e emergência.....	40
2.4.2 Perfilhamento	40
2.4.3 Crescimento dos colmos.....	41
2.4.4 Maturação da Cana-de-açúcar: estágio fenológico?.....	42
2.5 Florescimento: herói ou vilão?.....	45
2.5.1 Florescimento da cana-de-açúcar: fatores relacionados à planta	46
2.5.1.1 Crescimento vegetativo vigoroso	46
2.5.1.2 Superação do período juvenil.....	47
2.5.1.3 Características genéticas	48
2.5.2 Florescimento da cana-de-açúcar: condições ambientais	50
2.5.2.1 Fotoperíodo.....	50
2.5.2.2 Temperatura do ar	51
2.5.2.3 Umidade do solo	52
2.5.2.4 Nutrição.....	53
2.5.3 Florescimento da cana-de-açúcar: Fisiologia do processo	53
2.5.4 Alterações morfológicas e desenvolvimento da panícula.....	55
2.5.6 Perdas relacionadas ao florescimento	57
2.5.7 Controle do Florescimento	61
3 MATERIAL E MÉTODOS	65
3.1. Caracterização das áreas experimentais	65
3.2. Delineamento experimental.....	67
3.3 Plantio e tratos culturais	68
3.4 Avaliações experimentais.....	70
3.5 Dados meteorológicos.....	78
3.6 Análise estatística	80
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	83
4.1 Condições Climáticas: ano safra e período indutivo.....	83
4.2 Florescimento e sua inibição	86
4.2.1 Potencial de florescimento anual	86
4.2.2 Efeitos da época de aplicação de ethephon na intensidade de florescimento	94
4.2.3 Interações genóticas e climáticas: efeitos na eficiência do ethephon como inibidor de florescimento da cana-de-açúcar	98
4.3 Efeitos da época de aplicação na produtividade da cultura	104

4.3.1 Produtividade e qualidade de matéria-prima	104
4.3.2 Produtos gerados: açúcar e álcool	117
4.3.3 Margens de contribuição agrícola, agroindustrial e industrial	124
4.4 Variações da produtividade: muito além do florescimento	133
4.4.1 Número de dias para o florescimento máximo (NDFMax)	133
4.4.2 Intensidade de Isoporização (I.Iso)	139
4.4.3 Aumento nos teores de fibra	143
4.4.4 Interação entre florescimento e as condições climáticas durante a safra... ..	147
4.4.5 Condições climáticas do momento de aplicação	152
4.5 Critérios para aplicação de ethephon	154
5 CONCLUSÕES	159
6 REFERÊNCIAS	161

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram concluir que:

- 1) O florescimento da cana-de-açúcar é um evento de natureza multivariada, não apenas em sua ocorrência, mas também na determinação da extensão de seus efeitos redutores da produtividade;
- 2) Os melhores resultados de inibição do florescimento foram obtidos entre 20 dias antes a 5 dias após o início do período indutivo. O ponto ótimo de controle ocorreu quando a aplicação foi realizada entre 9 a 6 dias antes do início de P.I;
- 3) Quanto mais distantes do início do período indutivo, independentemente se antes ou depois, maior foi a probabilidade de ocorrerem escapes no controle;
- 4) Quanto menor a intensidade do florescimento, maior a produtividade agrícola;
- 5) A qualidade da matéria-prima apresentou menor variação entre os tratamentos quando comparada à produtividade de colmos;
- 6) As cultivares avaliadas apresentaram diferenças não apenas na propensão ao florescimento, mas também na velocidade de emissão da panícula e na superação dos efeitos do ethephon;
- 7) Aplicações de ethephon realizadas durante e após o período indutivo, embora tenham apresentado baixa eficiência de controle, apresentaram atraso na emissão das panículas;
- 8) Aplicações tardias, embora com alto índice de florescimento, apresentaram redução na ocorrência de isoporização;
- 9) O atraso na emissão da panícula e o tempo entre emissão e colheita influenciaram a extensão dos danos, principalmente pela desidratação e ocorrência de isoporização;
- 10) As condições climáticas influenciam não apenas a ocorrência do florescimento, mas também a extensão das perdas a ele relacionadas.

6 REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, A.G. **Sugarcane physiology**. Amsterdam: Elsevier, 1973. 752 p.
- ALEXANDER, A.G.; SAMUELS, G. Controlled-temperature studies of growth, enzymology, and sucrose production by two sugarcane varieties in Puerto Rico. **Journal of Agriculture**, Puerto Rico, v. 52, p. 204-217, 1968.
- ALLISON, J.C.S.; PAMMENTER, N.W.; HASLAM, R.J. Why does sugarcane (*Saccharum* ssp. hybrid) grow slowly? **South African Journal of Botany**, v.73, p.546-551, 2007.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ALMEIDA, J. C. V.; LEITE, C. F.; SOUZA, J. R. P. Efeitos de maturadores nas características tecnológicas da cana-de-açúcar com e sem estresse hídrico. **Semina: ciências agrárias**, Londrina, v. 26, n. 4, p. 441 - 448, 2005.
- ALVAREZ, I. A.; CASTRO, P. R. C. Crescimento da parte aérea de cana crua e queimada. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 4, p. 1069-1079, 1999.
- AMIN, M.H., KASSIM, E.S., BAYAUMI, M., Menshawi, Z.A. Growth and flowering of sugarcane in relation to photoperiod and air humidity. **Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists**, v. 14, p. 348–353, 1971.
- ANDRADE, E. M.; ARAÚJO, L. F. P.; ROSA, M. F.; GOMES, R. B.; LOBATO, F. A. O. Fatores determinantes da qualidade das águas superficiais na bacia do Alto Acaraú, Ceará, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, p.1791-1797, 2007.
- ARALDI, R. et al. Florescimento em cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 3, p. 694-702, mar. 2010.
- ARCENEUX, G. Flowering of sugarcane. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 12., 1965, San Juan. **Anais...** Amsterdam: Elsevier, 1967. p.780-784
- ARGENTON, P.E. **Influências das variáveis edafoclimáticas e de manejo no rendimento de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na região de Piracicaba, São Paulo**. 2006. 109 p. Tese (Doutorado Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- BACCHI, O. O. S. Botânica da Cana-de-açúcar. In: Filho, J.O. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil. Instituto do Açúcar e do Alcool. Programa Nacional de Melhoramento Cana-de-açúcar – PLANALSUCAR. Piracicaba, PLANALSUCAR, 1983. n.2, p.25-40.
- BARBIERI, V; BACCHI, O. O. S.; VILLA NOVA, N. A. **Análise do fator temperatura média do ar no desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. Mossoró, ESAM, 1979 In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 1, 1979, Mossoró. **Anais...** Mossoró: SBA, v.1. p. 6-8, 1979.

BARBOSA, M. H. P.; SILVEIRA, L. C. I.; MACÊDO, G. A. R.; PAES, J. M. V. Variedades melhoradas de cana-de-açúcar para Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 239, p. 20-24, 2007.

BARREDO, A.T. Changes in juice quality of flowering canes with time. **Proceedings Philippine Sugar Technologists**, v. 24, p. 105–110, 1976.

BERDING, N; HURNEY, A.P. Flowering and lodging physiological-based traits affecting cane and sugar yield: What do we know of their control mechanisms and how do we manage them?. **Field Crops Research**, v. 92, n. 2, p. 261-275, 2005.

BERDING, N. Improving flowering through breeding: progress and prospects. **Proc Queensland Sugar Technol Assoc**, v.17, p. 162-171, 1995.

BERDING, N. Poor and variable flowering in tropical sugarcane improvement programs: diagnosis and resolution of a major breeding impediment. **Proceedings International Society Sugar Cane Technologists**, v. 25, p. 493–503, 2005.

BERDING, N.; MOORE, P.H. Advancing from opportunistic sexual recombination in sugarcane: Lessons from tropical photoperiodic research. **Proc Int Soc Sugar Cane Technol**, n.24, p.482-487, 2001.

BERDING, N. et al. Tropical, managed initiation of sugarcane flowering: optimization of nonphotoperiodic variables. **Proc Aust Soc Sugar Cane Technol**, v.26, p.1-12, 2004.

BERDING, N., PENDRIGH, R.S. DUNNE, V. Can flowering in sugarcane be optimised by use of differential declinations for the initiation and development phases? **Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists**, v. 26, p. 699–711, 2007.

BERDING, N., PENDRIGH, R.S. DUNNE, V. Pursuing higher efficacy for managed photoperiodic initiation of sugarcane flowering in the tropics. **Proceedings Australian Society Sugar Cane Technologists**, v. 32, n. 5, p. 234–250, 2010.

BERDING, N. Improved flowering and pollen fertility in sugarcane under increased night temperature. **Crop Science**, v. 21, p. 863–867, 1981.

BEZUIDENHOUT, C.N.; O LEARY, G.J.; SINGELS, A. BAJIC, V.B. A Process-Based Model to Simulate Changes in Tiller Density and Light Interception of Sugarcane Crops. **Agricultural Systems**, v.76, p.589-599, 2003.

BONNET, G.B. Developmental Stages (Phenology). In: Moore, P.H.; Botha. F.C. Sugarcane: physiology, biochemistry, and functional biology. 1 ed.: John Wiley & Sons Ltd. pp. 35-53, 2014.

BONNETT, G. D.; HEWITT, M. L.; GLASSOP, D. Effects of high temperature on the growth and composition of sugarcane internodes. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 57, n. 10, p. 1087-1095, 2006.

BRANDES, E.W.; MATZ, J. Problems and progress in breeding temperate zone sugarcane. **Sugar Journal**, v. 2, p. 3-6, 1939.

BRAUNBECK, O. A.; MAGALHÃES P. S. G. Avaliação tecnológica da mecanização da cana-de-açúcar. In: CORTEZ, L. A. B. (Org.). **Bioetanol de Cana-de-Açúcar, P&D para Produtividade e Sustentabilidade**. São Paulo: Blucher, p. 451-464, 2010.

BRETT, P.G.C. Flowering and pollen fertility in relation to sugarcane breeding in Natal. **Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists**, v. 7, p. 43-56, 1951.

BRUNKHORST, M.J.A Preliminary investigation into the effect of plant nutrient levels on sugarcane flowering. **Proc South Africa Sugar Technol Assoc**, v.75, p.143-150, 2001.

BULL, T. The sugarcane plant. In: HOGARTH, M.; ALLSOPP, P. (Ed.). **Manual of cane growing**. Australia: Bureau of Sugar Experimental Stations, Indooroopilly, 2000. p. 71-83.

BURR, G.O.; HARTT, C.E.; BRODIE, H.W.; TANIMOTO, T.; KORTSCHAK, H.P.; TAKAHASHI, D.; ASHTON, F.M.; COLEMAN, R.E. The sugarcane plant. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 8, p. 275-308, 1957.

BURR, G.O. The flowering of sugar cane. **Rep Hawaii Sugar Technol**, v.9, p.47-49, 1950.

BUTTERFIELD, M.K.; D'HONT, A.; BERDING, N. The sugarcane genome: A synthesis of current understanding, and lessons for breeding and biotechnology. **Proc. S. Afr. Sug. Technol. Ass**, v. 75, p. 1-5, 2001.

CAIEIRO, J. T.; PANOBIANCO, M.; BESPALHOK FILHO, J. C.; OHLSON, O. C. Physical purity and germination of sugarcane seeds (Caryopses) (*Saccharum* ssp.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 140-145, 2010.

CANAPLAN CONSULTORIA TÉCNICA LTDA. **Relatórios Projeto Safra**. Piracicaba, 2015.

CANAPLAN CONSULTORIA TÉCNICA LTDA. Agronegócio Brasileiro: Cana-de-Açúcar. Piracicaba, 2016. 69p.

CANDOLLE, A. L'origine des plantes cultivées. 12 ed. 1883.

CAPUTO, M.M.; SILVA, M.A., BEAUCLAIR, E.G.T., GAVA, G.J.C. Acúmulo de sacarose, produtividade e florescimento de cana-de-açúcar sob reguladores vegetais. **Interciencia**, v. 32, n. 12, p. 834-840, 2007.

CARDOZO, N.P. **Análise de risco econômico da cana-de-açúcar em função de condições climáticas de diferentes regiões do estado de São Paulo**. 2011. 66f. Monografia (Especialização em Investimento e Gestão no Setor Sucroalcooleiro) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

CARDOZO, N.P. **Modelagem da maturação da cana-de-açúcar em função de variáveis meteorológicas**. 2012. 202f. Dissertação (Mestrado em Física do

Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

CARDOZO, N.P. **Sustentabilidade técnica e ambiental da irrigação de cana-de-açúcar em diferentes regiões brasileiras**. 2013. 105f. Monografia (Especialização em Manejo de solos Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013,

CARDOZO, N.P.; SENTELHAS, P.C. Climatic effects on sugarcane ripening under the influence of cultivars and crop age. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.70, n. 6, p.449-456, 2013.

CARDOZO, N.P.; SENTELHAS, P.C.; PANOSSO, A.R.; FERRAUDO, A. Multivariate analysis of the temporal variability of sugarcane ripening in south-eastern Brazil. **Crop and Pasture Science**, v. 65, p.300-310, 2014.

CARDOZO, N.P.; SENTELHAS, P.C.; PANOSSO, A.R.; PALHARES, A.; IDE, B.Y. Modeling sugarcane ripening as a function of accumulated rainfall in Southern Brazil. **International Journal of Biometeorology**, v. 59, n. 12, p. 1913-1925, 2015.

CARDOZO, N.P.; BORDONAL, R.O.; LA SCALA, N. Greenhouse gas emission estimate in sugarcane irrigation in Brazil: Is it possible to reduce it, and still increase crop yield?. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, p. 3988-3997, 2016.

CASAGRANDE, A.A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 157p.

CASTRO, P.R.C. Fisiologia da cana-de-açúcar. In: ENCONTRO CANA-DE-AÇÚCAR, 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Rhodia Agro, 1993. p.4-8.

CASTRO, P.R.C. **Fisiologia vegetal aplicada à cana-de-açúcar**. Maceió, 2001. 7p.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Sucro/CEPEA: preços médios reais da safra 2016/17 superam os da anterior**. CEPEA-USP. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/releases/sucro-cepea-precos-medios-reais-da-safra-2016-17-superam-os-da-anterior.aspx>. Acesso em: 13 jun. 2017.

CHENG, C.F.; CHAO, T.K. Fifteen-year records of sugarcane flowering in Taiwan. **Report Taiwan Sugar Experiment Station**, v. 3, p. 87-122, 1948.

CHONG, B. F.; MILLS, E.; BONNETT, G. D.; GNANASAMBANDAM, A. Early exposure to ethylene modifies shoot development and increases sucrose accumulation rate in sugarcane. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 29, p. 149-163, 2010.

CLEMENTS, H.F. Flowering of sugarcane: mechanisms and control. **Hawaii Agriculture Experiment Station Technical Bulletin**, v. 92, p. 1-56, 1975.

CLEMENTS, H.F.; AWADA, M. Experiments on the artificial induction of flowering in sugarcane. *Proceedings of International Society of Sugar Cane Technology*, New York, v.12, p. 795-812, 1965.

COLEMAN, R.E. Physiology of flowering. **Report Hawaii Sugar Technologists**, p. 108-109, 1963a.

COLEMAN, R.E. Effect of temperature on flowering in sugarcane. **International Sugar Journal**, Glamorgan, v. 6, p. 351-353, 1963b.

COLEMAN, R.E. Physiology of flowering in sugarcane. **Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists**, v. 13, p. 992-1000, 1986.

COLEMAN, R.E. Factors involved in the flowering of sugarcane (*Saccharum* spp.). **Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists**, v. 10, p. 805-813, 1959.

COLETTI, J.T.; LORENZETTI, J.M.; FREITAS, P.G.R.; CORBINI, J.L.; WALDER, L.A.M.; CAMPONEZ NETO, A. A inibição do florescimento pelo uso de ethephon e sua influência na biomassa. In: CONGRESSO NACIONAL STAB, 3., ; CONVENÇÃO DA ACTALAC, 5., São Paulo. **Anais...**São Paulo: STAB, 1984. p. 348-351.

COLETTI, J.T. et al. Inhibition of flowering by ethephon and its influence on sugarcane quality in Brazil. **Proc int Soc Sug Cane Technol**, v. 19, p. 298-304, 1986.

CONSECANA-SP. CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de instruções**. Piracicaba, 2001. 117 p.

SILVA, M.A.; DOS SANTOS, C.M.; ARANTES, M. T.; BRUNELLI, M. C.; DE HOLANDA, L.A. Respostas fisiológicas de cultivares de cana-de-açúcar submetidas à deficiência hídrica e a reidratação. **Revista Caatinga**, v.26, n. 3, p. 28-35, 2013.

DANIELS, J.; ROACH, B.T. Taxonomy and evolution. In: HEINZ, D.J. (Ed.). **Sugarcane improvement through breeding**. New York: Elsevier, 1987. p. 7-84.

DAVIES, W.N.L.; VLITOS, A.J. Some aspects of flowering in sugarcane and its relationship to sucrose metabolism. **Proceedings: Cellular and Molecular Aspects of Floral Induction**, p. 462-471, 1970.

DE ALMEIDA, J.R.; VALSECCHI, O.; GOMES, F.P. The flowering of the sugarcane. **Int. Sugar J.**, v. 48, p. 174-176, 1946.

DEMIRBAS, A. The Importance of Bioethanol and Biodiesel from Biomass, Energy Sources, Part B: Economics. **Planning and Policy**, v.3, n.2, p.177-185, 2008.

DEREN, C.W. Stability and heritability of pith in sugarcane and its influence on yield. **Plant Breeding**, v. 109, p. 242-247, 1992.

DEUBER, R. Florescimento e maturação da cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 3., 1986. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Copersucar, 1986, p. 585-593.

- DEUBER, R. Maturação da cana-de-açúcar na região Sudeste do Brasil. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 4., 1988, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: COPERSUCAR, 1988. p. 33-40.
- DEUBER, R.; IRVINE, J.E. Controle do florescimento da cana-de-açúcar com aplicação de ethephon. **Boletim Técnico COPERSUCAR**, n.36, p.16-24, 1987.
- DEUBER, R.; CARLUCCI, M.V. Florescimento da cana-de-açúcar: seu controle com ethephon e sua relação com o acúmulo de sacarose. **Planta daninha**, Viçosa, v. 9, n. 1-2, p. 27-36, 1991.
- DILLON, S.L.; SHAPTER, F.M.; ROBERT, H.J.; CORDEIRO, G.; IZQUIERDO, L.; LEE, S.L. Domestication to crop improvement: genetic resources for *Sorghum* and *Saccharum* (Andropogoneae) **Ann Bot.**, v. 5, p. 975-989, 2007.
- DONALDSON, R.A. Effects of ethephon applied to two sugarcane cultivars to prevent flowering. **Proc S Afr Sug Technol Ass**, v.70, p.38-41, 1996.
- DONALDSON, R.A.; REDSHAW, K.A.; VAN RHODES, R.A. Season effects on productivity of some commercial South African sugarcane cultivars. I: Biomass and radiation use efficiency. **P. S. Afr. Sug.**, v. 81, p. 517-527, 2008.
- DONALDSON, R.A.; SINGELS, A. Yields and estimated economic returns from using ethephon to suppress flowering in annually harvested sugarcane. Mount Edgecombe: Swaziland Sugar Association Technical Services, 2004. p.12.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. 179 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 33).
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Estudos FAO, Irrigação e Drenagem 33. Tradução Gheyi, H.R. e outros, UFPB, Campina Grande. FAO. 306p. 1994.
- DUNKELMAN, P.H.; BLANCHARD, M.A. Controlled photoperiodism in basic sugarcane breeding. *Proc Int Soc Sugar Cane Technol*, v.4, p.80-85, 1974. DUTT et al., 1938;
- EASTWOOD, D; DAVIS, H.B. Chemical ripening in Guyana - progress prospects. **Sugar Cane**, May/June, p. 4-18, 1997.
- Eksteen, A.; Singels, A.; Ngxaliwe, S. Water relations of two contrasting sugarcane genotypes. **Field Crops Research**, v. 168, p. 86-100, 2014.
- ELLIS, T.O. et al. Flowering of sugarcane in reaction to maximum temperature during the induction period. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 12., 1965, San Juan. **Anais...** Amsterdam: Elsevier, 1967. p. 790-794.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 2006. 412 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **BDCLIMA: Banco de Dados Climáticos do Brasil**. Disponível em: <http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 22 de abril de 2016.

ENDRES, L. et al. Foliar Applications of Calcium Reduce and Delay Sugarcane Flowering. **BioEnergy Research**, v.1, p.1 - 11, 2015.

ENDRES, L. et al. Photosynthesis and water relations in Brazilian sugarcane. **The Open Agriculture Journal**, Bussum, v.4, p.31-37, 2010.

ETHIRAJAN, A.S. Sugarcane hybridization techniques. In: COPERSUCAR INTERNATIONAL SUGARCANE BREEDING WORKSHOP, 1987, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba-SP: Centro de Tecnologia Copersucar, 1987. p.12.

EVANS, H. The incidence of pithiness in sugarcane and its effect on yield and quality. **Proceedings of the British West Indies Sugarcane Technologists**, V. 1, P. 119-132, 1966.

FACHINELLI, N.P., PEREIRA JR., A.O. Impacts of sugarcane ethanol production in the Paranaíba basin water resources. **Biomass Bioenergy**, v. 83, p. 8-16, 2015.

FADAYOMI, R.O.; Abayomi, Y.A.; Olaoye, G. Evaluation of etephon for the control of flowering in sugarcane at the Bacita Estate, Nigeria. **Sugarcane**, n.1, p. 9-17, 1995.

FERNANDES, A.C. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. Piracicaba: STAB, 2011. 240 p.

FIGUEIREDO, P. Breve história da cana-de-açúcar e do papel do Instituto Agrônomo no seu estabelecimento no Brasil. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M. de; LANDELL, M.G.A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. p. 31-44.

FORTES, C. **Discriminação varietal e estimativa de produtividade agroindustrial de cana-de-açúcar pelo sensor orbital ETM+/Landsat 7**. 2003. 131f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

FRANÇOSO, R.F; BIGATON, A.; DA SILVA, H.J.T.; MARQUES, P.V. Relação do custo de transporte da cana-de-açúcar em função da distância. **Revista iPecege**, v. 3, n. 1, p.100-105, 2017.

GARNER, W.W.; ALLARD, H.A. Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants. **Journal Agriculture Research**, v. 18, p. 553-606, 1920.

GASCHO, G. J.; SHIH, S. F. Sugarcane. In: TEARE, I. D.; PEET, M. M. (Ed.). **Crop-water relations**. New York: Wiley-Interscience, 1983. p. 445-479.

GAVA, G.J.C.; TRIVELIN, P.C.O.; OLIVEIRA, M.W.; PENATTI, C.P. Crescimento e acúmulo de nitrogênio em cana-de-açúcar cultivada em solo coberto com palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 11, p. 1347-1354, 2001.

GEORGE, E.F.; LALOUETTE, J.A. Photoperiodic experiments on the sugar cane variety C.P.36-13. **Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists**, v. 11, p. 516-526, 1962.

GLASZIOU, K.T.; BULL, T.A.; HATCH, M.D.; WHITEMAN, P.C. Physiology of sugarcane: VII. Effects of temperature, photoperiod duration, and diurnal and seasonal temperature changes on growth and ripening. **Australian Journal of Biological Sciences**, Collingwood, v. 18, p. 53-66, 1965.

GOSNELL, J.M. Some factors affecting flowering in sugarcane. **Proceedings South African Sugar Technologists' Association**, v. 47, p. 144-147, 1973.

GOSNELL J. M.; JULIEN H. R. Variations in effects of flowering on cane yield and quality. In: SEMINAR SUGAR CANE RIPENER. Orlando. **Anais...** Orlando: FL. EEUU, 1976. p. 253-257.

GLOVER, J. Changes in sucrose % cane and yield of sucrose per unit area associated with cold, drought and ripening. In: SOUTH AFRICAN SUGARCANE TECHNOLOGISTS' ASSOCIATION, 1971, Durban. **Proceedings...** Durban: SASTA, 1971. p. 158-164.

GHONEMA, M.A. Flowering synchronization in some sugarcane genotypes at various planting dates under natural environment **Alexandria Science Exchange Journal**, v. 38, n. 2, 2017.

GUPTA, V. et al. The water-deficit stress- and red-rot-related genes in sugarcane. **Funct Integr Genomics**, v. 10, p.207–214, 2010.

HAIR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 2005. 688 p.

HARDY, G.; DOVE, H.; AWADA, M. The use of ethephon for prevention of flowering in sugarcane in Sudan. **Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists**, v. 19, p. 305–316, 1986.

HARTIGAN, J.A. **Clustering algorithms**. New York: Wiley, 1975. 351 p.

HERNANDES, T.A.D.; BUFON, V.B.; SEABRA, J.E.A. Water footprint of biofuels in Brazil: assessing regional differences. **Biofuel Bioprod. Bioref**, v. 8, p. 241-252, 2014.

HES, J.W. The effect of arrowing on the yield of cane. **Sugar Journal**, v. 14, p. 10-17, 1951.

HUMBERT, R.P. **The growing of sugar cane**. Amsterdam: Elsevier, 1968. 779 p.

HUMM, M. Observations of the suppression of sugarcane flowering using ethephon on the KwaZulu-Natal South Coast. **Proc S Afr Sug Technol Ass**, v. 75, p. 187-191, 2001.

HUNKE, P., ROLLER, R., ZEILHOFER, P., SCHRODER, B., MUELLER, E.N. Soil changes under different land-uses in the Cerrado of Mato Grosso, Brazil. **Geoderma Reg.**, v. 4, p. 31-43, 2015.

INMAM-BAMBER, N.G. Temperature and seasonal effects on canopy development and light interception of sugarcane. **Field Crops Research**, London, v.36, p. 41-51, 1994.

JAMES, N.I.; MILLER, J.D. Shoot apex development in early-, mid-, and late-season flowering sugarcane clones. **Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists**, v. 14, p. 334–340, 1971.

JULIEN, M.H.R.; SOOPRAMANIEN, G.C. The effect of flowering on yield in sugarcane. **Review Agricultural Sucre. Ile Maurice**, v. 55, p. 151-158, 1976.

JULIEN, M.H.R.; SOOPRAMANIEN, G.C.; D'ESPAGNAC, M.A.L. Environment, flowering, rainfall and dosage rate as factors affecting response to ripener Polaris. **Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists**, v. 17, p. 604-613, 1980.

JULIEN, M.H.R.; SOOPRAMANIEN, G.C.; LORENCE, D. Juvenility, senility, climate and flowering in *Saccharum*. **Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists**, v. 15, p. 984-990, 1974.

JULIEN, M.H.R. et al. Age, time of harvest and environment as factors influencing differences in yield between flowering and vegetative canes. **Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists**, v. 16, p. 1771–1789, 1977.

JULIEN, M.H.R. The photoperiodic control of flowering in *Saccharum*. **Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists**, v. 14, p. 323–333, 1971.

JULIEN, M.H.R. Physiology of flowering in *Saccharum*. I. Day length control of floral initiation and development in *S. spontaneum* L. **Journal Experimental Botany**, v. 24, p. 549-557, 1973.

KAISER, H.F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. **Psychometrika**, New York, v. 23, p. 187-200, 1958.

KEATING, B.A.; ROBERTSON, M.J.; MUCHOW, R.C.; HUTH, N.I. Modelling sugarcane production systems I. Development and performance of the sugarcane module. **Field Crops Research**, London, v. 61, p. 253-271, 1999.

KHANNA, K.L.; SHARMA, S.L.; RAMANATHAN, K.R. **Proceedings of the Indian Academy of Sciences**, Section B, v. 42, p. 195-212, 1955.

LANG, A. Physiology of flower initiation. **Encyclopedia of Plant Physiology**, v. 15, p. 1380-1536, 1965.

LAVANHOLI, M.G.D.P. Qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima para produção de açúcar e álcool. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M. de; LANDELL, M.G.A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008, p. 697-722.

- LEGENDTRE, B.L. Ripening of sugarcane: effects of sunlight, temperature, and rainfall. **Crop Science**, Madison, v. 15, p. 349-352, 1975.
- LEITE, G.H.P. **Maturação induzida, alterações fisiológicas, produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2005. 141 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agronômicas Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2005.
- LEVI, C.A., MARIOTTI, J.A.; ARÉVALO, C.G. Floración en caña de azúcar: resultados de 2 años de experiencias **Revista industrial y agrícola de Tucumán**, v. 55, p. 1-14, 1978.
- LI, Y.; SOLOMON, S. Ethephon: a versatile growth regulator for sugarcane industry. **SugarTech**, v. 5, p. 213-233, 2003.
- LINGLE, S.E. Seasonal internode development and sugar metabolism in sugarcane. **Crop Science**, Madison, v. 37, p. 1222-1227, 1997.
- LINGLE, S.E.; SMITH, R.C. Sucrose metabolism related to growth and ripening in sugarcane internodes. **Crop Science**, Madison, v. 31, p. 172-177, 1991.
- LONG, A.C. A large varietal difference in cane deterioration due to flowering. **Proceedings South African Sugar Technologists' Association**, v. 50, p. 78-81, 1976.
- LOPEZ-HERNANDEZ, J.A. The quality of flowering cane. **Sugar y Azucar**, São Paulo, v. 60, p. 41-42, 1965.
- LYRA, W. S.; SILVA, E.C.; ARAÚJO, M.C.U.; FRAGOSO, W.D. Classificação periódica: Um exemplo didático para ensinar análise de componentes principais. **Química Nova**, v.33, p.1594-1597, 2010.
- LYRENE, P.M. Heritability of flowering in sugarcane. **Crop Science**, v. 17, p. 462-464, 1977.
- MACCOLL, D. Some aspects of the flowering of sugar cane in Barbados and its control in a breeding programme. **Annals of Botany**, Londres, v. 41, p. 191-207, 1977.
- MACHADO, E.C. Fisiologia de produção de cana-de-açúcar In: PARANHOS, S.B. (Coord.). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 1, cap. 1, p. 56-87.
- MANGELSDORF, A.J. 'Sugarcane breeding in Hawaii'. **Hawaii Plant. Rec.** v.54, p.101-162, 1953.
- MAMET, L.D.; GALWEY, N.W.A relationship between stalk elongation and earliness of ripening in sugarcane, **Experimental Agriculture**, New York, v. 35, p. 283-291, 1999.

MARIN, F.R.; JONES, J.W.; ROYCE, F.; ASSAD, E.D.; PELLEGRINO, G.Q.; JUSTINO, F. Climate change impacts on sugarcane attainable yields in Southern Brazil. **Climatic Change**, London, v.1, p.101-110, 2012.

MARIN, F.R. **Eficiência de produção da cana-de-açúcar brasileira: estado atual e cenários futuros baseados em simulações multimodelos**. 2014. Tese (Livre Docência em Agrometeorologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/11/tde-22082014-112751/>>. Acesso em: 01-10-2016.

MARQUES, M. O.; MACIEL, B. F.; FIGUEIREDO, I. C.; MARQUES, T. A. Considerações sobre a qualidade da matériaprima. IN: MARQUES M. O.; MUTTON, M. A.; NOGUEIRA, T. A. R.; TASSO JÚNIOR, L. C.; NOGUEIRA, G. A.; BERNARDI, J. H. **Tecnologias na agroindústria canavieira**. Jaboticabal: FCAV, 2008. p. 9-16.

MELÉM JÚNIOR, N. J.; FONSECA, I. C. B.; BRITO, O. R.; DECAËNS, T.; CARNEIRO, M. M.; MATOS, M. F. A.; GUEDES, M. C.; QUEIROZ, J. A. L.; BARROSO, K. O. Análise de componentes principais para avaliação de resultados analíticos da fertilidade de solos do Amapá. **Semina: Ciências Agrárias**, v.29, p.499- 506, 2008.

MELLONI, M.L.G.; MELLONI, M.N.G.; SCARPARI, M.S.; GARCIA, J.C.; LANDELL, M.G.A.; PINTO, L.R. Flowering of sugarcane genotypes under different artificial photoperiod conditions. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, p. 456-463, 2015.

MENOSSE, M., SILVA-FILHO, M.C., VINCENTZ, M.C., VAN-SLUYS, M.A., SOUZA, G.M. Sugarcane functional genomics: gene discovery for agronomic trait development. **Int. J. Plant Genomics**, v. 1, p. 1-11, 2008.

MENDONÇA, J.R.; NOCITI, P.R.H.; DEOTTI, R.C. Estudo de diferentes épocas de corte em cana-de-açúcar. In: **SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRÔNOMICA**, 2,1984, Piracicaba. Centro de Tecnologia COPERSUCAR, 1984. p. 140-149.

MIDMORE, D.J. Effects of photoperiod on flowering and fertility of sugarcane (*Saccharum spp.*). **Field Crops Research**, v. 3, p. 65-81, 1980.

MILLER, J.D.; GILBERT, R.A. **Sugarcane Botany: A Brief View**. Gainesville: University of Florida IFAS extension, 2009. 6 p.

MOORE, P.H. Prediction of sugarcane flowering. **Hawaiian Sugar Planters' Association Experiment Station Growth Regulator Report**, v. 14, p. 1-3, 1983.

MOORE, P.H.; NUSS, K.J. Flowering and flower synchronization. In HEINZ, D.J. (Ed.). **Sugarcane improvement through breeding**. Amsterdam: Elsevier, 1987. p. 102-127.

MOORE, P. H.; BERDING, N. Flowering. In: Sugarcane: Physiology. In: MOORE, P.H.; BOTHA, F.C. **Sugarcane: physiology, biochemistry, and functional biology**. 1 ed.: John Wiley & Sons Ltd. 2014. p. 379–410.

MOORE, P.H.; MARETZKI, A. Sugarcane. In: ZAMSKI, E.; SCHAFFER, A.A. (eds.) **Photoassimilate distribution in plants and crops**. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 643- 669.

MOORE, P.H. Investigations of the flowering of *Saccharum*. I. Ontogeny of the inflorescence. **Canadian Journal of Botany**, v. 49, p. 677-682, 1971.

MOORE, P.H. Investigations on the flowering of *Saccharum*. II. Number of spindle leaves and date of induction. **Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists**, v. 15, p. 7-16, 1974a.

MOORE, P.H. Flowering control with diquat. **Hawaiian Planters' Record**, v. 58, p. 323–329, 1974b.

MOORE, P.H. Studies on sugarcane pollen. II. Pollen storage. **Phyton**, v. 34, p. 71-80, 1976.

MOORE, P.H. *Saccharum*. In: HALEVEY, A.H. **CRC Handbook of Flowering**. Boca Raton: CRC Press Inc, 1985, v. 4, p. 243-262.

MOORE, P.H. Physiology and control of flowering. **Copersucar International Sugarcane Breeding Workshop**, p.103-128, 1987.

MOORE, P.H.; OSGOOD, R.V. Use of ethephon to prevent flowering of sugarcane in Hawaii. **Proc int Soc Sug Cane Technol**, v.19, p.258-262, 1986.

MOORE, P.H.; OSGOOD, R.V. Prevention of flowering and increasing sugar yield of sugarcane by application of ethephon (2-chloroethylphosphonic acid). **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 8, p. 205–210, 1989.

MOORE, P.H. Temporal and spatial regulation of sucrose accumulation in the sugarcane stem. **Australian Journal of Plant Physiology**, Collingwood, v. 22, p. 661-679, 1995.

MOZAMBANI, A.E.; PINTO, A.S.; SEGATO, S.V; MATTIUZ, C.F.M. História e morfologia da cana-de-açúcar, In: SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. **Atualização em produção de cana-de-açúcar, Atualização em produção de Cana-de-Açúcar**. Piracicaba: - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2006. p.11-18.

NUSS, K.J.; BERDING, N. Planned recombination in sugarcane breeding: artificial initiation of flowering in sugarcane in subtropical and tropical conditions. **Proc Int Soc Sugar Cane Technol**, v. 2, p. 504-508, 1999.

NUSS, K.J.; MAHARAJ, A. Flowering in sugarcane and its effects on quality and yield components, four to eleven months later. **Proc S Afr Sug Technol Ass**, v. 66, p. 38-40, 1992.

NUSS, K.J. Factors influencing the numbers of seedlings obtained from sugarcane crosses. **Proceedings South African Sugar Technologists' Association**, v. 53, p. 167-169, 1979.

NUSS, K.J.; BRETT, P.G.C. Artificial induction of flowering in a sugarcane breeding programme. **Proceedings. South Africa Genetics Society**, v. 6, p. 54–64, 1977.

- NYKO, D.; VALENTE, M.; MILANEZ, A.; TANAKA, A.; RODRIGUES, A. A evolução das tecnologias agrícolas do setor sucroenergético: estagnação passageira ou crise estrutural? **Bionergia. BNDES Setorial**, v. 37, p. 399-442, 2013.
- OLIVEIRA, R.A., SANTOS, R.S., RIBEIRO, A., ZOLNIER, S., BARBOSA, M.H.P. Estimativa da produtividade da cana-de-açúcar para as principais regiões produtoras de Minas Gerais usando-se o método ZAE. **Rev. Bras. Eng. Agr. Amb**, v. 16, n. 5, p. 549–557, 2012.
- OSGOOD, R.J., MOORE, P.H.; CARR, J.B. Comparison of diquat and ethephon for prevention of flower initiation in sugarcane (*Saccharum* spp. hybrids). **Proceedings Plant Growth Regulator Society of America**, v. 10, p. 266-269, 1983.
- PALIATSEAS, E.D. Flowering of sugarcane in Louisiana as related to interspecific hybridization. **Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists**, v. 15, p. 46-54, 1974.
- PAMMENTER, N. W.; ALLISON, J. C. S. Effects of treatments potentially influencing the supply of assimilate on its partitioning in sugarcane. **Journal of Experimental Botany**, v. 53, p. 123-129, 2002.
- PANJE, R.R.; SRINIVASAN, K. Studies in *Saccharum spontaneum*. The flowering behavior of latitudinally displaced populations. **Botanical Gazette**, v. 120, p. 193-202, 1959.
- PANJE, R.R.; SRINIVASAN, K. Studies in *Saccharum spontaneum*. A note on the flowering sequence of *Saccharum spontaneum* clones. **Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists**, v.10, p.819-823, 1960.
- PANJE, R.R.; RAO, T.R.; SRIVASTAVA, K.K. Studies on the prevention of flowering in sugarcane. I. Effect of suppression of flowering by defoliation on the yield and juice-quality of cane. **Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists**, v. 13, p. 467-475, 1968.
- PARANHOS. S.B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargil, 1987. v. 1, p. 56 87.
- PARK, S.E., ROBERTSON, M., INMAN-BAMBER, N.G. Decline in the growth of a sugarcane crop with age under high input conditions. **Field Crops Res**, v. 92, p. 305-320, 2005.
- PRADO, H. **Pedologia Fácil: aplicações**. 3. ed. Piracicaba: H. do Prado, 2013. 180 p.
- PEREIRA, A.R.; BARBIERI, V; VILLA NOVA, N.A. Climatic Conditioning of Flowering Induction in Sugarcane, **Agricultural Meteorology**, London, v. 29, p. 103-110, 1983.
- RAE, A.L.; GROF, C.P.L.; CASU, R.E.; BONNETT, G.D. Sucrose Accumulation in the Sugarcane Stem: Pathways and Control Points for Transport and Compartmentation. **Field Crops Research**, v. 92, n. 2-3, p. 159-168, 2005.
- RAE, A. L.; MARTINELLI, A. P.; DORNELAS, M. C. Anatomy and Morphology. In: MOORE, P. H.; BOTHA, F. C. (Orgs.). **Sugarcane: Physiology, Biochemistry & Functional Biology**. New Jersey, US: John Wiley & Sons, 2014. p. 19-33.

RAE, A.L.; GROF, C.P.L.; CASU, R.E.; BONNET, G.D. sucrose accumulation in the sugarcane stem: pathways and control points for transport and compartmentation. **Field Crop Research**, Amsterdam, v.92, p.159-168, 2005.

RAO, T.R.; SRIVATAVA, K.K. Studies on the prevention of flowering in sugarcane II. The effects of some chemical sprays. **Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists**, v. 13, p. 476-483, 1968.

RIPOLI, T. C. C; RIPOLI, M. L. C; CASAGRANDE, D V; IDE, B. Y. **Plantio de cana-de-açúcar, estado da arte**. 2. ed. rev. e ampl. Piracicaba, 2007.

ROBERTSON, M.J.; DONALDSON, R.A. Changes in the components of cane and sucrose yield in response to drying-off of sugarcane before harvest. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 55, p. 201-208, 1998.

RODRIGUES, F.A.; LAIA, M.L.; ZINGARETTI, S.M. Analysis of gene expression profiles under water stress in tolerant and sensitive sugarcane plants. **Plant Science**, v. 176, p. 286-302, 2009.

RODRIGUES, J.D. **Fisiologia da Cana-de-açúcar**. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita, Instituto de Biociências, Campus Botucatu, 1995. 101p.

RÖHRIG, P.E., ELLIS, T.O., & ARCENEUX, G. Microclimate modification by mist sprays within polyethylene enclosures in relation to flowering of sugarcane. **Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists**, v. 10, p. 794-800, 1959.

ROSTRON, H. The effect of chemical ripeners on the growth, yield and quality of sugarcane in South Africa and Swaziland. **Proc SAfr Sug Technol Ass**, v. 47: p. 191-200, 1973.

SALATA, J.C.; FERREIRA, L.J. Estudo da interferência do florescimento nas qualidades agroindustriais de algumas variedades de cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.88, n.6, p.19-24, 1977.

SARTORIS, G.B. The behavior of sugarcane in relation to length of day. **Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists**, v. 6, p. 796-801, 1938.

SCARPARE, F.V., HERNANDES, T.A.D., RUIZ-CORRÊA, S.T., PICOLI, M.C.A., SCANLON, B.R., CHAGAS, M.F., DUFT, D.G., CARDOSO, T.F. Sugarcane land use and water resources assessment in the expansion area in Brazil. **J. Clean. Prod.**, v. 133, p. 1318-1327, 2016a.

SCARPARE, F.V., HERNANDES, T.A.D., RUIZ-CORRÊA, S.T., KOLLN, O.T., GAVA, G.J.C., DOS SANTOS, L.N.S., VICTORIA, R.L. Sugarcane water footprint under different management practices in Brazil: Tietê/Jacaré watershed assessment. **J. Clean. Prod.**, v. 112, p. 4576-4584, 2016b.

SCARPARI, M.S. **PREDPOL: um modelo de previsão da maturação da cana-de-açúcar visando planejamento otimizado**. 2007. 120 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

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.; NÓBREGA, J. C. M. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. p. 19-36.

SHANMUGAVADIVU, R.; RAO, P.N.G. A comparison of flowering behavior of sugarcane clones in two different locations. **Sugar Tech**, v. 11, p. 401-404, 2009.

SILVA NETO, H. F.; MARQUES, M. O.; TASSO JÚNIOR, L. C.; CAMILOTTI, F.; BERNARDI, J. H. Influência do florescimento e grau de isoporização na qualidade de variedades de cana-de-açúcar aptas à industrialização no meio de safra. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 1-7, 2011.

SIMPSON, G.G.; DEAN, C. *Arabidopsis*, the Rosetta stone of flowering time? **Science**, Washington, v. 296, p. 285-289, 2002.

SINGELS, A.; JONES, M.; VAN DER BERG, M. **DSSAT v.4.5 DSSAT/CANEGRO: sugarcane plant module, scientific documentation**. Mount Edgecombe: International Consortium for Sugarcane Modeling: South African Sugarcane Research Institute, 2008. 34p.

SINGELS, A.; INMAN-BAMBER, N.G. Modelling genetic and environmental control of biomass partitioning at plant and phytomer level of sugarcane grown in controlled environments. **Crop Pasture Science**, v. 62, p. 66-81, 2011.

SINGH, S.; REDDY, M.S. Effect of inhibition of flowering on improvement of cane yield and juice quality under Coimbatore conditions. **Journal of Agricultural Science**, 87, p. 375-380, 1976.

SINGH, S.; SRIVASTAVA, K.K. Inhibition of flowering with gramoxone and reglone sprays. **Proceedings of the Sugar Technologist Association of India**, 40, p. A65–A71, 1974.

SNEATH, P.H.; SOKAL, R.R. **Numerical taxonomy: the principles and practice of numerical classification**. San Francisco: W.H. Freeman, 1973. 573 p.

SMITH, M.A.; SINGELS, A. The response of sugarcane canopy development to water stress. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 98, p. 97-260, 2006.

SMITH, B. Tassel control in drip irrigated fields at Wailuku Sugar Company. **Report Hawaii Sugar Technologists**, v. 36, p. 81-83, 1977.

SOLOMON, S. et al. Post-harvest deterioration of sugarcane and chemical methods to minimize sucrose losses. **Sugar Tech**, v. 8, p. 74-78, 2006.

STATSOFT. **STATISTICA v.9 (data analysis software system)**. Tulsa, 2010.

STEHLE, H. The principal agronomic aspects of the flowering of sugar cane; growth, methods of cultivation, maturity, deterioration after arrowing, rippen point of cutting. In: BRITISH WEST INDICES SUGAR TECHNOLOGY. **Proceedings...** Barbados: BWIST, 1955. p. 49-62.

- STEVENSON, G.C. Flowering in sugarcane. In: **Genetics and Breeding of Sugarcane**. Longmans, Cambridge University Press: London. 1965, p. 72-97.
- STEWART, E.R.; FREEBAIRN, H.T. Ethylene, seed germination, and epinasty. **Plant Physiology**, v. 44, p. 955-958, 1969.
- SUGUITANI, C. **Entendendo o crescimento e produção da cana-de-açúcar: avaliação do modelo Mosicas**. 2006. 60 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- TAMMISOLA, J. Towards much more efficient biofuel crops - can sugarcane pave the way? **GM Crops**, v.1, p.181-198, 2010.
- TAVARES, A.C.S. **Sensibilidade da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) ao excesso de água no solo**. 2009. 220 f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.
- THORNTON, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centertown: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p.
- VAN DEN BERG, M.; BURROUGH, P.A.; DRIESSEN, P.M. Uncertainties in the appraisal of water availability and consequences for simulated sugarcane yield potentials in São Paulo State, Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 81, p. 43-55, 2000.
- VAN DILLEWIJN, C. **Botany of Sugarcane**. Waltham, Mass: Chronica Botanica, 1952. 371p.
- VERRET, J.A. the effect of heat on the germination of the sugarcane cuttings. **Haw. Plant. Rec.**, v.31, p.112-115, 1927.
- VIANA, R.S. **Aplicação de maturadores químicos no final de safra, associada à eliminação de soqueira em área de reforma do canavial**. 2007. 46 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2007.
- VIANNA, M.S.; SENTELHAS, P.C. Simulação do risco de deficit hídrico em regiões de expansão do cultivo de cana-de-açúcar no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol.49, n.4, p. 237-246, 2014.
- VIJAYASARADY, N.; NARASIMHAN, R. Control of flowering of sugarcane. **Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists**, v. 8, p. 371–401, 1954.
- VIVEIROS, V.C.A. et al. Efecto de la edad de la planta y de diferentes tratamientos fotoinductivos en la floracion de la caña de azúcar (*Saccharum ssp.*). **Acta Agronomica**, v.41, n.1/4, p.37-45, 1991.

WACLAWOVSKY, A.J.; SATO, P.M.; LEMBKE, C.G.; MOORE, P.H.; SOUZA, G.M. Sugarcane for bioenergy production: an assessment of yield and regulation of sucrose content. **Plant Biotechnology Journal**, Oxford, p. 263-276, 2010.

WALKER, D.I.T.; MACCOLL, D.; RAO, P.S. Aspects of the use of *Saccharum spontaneum* in the West Indies programme. **Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists**, v. 16, p. 291-303, 2017.

WALTER, A., GALDOS, M., SCARPARE, F., LEAL, M., SEABRA, J., DA CUNHA, M., PICOLI, M. AND DE OLIVEIRA, C. Brazilian sugarcane ethanol: developments so far and challenges for the future. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment**, v. 3, n. 1, p.70-92, 2014.

WHITBREAD, MW. Selection of late season varieties under conditions of heavy flowering at Dwangwa, Malawi. **Proc S Afr Sug Technol Ass**, v. 65, p. 109-112, 1991.

WRAY, L. **The practical sugar planter; a complete account of the cultivation and manufacture of the sugar-cane, according to the latest and most improved process**. Londres: Andesite Press, 2017. 502p.

YANG, S.J.; CHEN, J.B. Germination response of sugarcane cultivars to soil moisture and temperature. In: **Proc. ISSCT Congress**, v. 17, Manila, Phillippinas, p. 30-36, 1980.

YAO, R.L., LI, Y.R.; ZHANG, G.R.; YANG, L.T. Endogenous hormone levels at technical maturing stage of sugarcane. **Sugar Tech**, v. 4, p. 14-18, 2002.

YEU, W.K. Studies on flowering of sugar cane in the South of Haiwan, China. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 17., 1980, Manila. **Anais...** Makati: Metro Manila, 1980. p.1301-1306.

WU, K. C., YE, Y. P., LI, Y. R., LI, Y. J.; YANG, L. T. Effects of spraying ethephon on the canopy structure and the physiological indexes for drought resistance in sugarcane. **Southwest China Journal of Agricultural Sciences**, v. 17, p. 724-729, 2004.

ZHOU, M.M.; SINGELS, A. ; SAVAGE, M.J. Physiological Parameters for Modelling Differences in Canopy Development between Sugarcane Cultivars, in **Proceedings of the South African Sugar Technologists Association**, 2003, lxxvii,p. 610 621

UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA - UDOP. **Valores de ATR e Preço da Tonelada de Cana-de-açúcar - CONSECANA-SP do Estado de São Paulo**. Disponível em: <http://www.udop.com.br/cana/tabela_consecana_saopaulo.pdf>. Acesso em: 01 maio 2017.