

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**COMPORTAMENTO DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-
AÇÚCAR COM IRRIGAÇÃO DE SALVAMENTO EM
GOIANÉSIA-GO**

Daniel Nunes da Silva

Engenheiro Agrônomo

2015

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**COMPORTAMENTO DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-
AÇÚCAR COM IRRIGAÇÃO DE SALVAMENTO EM
GOIANÉSIA-GO**

Daniel Nunes da Silva

Orientador: Prof. Dr. Dilermando Perecin

Coorientador: Prof. Dr. Marcos Guimarães de Andrade Landell

Coorientador: Prof. Dr. Vinícius Bof Bufon

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas).

2015

Silva, Daniel Nunes da
S586c Comportamento de genótipos de cana-de-açúcar com irrigação de
salvamento em Goianésia-GO / Daniel Nunes da Silva. --
Jaboticabal, 2015
xiii, 68 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015

Orientador: Dilermando Perecin

Coorientador: Marcos Guimarães de Andrade Landell

Coorientador: Vinícius Bof Bufon

Banca examinadora: Alexandre Barcellos Dalri, Samira Domingues
Carlin Cavallari

Bibliografia

1. Cana-de-açúcar. 2. Atributos biométricos. 3. Brotação de
soqueiras. 4. Lâminas de irrigação. 5. Mudas pré-brotadas. I. Título. II.
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.61

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço
Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “COMPORTAMENTO DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR COM IRRIGAÇÃO DE SALVAMENTO EM GOIANÉSIA-GO”

AUTOR: DANIEL NUNES DA SILVA

ORIENTADOR: Prof. Dr. DILERMANDO PERECIN

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. VINICIUS BOF BUFON

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. MARCOS GUIMARÃES DE ANDRADE LANDELL

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA (GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS) , pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. MARCOS GUIMARÃES DE ANDRADE LANDELL

Instituto Agronômico de Campinas, Centro de Cana de Açúcar, Ribeirão Preto/SP

Prof. Dr. ALEXANDRE BARCELLOS DALRI

Departamento de Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Profa. Dra. SAMIRA DOMINGUES CARLIN CAVALLARI

Instituto Agronômico de Campinas, Centro de Cana de Açúcar, Ribeirão Preto/SP

Data da realização: 11 de dezembro de 2015.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

DANIEL NUNES DA SILVA – nascido em Jaboticabal em, 09 de abril de 1976, formou-se como Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Lavras, no ano de 2002. Concluiu MBA pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) na área de gestão do agronegócio, com ênfase no setor sucroalcooleiro, no ano de 2012. Trabalhou como prestador de serviço ao Programa Cana IAC na área de cana-forrageira, atendendo produtores e pecuaristas de diversas regiões do Brasil. Após este período, foi contratado por um período na forma de CLT para atender às demandas da regional do Cerrado na área de P&D. Atualmente, é servidor público do governo do Estado de São Paulo vinculado à Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo na seção de Cana-de-Açúcar, do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), no Centro Avançado de Pesquisa do Agronegócio de Cana-de-Açúcar IAC, em Ribeirão Preto-SP. Tem ações diretas e indiretas nos projetos desenvolvidos pelo Programa Cana IAC coordenado pelo Dr. Marcos Guimarães de Andrade Landell, com as seguintes atribuições na área de gestão de pesquisa e desenvolvido com ênfase em melhoramento genético da cana-de-açúcar e adoção tecnológica de variedades junto às unidades conveniadas ao Programa Cana IAC. Tem participações em publicações de capítulos de livro, boletins técnicos, informativos e artigos científicos sobre a cana-de-açúcar.

DEDICATÓRIA

Dedico a Deus por ter-me concedido mais esta etapa em minha vida pessoal e profissional.

À minha família (Melina, Lucas Nunes e Davi Nunes) que, durante a execução deste trabalho aumentou com a chegada de nossos filhos.

Aos meus pais (João Roberto Nunes da Silva e Yolanda Marafon) e irmãos (Gustavo Nunes e Olavo Nunes), que estiveram juntos comigo frente a esta etapa de minha vida pessoal e profissional.

Aos familiares por parte de minha esposa, que mesmo a distância (Sete Lagoas - Minas Gerais) estiveram torcendo por mim.

Em especial a minha esposa (Melina), que soube entender e compreender meus horários e as prioridades em alguns momentos para a execução deste trabalho.

A meu orientador (Prof. Dr. Dilermando Perecin), por ter-me dado ensinamentos, apoio e confiança na evolução e conclusão deste trabalho.

Aos meus coorientadores (Prof. Dr. Marcos Landell e Prof. Dr. Vinicius Bufon), que sempre me motivaram na busca dos resultados e objetivos, sempre direcionando meus caminhos.

AGRADECIMENTOS

Aos colegas da Usina Jalles Machado, Patrícia Fontoura (enquanto esteve na Jalles), Karoline, Edgar, Márcio Ricardo, Ivan Gomes, Antônio, Danilo e Vicente Lúcio, que sempre estiveram à disposição para me auxiliar nas ações dos levantamentos de campo e também que me cederam a área experimental e toda a estrutura de instalação e condução do experimento.

Ao Programa de melhoramento genético do IAC (Programa Cana IAC), que sempre esteve junto nos auxílios financeiros nas ações para a execução do experimento em campo.

Aos amigos do Centro de Cana IAC (Dr. Mauro Xavier, Paulo Eduardo (Paulão), Rômulo, Paulo Eduardo (Paulinho) e Roberto) e, em especial, ao colega Victor Hugo, que sempre esteve comigo nas ações práticas do projeto.

Aos colegas da área de irrigação do IAC (Dra. Regina Pires, André, Leonardo) e EMBRAPA CERRADOS (Fabiano, Jeferson).

Ao professor Dr. Alexandre Dalri (Unesp), Dr. Marcos Landell (IAC) e Dra. Samira Carlin (IAC), por fazerem parte de minha banca examinadora.

Aos mestres e doutores da FCAV – Câmpus Jaboticabal, pelos ensinamentos que me foram concedidos durante os períodos de aula e desenvolvimento do projeto e, em especial, à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, por toda a infraestrutura oferecida para o desenvolvimento deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVO	5
3 REVISÃO DE LITERATURA	6
3.1 A cultura da cana-de-açúcar	6
3.1.1 Dados da cultura da cana-de-açúcar no Brasil.....	6
3.1.2 Classificação botânica.....	8
3.1.3 Seleção de genótipos de cana-de-açúcar	11
3.1.4 A deficiência hídrica em cana-de-açúcar.....	17
3.1.5 Justificativa do uso de irrigação de salvamento	18
4 MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1 Local de realização do projeto e preparo da área experimental.....	21
4.2 Delineamento experimental, tratamentos e tamanho das parcelas.....	26
4.3 Material vegetal, plantio e tratos culturais	29
4.4 Equipamentos de irrigação	39
4.5 Avaliações e análises estatísticas	45
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
6 CONCLUSÕES	62
7 REFERÊNCIAS	63

COMPORTAMENTO DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR COM IRRIGAÇÃO DE SALVAMENTO EM GOIANÉSIA-GO

RESUMO – A irrigação de salvamento é uma prática agrônômica muito utilizada nos canaviais, nas regiões que apresentam altos déficits hídricos. O Estado de Goiás faz uso desta prática para evitar quedas acentuadas de produtividades após ciclo nos canaviais cortados em períodos de déficits hídricos. A partir de mudas pré-brotadas, este trabalho teve por objetivo estudar qual (ais) dos 16 genótipos apresenta (m) maior resposta e tolerância quando exposto (s) a diferentes frequências de aplicação (7; 14; 28 dias e sem irrigação) da irrigação de salvamento no ciclo de cana-soca de 1º corte. O período de avaliação foi de novembro de 2013 a junho de 2015. O experimento foi instalado na Usina Jalles Machado, no município de Goianésia-GO, localizada no norte do Estado de Goiás, em delineamento quadrado latino 4 x 4, com 16 genótipos e 4 repetições. Os atributos analisados foram: notas visuais de brotação de soqueira, número de colmos, diâmetro e altura dos colmos, produtividades (TCH final) e suas respectivas quedas percentuais (%) quando comparado aos tratamentos com a frequência de 7 dias e sem irrigação. A lâmina-padrão utilizada na irrigação de salvamento foi de 60 mm. Os resultados obtidos mostraram que os genótipos mais responsivos à irrigação de salvamento foram: CTC4, IACSP93-3046 e RB867515, e os menos responsivos foram CTC9003, RB98710 e IAC87-3396. Os genótipos IACSP95-5094 e CTC9003 foram os mais tolerantes ao déficit hídrico. A frequência da aplicação da irrigação de salvamento após a colheita, com intervalos de aplicação variando entre 7; 14 e 28 dias, não promoveu incremento na TCH final, promovendo maior flexibilidade (em dias) no momento de execução na lavoura comercial. O atributo produtividade (TCH final) só obteve impacto negativo quando não foi aplicada nenhuma lâmina de irrigação de salvamento. O atributo biométrico perfilhos finais, avaliado no momento da colheita, não apresentou diferenças estatísticas nas frequências de aplicação da irrigação de salvamento com 7; 14 e 28 dias, e sem irrigação. Os atributos biométricos analisados (altura final e diâmetro final), avaliados no momento da colheita, não apresentaram diferenças estatísticas nos intervalos de aplicação da frequência de salvamento com 7; 14 e 28 dias, diferenciando-se apenas do tratamento sem irrigação.

Palavras-chave: atributos biométricos, brotação de soqueiras, lâminas de irrigação, mudas pré-brotadas, *Saccharum* spp.

PERFORMANCE OF SUGARCANE GENOTYPES UNDER WATER-SAVING IRRIGATION IN GOIANESIA-GO

ABSTRACT – The salvage irrigation is an agronomic practice widely used in the cane fields in regions with high water deficits. The state of Goiás is done using this practice to avoid sharp drops in yields cycle after cycle in sugarcane cut in periods of water deficits. From pre-sprouted seedlings, this study aimed to study what (es) of 16 genotypes had higher responses and tolerance when exposed to different application frequency (7, 14 and 28 days and without irrigation) Rescue irrigation in the cycle cane ratoon 1st cut. The evaluation period was from November 2013 to June 2015. The experiment was installed in Jalles Machado plant in Goianésia-GO, municipality located in the northern state of Goiás, in Latin square design 4 x 4, with 16 genotypes and four repetitions. The attributes were analyzed: visual notes sprouting from the stump, number of stems, diameter and height of the stems, productivity (final TCH) and their respective falls (%) compared to treatment with the frequency of 7 days and without irrigation. The standard blade used in rescue irrigation was 60 mm. The results showed that the most responsive to salvage irrigation genotypes were CTC4, IACSP93-3046 and RB867515, and were less responsive CTC9003, RB98710 and IAC87-3396. The IACSP95-5094 and CTC9003 genotypes were the most tolerant to drought. The frequency of application of salvage irrigation after harvest with application intervals ranging from 7, 14 and 28 days, did not cause an increase in the final TCH promoting greater flexibility (in days) at the time of execution in commercial farming. The productivity attribute (final TCH) only obtained negative impact when it was not applied any blade salvage irrigation. The biometric attribute final tiller, valued at harvest, showed no statistical differences in the application of frequencies rescue irrigation with 7, 14 and 28 days and without irrigation. Biometric attributes examined (final height and final diameter) evaluated at harvest showed no statistical differences in the application intervals of the rescue frequency with 7, 14 and 28 days, differing only without irrigation treatment.

Keywords: biometric attributes, budding brass knuckles, irrigation levels, pre sprouted seedlings, *Saccharum* spp.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Percentual de área total de cana-de-açúcar por unidade de Federação. Legenda*: Amazonas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Maranhão, Pará, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Rondônia, Sergipe e Tocantins. Fonte: 2º Levantamento (CONAB, 2015).	6
Figura 2. Comparativo de produtividades de cana-de-açúcar por regiões. Fonte: 2º Levantamento (CONAB, 2015).	7
Figura 3. Fases fenológicas da cana-de-açúcar (NAKANO, 2011; citado por BATISTA, 2013).....	10
Figura 4. Componentes de produção em cana-de-açúcar e cálculo do TCH biométrico. Fonte: Landell e Bressiani (2008).....	13
Figura 5. Número de perfilhos finais em três cortes feitos no outono, inverno e primavera. Fonte: Landell e Bressiani (2008).	16
Figura 6. Déficits hídricos da região Centro-Sul do Brasil. Fonte: Elaborada por Landell utilizando dados do Projeto PreviclimaCana-IAC.....	16
Figura 7. Localização da área experimental na Usina Jalles Machado	21
Figura 8. Visão geral aérea da área experimental na Usina Jalles Machado	22
Figura 9. Balanço hídrico – ano 2014. Dados coletados na estação meteorológica da Usina Jalles Machado próximo do experimento	23
Figura 10. Balanço hídrico – ano 2015. Dados coletados na estação meteorológica da Usina Jalles Machado próximo do experimento.....	23
Figura 11. Visão geral da área experimental após a distribuição dos tratamentos... ..	25
Figura 12. Visão geral da área experimental após a cobertura dos sulcos.....	25
Figura 13. Plantio de bordaduras laterais.....	27
Figura 14. Marcação dos carregadores de divisas de parcelas e blocos	27
Figura 15. Croqui geral da área com a distribuição dos intervalos de aplicação da irrigação de salvamento e genótipos	28
Figura 16. Visão geral do viveiro de mudas na Usina Jalles Machado.....	33
Figura 17. Visão geral do viveiro de mudas na Usina Jalles Machado após podas da parte aérea	34
Figura 18. Visão geral do viveiro de mudas no Centro de Cana IAC	34
Figura 19. Visão geral do plantio manual	35
Figura 20. Visão das parcelas experimentais após o plantio manual.....	36
Figura 21. Identificação das plantas mortas visando ao replantio	37

Figura 22. Visão geral da área após a uniformização (colheita) mecanizada	38
Figura 23. Aplicação dos tratos culturais após a colheita mecanizada.....	38
Figura 24. Equipamento de irrigação autopropelido	39
Figura 25. Equipamento de irrigação motobomba.....	40
Figura 26. Calibração do equipamento.....	41
Figura 27. Calibração do equipamento.....	41
Figura 28. Calibração do equipamento.....	42
Figura 29. Visão geral da aplicação dos tratamentos.....	42
Figura 30. Visão geral da aplicação dos tratamentos.....	43
Figura 31. Visão geral da aplicação dos tratamentos.....	43
Figura 32. Visão geral da aplicação dos tratamentos.....	44
Figura 33. Visão geral da aplicação dos tratamentos.....	44
Figura 34. Visão geral da aplicação dos tratamentos.....	45
Figura 35. Visão da brotação de soqueiras entre parcelas	46
Figura 36. Visão geral da brotação de soqueiras	47

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Condições hídricas no período do desenvolvimento e colheita da cana-de-açúcar da safra de 2015/2016 (CONAB, 2015).....	8
Tabela 2. Classificação taxonômica antiga e atual da cana-de-açúcar (SCARPARI; BEAUCLAIR, 2008).....	8
Tabela 3. Programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar no Brasil.	12
Tabela 4. Produtividade agrícola (TCH) dos primeiros cinco ciclos (cortes) de um canavial e população estimada do mesmo (espaçamento entre sulcos de 1,50 m) (LANDELL, 2015)	14
Tabela 5. Características peculiares objetivadas no processo de seleção, em cada uma das regiões de estudo (LANDELL et al., 2004).....	15
Tabela 6. Características químicas e físicas da área experimental.	24
Tabela 7. Croqui de campo para os níveis de irrigação.....	26
Tabela 8. Média por frequência e genótipos.....	50
Tabela 9. Resumo da análise de variância (QM) e coeficiente de variação.	52
Tabela 10. Médias gerais por frequência, 4 repetições x 16 genótipos.	52
Tabela 11. Quadrado médio para os efeitos de frequências em cada genótipo.	56
Tabela 12. Correlações entre os atributos dos genótipos mais responsivos (RB867515; IACSP93-3046; CTC4) à irrigação de salvamento (3 variedades x 4 frequências x 4 repetições).	57
Tabela 13. Correlações entre os atributos dos genótipos pouco responsivos (CTC9003; RB98710; IAC87-3396) à irrigação de salvamento (3 variedades x 4 frequências x 4 repetições).	58
Tabela 14. Médias dos atributos finais e quedas percentuais (%) por genótipos do tratamento sem irrigação, em relação à frequência de irrigação aos 7 dias	59
Tabela 15. Correlações por atributos e quedas percentuais (%) analisadas.	61

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é considerada uma cultura de grande importância no setor do agronegócio brasileiro, ocupando área de cultivo na ordem de 8.954,8 mil hectares – 2º levantamento (CONAB, 2015), apresentando versatilidade frente aos principais produtos extraídos (açúcar e etanol) que visa a atender às demandas dos mercados interno e externo.

Recentemente, o recolhimento e o processamento da palha, associado ao bagaço, vêm ganhando espaço dentro dos produtos oriundo do processamento da cana-de-açúcar como fonte de energias renováveis, pois através da cogeração de energia elétrica, visa-se a atender às demandas internas das indústrias do setor sucroenergético, e seus excedentes podem ser fornecidos às concessionárias de energia elétrica locais.

Nos últimos anos, ocorreram expansões das áreas de cultivos da cana-de-açúcar consideradas não tradicionais para a cultura, como o oeste e noroeste de São Paulo, Triângulo Mineiro, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, que acabaram apresentando, como atrativo para esta expansão, topografia plana, que favorece a mecanização e o baixo custo da terra que até então estavam sendo ocupadas pela pecuária (ARANTES, 2012; BATISTA, 2013).

Frente às expansões ocorridas nestas regiões, surgiram problemas de adaptação climática e ambiental para a cultura, entre os quais a presença do período de déficit hídrico que, em alguns meses do ano, pode impactar negativamente a produtividade e reduzir novas áreas de expansão para a cultura (OLIVEIRA et al., 2010; ARANTES, 2012).

Batista (2013) expõe que, em determinadas regiões do Centro-Oeste brasileiro caracterizado pelo bioma de Cerrado, é comum ocorrer irregularidades de chuvas associado a altas temperaturas em alguns períodos do ano.

Esta irregularidade pode resultar em déficits hídricos (abril-maio até setembro-outubro), sendo considerado um problema para o desenvolvimento vegetativo da cultura, pois determinados estádios fenológicos podem ser impactados negativamente frente ao desenvolvimento e à produtividade do canavial, causando um risco de queda de produção na região.

Uma importante região canavieira inserida nas áreas de expansões da cana-de-açúcar, no Estado de Goiás, é Goianésia, que embora apresente precipitação média anual em torno de 1.540 mm, apresenta déficit hídrico de até cinco meses por ano, típico do cerrado (SILVA et al., 2008). Esse déficit impactou as produtividades que, no período de 2009 a 2013, ficaram na ordem de 77 toneladas por hectare quando comparada com a produtividade de São Paulo, na ordem de 82 toneladas por hectare no mesmo período (EMBRAPA, 2015).

A disponibilidade de água para a cultura da cana-de-açúcar pode ser considerada como o principal fator climático causador da variabilidade de produtividade, ciclo após ciclo da cultura. O consumo de água pela cana-de-açúcar está associado a alguns fatores, entre os quais: ciclo da cultura (cana-planta ou cana-soca); estágio fenológico; condições climáticas; água disponível no solo e genótipos (SCARDUA; ROSENFELD, 1987; CINTRA et al., 2008; TEODORO et al., 2012).

A deficiência hídrica mais acentuada na região de Goianésia-GO, é responsável pela queda de produtividade na ordem de 16,8% quando comparada com a região de Ribeirão Preto-SP, na média de três cortes, levando em consideração que a classe de solo é a mesma para as duas regiões. Devido à restrição hídrica na região de Goianésia-GO, há um deslocamento na classificação do ambiente de produção, no qual, na região de Ribeirão Preto-SP, o ambiente é classificado como D1, para Goianésia E2, segundo Prado et al. (2008) e Mesquita (2015).

O ambiente de produção é definido como a interação do solo com o clima. São literalmente classificados como A1, A2, B1 e B2 (ambientes favoráveis), C1, C2 e D1 (ambientes médios) e D2, E1 e E2 (ambientes desfavoráveis) (LANDELL; BRESSIANI, 2008).

Os solos ácidos que ocorrem em locais com alta deficiência hídrica, principalmente na região de Goianésia-GO, enquadram-se no ambiente E2, quando a colheita é feita no período do inverno, ficando mais restritivo se a colheita for realizada no período da primavera. Isso ocorre porque os teores de cálcio são reduzidos no horizonte B e ocorre uma infiltração da água das chuvas e/ou dos sistemas de irrigação muito rapidamente no perfil do solo (PRADO, 2013).

Pedologicamente, os solos ácidos devem apresentar valores de retenção de cátions (RC) menores ou iguais a 1,5 cmol_c. dm⁻³ de argila no horizonte B e, ao mesmo tempo, apresentar predominância de cargas elétricas positivas ou valores de pH em KCl maiores ou iguais a 5,0 (EMBRAPA, 2013).

Prado (2005) considera que os solos ácidos podem ser enquadrados nos ambientes D1, quando a disponibilidade de água é baixa e, no ambiente E2, se a disponibilidade é muito baixa.

Dias (2011) expõe que a seca é um fator limitante para a produção da cana-de-açúcar no mundo onde algumas regiões dependem de sistemas de irrigação para viabilizar a produção de cana-de-açúcar. Nestas regiões, além de trabalhar o sistema de irrigação visando a minimizar os impactos, outra opção seria a seleção de genótipos de cana-de-açúcar tolerantes ao déficit hídrico visando a manter a produção de cana-de-açúcar onde há restrições hídricas para a produção da cana-de-açúcar.

Guimarães (2011) considera que a seleção de genótipos de cana-de-açúcar tolerantes aos déficits hídricos está estritamente relacionada à sustentabilidade e à viabilidade econômica da cultura canavieira em regiões de altos déficits hídricos. Genótipos capazes de sustentar os níveis de produtividade em condições restritivas também poderão contribuir para a redução do impacto ambiental, uma vez que levarão à redução do uso da irrigação.

A identificação da capacidade produtiva de diferentes cultivares e a investigação dos efeitos do manejo da cultura são geralmente executadas por meio da análise de crescimento e pela avaliação de algumas variáveis morfológicas das plantas, entre as quais, altura, número de plantas por metro, área foliar e produção (ALMEIDA et al., 2008; ARANTES, 2012).

Neste sentido, a busca pela seleção de genótipos mais tolerantes ao déficit hídrico está entre os objetivos dos projetos de pesquisa na área de melhoramento genético atuantes nestas regiões de baixos potenciais hídricos, no qual são avaliados os atributos biométricos associados aos parâmetros fisiológicos, visando a caracterizar os genótipos em relação a sua tolerância ou sensibilidade à seca.

Parte deste processo de seleção de genótipos mais tolerantes inicia-se na etapa de hibridação dos programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar,

onde são gerados cruzamentos específicos através do uso de parentais conhecidos com boa performance agroindustrial nestas regiões de déficits hídricos com o objetivo de gerar progênies mais adaptadas para estas condições edafoclimáticas que, no desenvolvimento do processo dos campos de seleção genética, podem tornar-se futuras cultivares comerciais tolerantes à seca nas respectivas regiões de introdução destas fases do melhoramento genético de cana-de-açúcar.

Outras pesquisas que visam a minimizar o efeito do déficit hídrico estão relacionadas ao uso da irrigação que se justifica como recurso tecnológico indispensável para aumentos da produtividade das culturas onde a insuficiência ou a má distribuição das chuvas inviabiliza a exploração agrícola (CINTRA et al., 2008).

Dalri e Cruz (2008) consideram que o principal objetivo da irrigação é suprir as necessidades hídricas das culturas, o qual não funciona isoladamente, mas sim, conjugada com outras práticas de manejo da cultura, pois a irrigação, além de promover um incremento na produtividade das culturas, permite ampliar o tempo de exploração da planta e aumentar o número de colheitas.

A prática da irrigação pode ocasionar benefícios diretos e indiretos. Entre os benefícios direto pode-se ter incremento de produtividade agrícola e longevidade de soqueira, enquanto os benefícios indiretos seriam relacionados à redução de custos no processo produtivo agrícola proporcionado pelo incremento de produtividade (MATIOLI, 1998; CINTRA et al., 2008; PEREIRA et al., 2015).

Segundo Cintra et al. (2008), devido aos altos custos da irrigação, algumas unidades e produtores preferem realizar a irrigação somente em algumas fases do desenvolvimento da cultura mais sensíveis aos déficits hídricos, nestes casos essa irrigação é chamada de irrigação suplementar ou de salvamento.

Santana (2012) considera que a combinação de variedades de cana-de-açúcar com o uso da irrigação deve ser avaliada com a possibilidade de promover aumento de produtividade, com definição de variedades que melhor se adaptam ao regime de irrigação, de déficit hídrico e do uso racional dos recursos hídricos.

Pereira et al. (2015) consideram que, nos canaviais tradicionalmente irrigados no Brasil, a irrigação de salvamento consiste na aplicação de uma lâmina de 60 a 80 mm de água após cada corte anual, proporcionando incremento médio de produtividades de 12 a 15 t ha⁻¹.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi estudar qual (ais) dos 16 genótipos avaliados apresenta (m) maior tolerância aos déficits hídricos quando exposto (s) a diferentes frequências de irrigação (7; 14 e 28 dias, sem irrigação) de salvamento no ano de 2014 e 2015.

Entre os atributos biométricos analisados, destacam-se: produtividade (TCH), altura final, nota de brotação de soqueiras, diâmetro médio final, perfilhamento final e suas respectivas quedas percentuais (%).

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A cultura da cana-de-açúcar

3.1.1 Dados da cultura da cana-de-açúcar no Brasil

Analisando a Figura 1, observa-se que o Estado de São Paulo ocupa área de 51,8%, seguido por Goiás com 10,1%, Minas Gerais com 8,0%, Mato Grosso do Sul com 8,0%, Paraná com 6,8%, Alagoas com 4,2%, Pernambuco com 3,1% e Mato Grosso com 2,6%. Esses oito estados totalizam 94,7% da produção nacional, visando a dar suporte às exportações mundiais e também atender ao mercado interno. Os demais estados produtores possuem áreas menores que 1,4%, totalizando 5,3% da área total do País – 2º levantamento (CONAB, 2015).

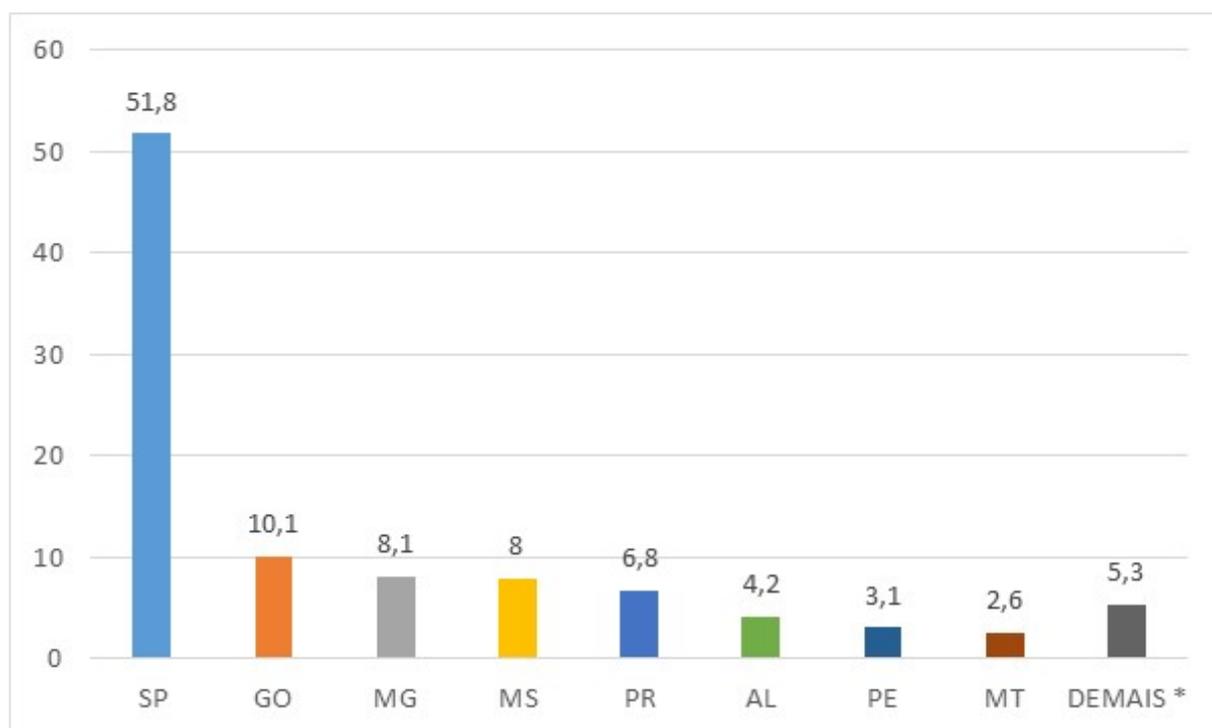


Figura 1. Percentual de área total de cana-de-açúcar por unidade de Federação. Legenda*: Amazonas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Maranhão, Pará, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Rondônia, Sergipe e Tocantins. Fonte: 2º Levantamento (CONAB, 2015).

Em relação ao volume de cana-de-açúcar previsto para ser processado na safra de 2015/2016, os números são expressivos na ordem de 655,16 milhões de toneladas. Em relação à produtividade esperada, há projeção de recuperação na ordem de 3,8% quando comparada com a safra de 2014/2015, passando de 70,5 t.ha⁻¹ para 73,16 t ha⁻¹, conforme exposto na Figura 2 - 2º Levantamento (CONAB, 2015).

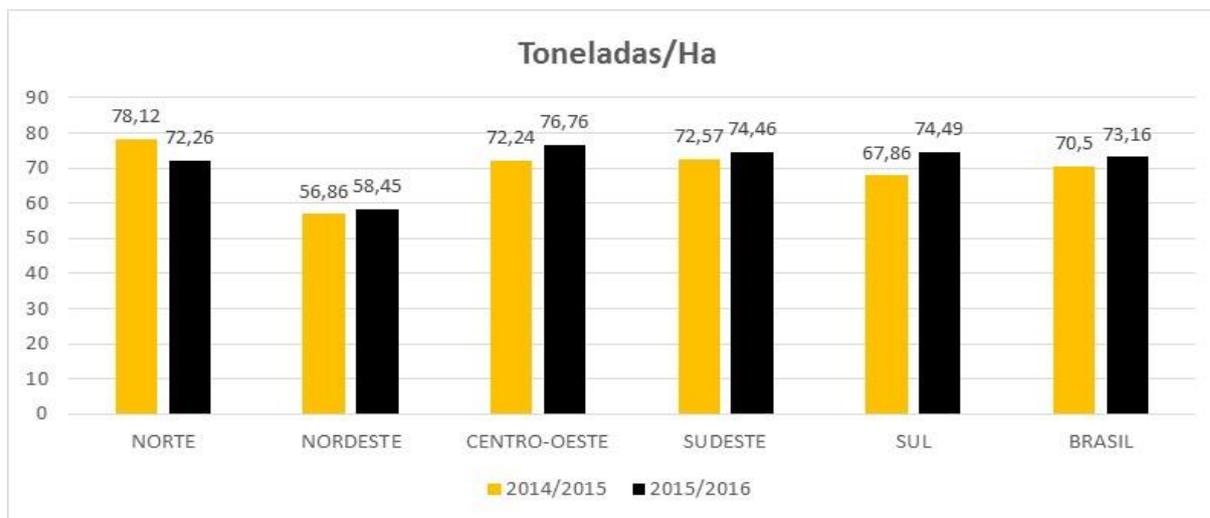


Figura 2. Comparativo de produtividades de cana-de-açúcar por regiões. Fonte: 2º Levantamento (CONAB, 2015).

Esse aumento de produção só não é maior devido à leve redução da área cultivada (0,7%), principalmente na região Centro-Sul do País, associada à produtividade dos canaviais no Estado de São Paulo, Goiás e Minas Gerais, que foi impactada negativamente pelas condições climáticas (déficit hídrico), nos meses de outubro de 2014 e janeiro de 2015, que são considerados períodos ótimos devido às condições favoráveis de temperatura e de umidade para acúmulo de biomassa, conforme exposto na Tabela 1.

Tabela 1. Condições hídricas no período do desenvolvimento e colheita da cana-de-açúcar da safra de 2015/2016 (CONAB, 2015).

Safra 2015/2016 - Período de desenvolvimento													
Mês	mai/14	jun/14	jul/14	ago/14	set/14	out/14	nov/14	dez/14	jan/15	fev/15	mar/15	abr/15	
São Paulo													
Goiás													
Minas Gerais													
Mato Grosso													
Mato Grosso do Sul													
Paraná													
Bahia													

Safra 2015/2016 - Período de colheita			
Mês	mai/15	jun/15	jul/15
São Paulo			
Goiás			
Minas Gerais			
Mato Grosso			
Mato Grosso do Sul			
Paraná			
Bahia			

Safra 2015/2016 - Período de desenvolvimento										
Mês	out/14	nov/14	dez/14	jan/15	fev/15	mar/15	abr/15	mai/15	jun/15	jul/15
Paraíba										
Pernambuco										
Alagoas										

Legenda				
Favorável	Baixa restrição falta de chuva	Baixa restrição excesso de chuva	Média restrição falta de chuva	Alta restrição falta de chuva

3.1.2 Classificação botânica

Na classificação taxonômica atual, a cana-de-açúcar pertence à família *Poaceae*, segundo Cronquist (1981), citado por Scarpari e Beauclair (2008), quando comparada com a classificação antiga, conforme exposto na Tabela 2.

Tabela 2. Classificação taxonômica antiga e atual da cana-de-açúcar (SCARPARI; BEAUCLAIR, 2008).

Especificação	Engler (1887)	Cronquist (1981)
Divisão	<i>Angiospermae</i>	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Monocotyledoneae</i>	<i>Liliopsida</i>
Ordem	<i>Glumiflorae</i>	<i>Cyperales</i>
Família	<i>Gramineae</i>	<i>Poaceae</i>
Tribo	<i>Andropogoneae</i>	<i>Andropogoneae</i>
Subtribo	<i>Saccharininae</i>	<i>Saccharininae</i>
Gênero	<i>Saccharum</i>	<i>Saccharum</i>
Espécies	<i>Saccharum officinarum</i> <i>Saccharum barberi</i> <i>Saccharum robustum</i> <i>Saccharum spontaneum</i> <i>Saccharum sinensis</i> <i>Saccharum edule</i>	<i>Saccharum officinarum</i> <i>Saccharum barberi</i> <i>Saccharum robustum</i> <i>Saccharum spontaneum</i> <i>Saccharum sinensis</i> <i>Saccharum edule</i>

Trata-se de uma planta de reprodução sexuada, porém quando cultivada comercialmente, é multiplicada assexuadamente, por propagação vegetativa. Sua inflorescência é do tipo panícula, composta de uma flor hermafrodita, que é o componente principal na composição das partes dos colmos da cana-de-açúcar utilizada pelos programas de melhoramento genético durante a fase de hibridação; apresenta caules em crescimento cilíndrico, compostos de nós e entrenós; folhas alternadas, opostas, presas aos nós dos colmos, com lâminas de sílica em suas bordas e bainha aberta (JADOSKI et al., 2010).

A cana-de-açúcar está entre as espécies de maior rendimento fotossintético da família *Poacea*, sendo classificada como possuidora do metabolismo C4, apresentando elevada eficiência no resgate e na utilização do gás carbônico atmosférico, que, segundo os autores, está associado a maior abundância de cloroplastos dispostos em duas camadas de folhas (SEGATO et al., 2006; GONZAGA, 2012). Esta condição proporciona, quantitativamente a esta espécie, taxa de crescimento e aproveitamento de água duas a três vezes superior em relação às espécies C3. Entretanto, esta alta taxa fotossintética não se correlaciona diretamente com alta produtividade de biomassa (CASAGRANDE, 1996; GONZAGA, 2012).

Em relação às fases dos estádios fenológicos, a cana-de-açúcar apresenta-se em brotação e emergência que se inicia quando o broto rompe as folhas da gema e desenvolve-se rumo à superfície do solo e de forma simultânea a esses processos surgem as raízes dos toletes. Esse processo ocorre, em média, de 20 a 30 dias após o plantio. O broto é considerado um colmo em miniatura, que surge acima da superfície do solo, e é também chamado de colmo primário (BATISTA, 2013), conforme exposto na Figura 3.

Após a fase de brotação e de emergência segue a fase de perfilhamento, que é o processo de emissão de colmos por uma mesma planta, e esses são denominados de perfilhos. É um processo que é regulado por hormônios que ocorrem 20 a 30 dias após a emergência dos colmos primários. É através do processo de perfilhamento que é formada a touceira da cana-de-açúcar que, por muitos pesquisadores e profissionais do setor sucroenergético, é considerada entre os parâmetros biométricos da cana-de-açúcar o maior patrimônio biológico, pois

através de algumas práticas agrônômicas executadas desde o início do processo de implantação de um canavial até a sua colheita final, esse parâmetro biométrico pode ser comprometido e impactar negativamente o valor de produtividade final.

Após a fase de formação e de estabilização do perfilhamento, ocorre a fase de crescimento dos colmos, que é estimulado pela luz, umidade e temperaturas elevadas. Nesta fase, os colmos que prosseguem em desenvolvimento, desenvolvem-se em altura e iniciam o processo de acúmulo de açúcares em sua base. Nesta fase, há um crescimento intenso do sistema radicular em superfície e em profundidade no solo e também há o processo de senescência de algumas folhas mais velhas presentes nos colmos. Após esta fase de crescimento e perdas de folhas por senescência, os colmos começam o processo de maturação, caracterizando a fase final do estágio fenológico da cultura, sendo esta fase de suma importância, pois está relacionada ao acúmulo de açúcares no colmo em função do perfil de maturação de cada genótipo utilizado nas lavouras canavieiras.

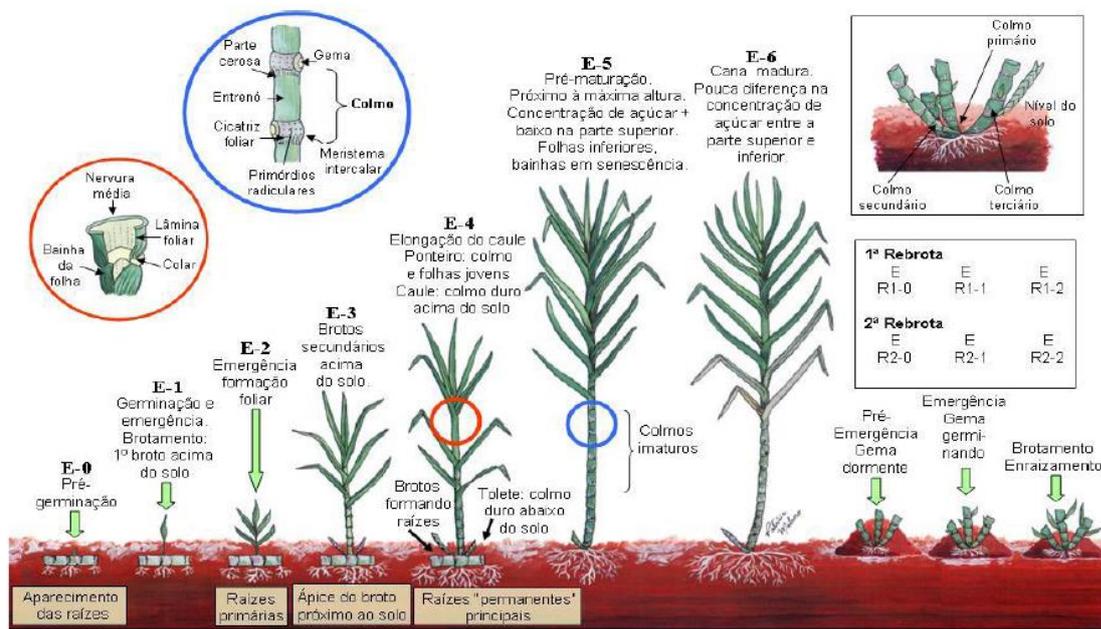


Figura 3. Fases fenológicas da cana-de-açúcar (NAKANO, 2011; citado por BATISTA, 2013).

Atualmente, as cultivares cultivadas no Brasil e no mundo são considerados híbridos de *Saccharum officinarum* com outras espécies do gênero *Saccharum*

(*Saccharum officinarum*; *Saccharum spontaneum*; *Saccharum sinense*; *Saccharum barberi*; *Saccharum robustum* e *Saccharum edule*), segundo Matsuoka et al. (2005) e Arantes (2012), podendo ser cultivada em uma ampla faixa de 35° N e 30° S e em variações de altitude de até 1.000 metros.

3.1.3 Seleção de genótipos de cana-de-açúcar

Os genótipos de cana-de-açúcar, atualmente, são considerados como o principal insumo tecnológico quando em processo de adoção tecnológica dentro de um planejamento estratégico, pois a escolha equivocada de um genótipo frente aos respectivos manejos que serão considerados a ele, poderá impactar negativamente os números de produtividade nos respectivos talhões comerciais. Atualmente, os programas de melhoramento genético têm buscado obter os maiores rendimentos agroindustriais através das análises da interação genótipos x ambiente, associado aos manejos específicos para cada genótipo nas condições edafoclimáticas de cada unidade de processamento agroindustrial.

Os programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar, no Brasil e no mundo, buscam selecionar novas cultivares com ganhos significativos de produtividade. Para gerar esses ganhos, os programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar visam a eliminar os defeitos das espécies cultivadas atualmente; aumentar o potencial de produção e aperfeiçoar as características morfofisiológicas das plantas, segundo Landell e Bressiani (2008).

Perecin et al. (2009), estudando 49 experimentos conduzidos pelo Centro de Cana IAC, no período de 1994 a 2006, e em vários locais, observaram progresso genético na ordem de 1,28 tonelada por hectare/ano para o primeiro corte (1,16% anual), e 1,28% anual para tonelada de açúcar por hectare/ano. Para o segundo corte, os ganhos foram da ordem de 0,56% e 1,43%, respectivamente.

Visando a garantir a produtividade da cana-de-açúcar no Brasil, o uso de cultivares adaptadas ao clima, solos, pragas e sistemas de colheita, nas áreas de cultivo, é de fundamental importância, pois esses ganhos em produtividade estão, em parte, relacionados ao melhoramento genético das variedades geradas pelos

programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar existentes no Brasil, conforme exposto na Tabela 3 (MARIN, 2012; VIOLANTE, 2012).

Tabela 3. Programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar no Brasil.

Instituições	Siglas
Instituto Agronômico de Campinas	IAC
Coopersucar/Centro de Tecnologia Canavieira	SP/CTC
Redes Interuniversitárias para o desenvolvimento do setor sucroenergético (RIDESA)	RB
GranBio	----
Vignis	----
Syngenta	----

Nas últimas três décadas, os ganhos em produtividade foram da ordem de 38,5% na produtividade agrícola e 41% no rendimento agroindustrial, sendo grande parte deste aumento atribuído ao perfil varietal utilizado pelas unidades produtoras de açúcar e etanol (LANDELL; VASCONCELLOS, 2006; LANDELL; BRESSIANI, 2008). Segundo os autores, uma variedade de cana-de-açúcar deve apresentar algumas características agronômicas desejáveis durante seu processo de seleção e obtenção. Entre as características desejáveis, citam-se: resistência ou tolerância às principais pragas e doenças; elevado acúmulo de sacarose nos períodos de colheita das regiões produtoras; tolerância à seca; ausência de florescimento e processo de isoporização; teor de fibra médio–alto; capacidade de brotação sob palha na colheita mecanizada; uniformidade de altura e diâmetro de colmos; hábito ereto de crescimento; velocidade de fechamento de entrelinhas; brotação rápida, vigorosa das soqueiras; alta densidade de colmos; palmito curto e tolerância ao frio.

Para a composição da produção de cana-de-açúcar por hectare (TCH), algumas características agronômicas são levadas em consideração. O TCH pode ser subdividido em duas partes, segundo Landell e Bressiani (2008):

- ✓ Número de colmos por hectare;
- ✓ Peso médio dos colmos.

O peso médio dos colmos é composto pelo diâmetro (d), altura (h) e densidade dos colmos (ds). Já a altura dos colmos (h), o diâmetro de colmos (d) e o número de colmos por metro linear (C) são considerados como componentes determinantes para o potencial de produção agrícola (TCH). Considerando a

densidade dos colmos igual a 1 (um), a produtividade da cana-de-açúcar pode ser estimada pela fórmula exposta na Figura 4, em que o espaçamento entre sulcos é dado pelo valor (E) em metros (LANDELL e BRESSIANI, 2008).

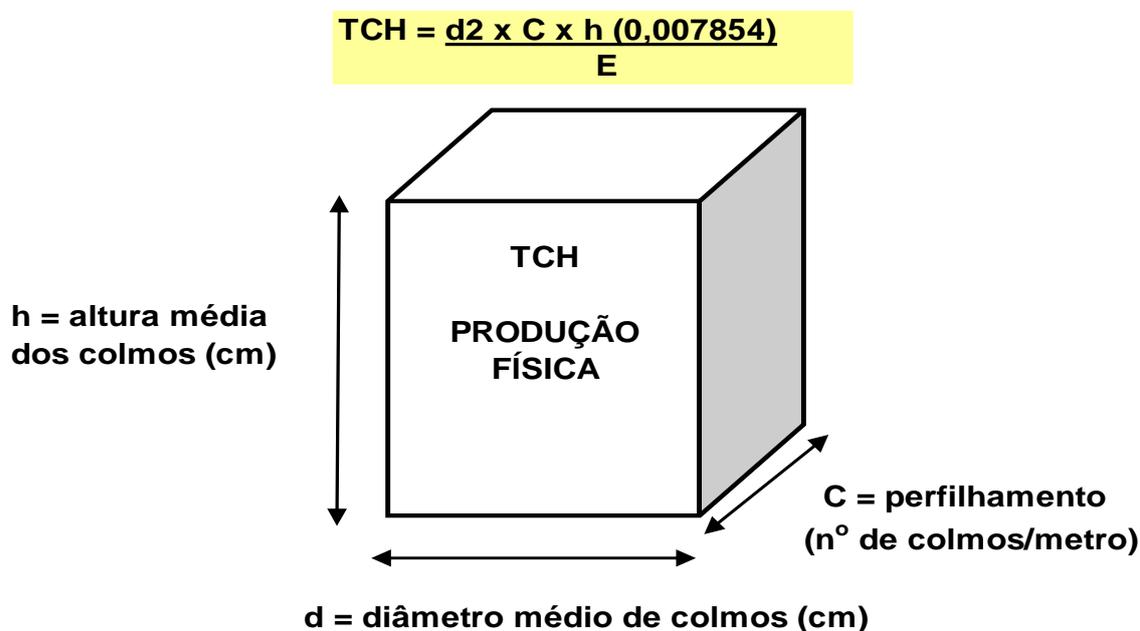


Figura 4. Componentes de produção em cana-de-açúcar e cálculo do TCH biométrico. Fonte: Landell e Bressiani (2008).

Landell (2015) expõe que as baixas produtividades obtidas na média aritmética de 5 cortes (TCH5) da canavicultura brasileira estão associadas ao baixo número de colmos por hectare. Segundo o autor, os canaviais estão apresentando baixa população de colmos por hectare, ou seja, valores entre 41 e 51 mil colmos por hectare, conforme exposto na Tabela 4. Este valor baixo de colmos por hectare está associado principalmente ao sistema de mecanização (plantio e colheita) que causa impactos negativos na produtividade quando praticada de forma equivocada.

Landell (2015) considera que existem algumas estratégias para atenuar os impactos da mecanização, entre os quais se cita o uso de variedades facilitadoras, pois existe variabilidade no comportamento de cultivares em relação ao plantio mecânico, devido a algumas características, como habilidade de brotação, dado pelo percentual de emergência das gemas, e sua capacidade, após brotação, de estabelecer um vigoroso perfilamento, que irá compor a população inicial do canavial.

Tabela 4. Produtividade agrícola (TCH) dos primeiros cinco ciclos (cortes) de um canavial e população estimada do mesmo (espaçamento entre sulcos de 1,50 m) (LANDELL, 2015).

CICLO / CORTE	TCH	PESO MÉDIO colmos (Kg)	POPULAÇÃO ESTIMADA colmos / ha
1	87	1,70	51.176,47
2	74	1,50	49.333,33
3	61	1,35	45.185,19
4	55	1,30	42.307,69
5	45	1,10	40.909,09
TCH5	64,4		

Landell e Bressiani (2008) relatam que há uma influência regional no processo de seleção de novos genótipos de cana-de-açúcar e que, em regiões do cerrado brasileiro, especificamente em Goianésia-GO, os caracteres como tolerância ao déficit hídrico, brotação de soqueiras, perda de peso do colmo e ausência de florescimento são estratégias na seleção de cultivares, conforme exposto na Tabela 5, no programa de melhoramento genético de cana-de-açúcar (seleção regional) do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC).

Tabela 5. Características peculiares objetivadas no processo de seleção, em cada uma das regiões de estudo (LANDELL et al., 2004).

Regiões	Características peculiares priorizadas	Problemas fitossanitários priorizados por região
Região 1 Piracicaba	Aumento do potencial de produção agrícola e tolerância ao alumínio em subsuperfície	Ferrugem
Região 2 Ribeirão Preto	Maior capacidade de brotar em período de estresse hídrico	Mosaico Escaldadura
Região 3 Jau	Maior resistência às doenças fúngicas, maior capacidade de produção em solos de baixa fertilidade	Ferrugem Carvão Escaldadura
Região 4 Mococa	Maior potencial de maturação em condições de baixo estresse hídrico	Ferrugem
Região 5 Pindorama	Maior capacidade de brotação em período de estresse hídrico	Escaldadura Nematoides
Região 6 Assis	Maior potencial de maturação em condições de baixo estresse hídrico	Mosaico Estrias de folhas Ferrugem
Região 7 Adamantina	Capacidade de realizar grande acúmulo de massa verde no período de crescimento vegetativo	Carvão
Região 8 Goianésia	Capacidade de suportar período de estresse hídrico e ausência de florescimento	Carvão

Jadoski et al. (2010), estudando os componentes biométricos da cultura da cana-de-açúcar, consideram que o perfilhamento da cana-de-açúcar é de grande importância para compor a produtividade dos talhões e consideram que o mesmo se inicia em torno de 40 dias após o plantio e pode durar até 120 dias, sendo influenciado por vários fatores: variedade; luz; temperatura; umidade do solo (irrigação); espaçamentos; práticas de fertilização, entre outras.

Neste sentido, o número de colmos por metro, que é uma característica marcante de uma variedade de cana-de-açúcar, é considerado o componente biométrico mais afetado nas regiões de cerrado, principalmente na cana-de-açúcar de ciclo de primavera, conforme exposto na Figura 5, pois está associado ao alto déficit hídrico exposto na Figura 6 e que, neste caso, pode impactar negativamente a produtividade agrícola nas unidades produtoras de açúcar e etanol (LANDELL; SCARPARI, 2008).

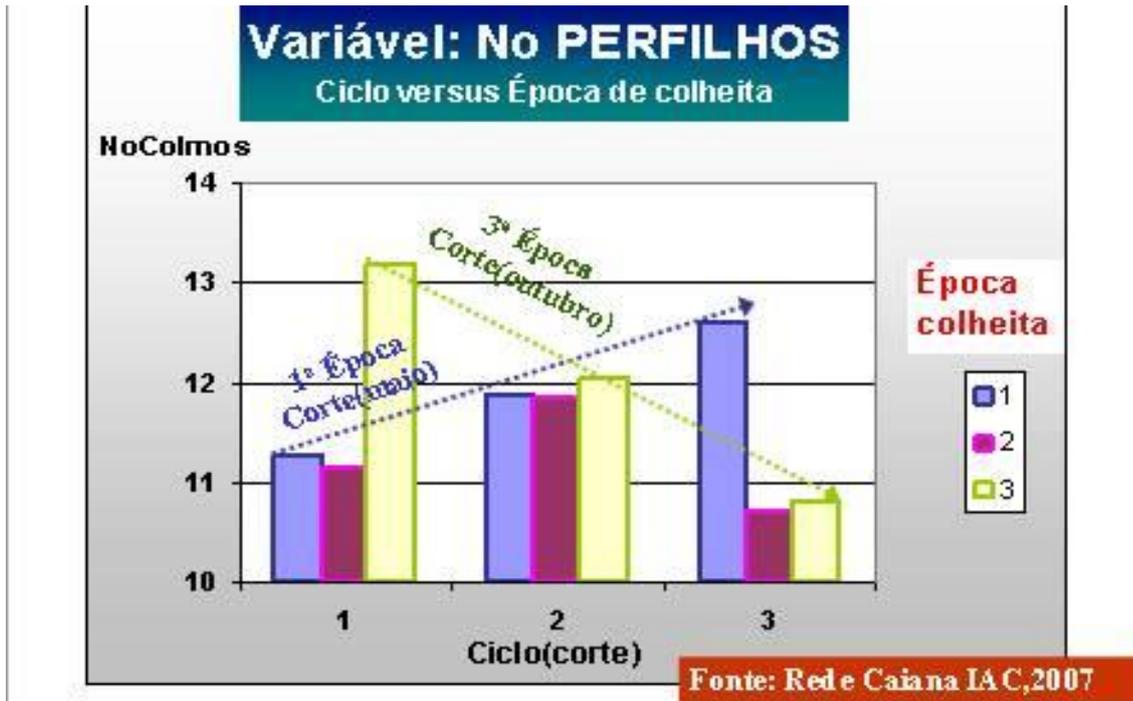


Figura 5. Número de perfilhos finais em três cortes feitos no outono, inverno e primavera. Fonte: Landell e Bressiani (2008).

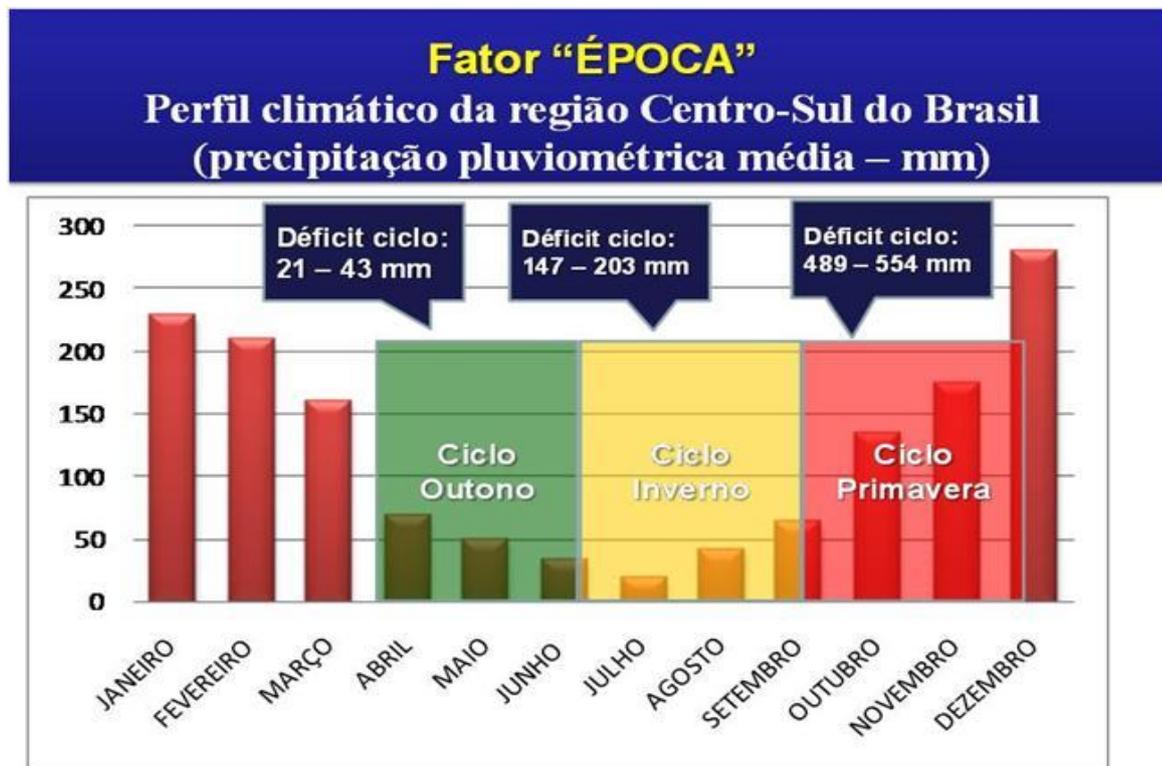


Figura 6. Déficits hídricos da região Centro-Sul do Brasil. Fonte: Elaborada por Landell utilizando dados do Projeto PreviclimaCana-IAC.

3.1.4 Estresses ambientais: deficiência hídrica em cana-de-açúcar

Segundo Carlin et al. (2009), os estresses ambientais influenciam no crescimento vegetal e causam menor desempenho da cultura no campo. Entre os estresses ambientais, destacam-se: seca, luminosidade, temperaturas extremas, salinidade, deficiência mineral e baixo pH do solo, que estão entre os principais fatores que restringem a produtividade agrícola.

O déficit hídrico em cana-de-açúcar pode ser considerado um dos estresses ambientais mais impactantes na produtividade, sendo um dos grandes desafios da agricultura, visando a aumentar a produtividade da cultura em regiões passíveis de ocorrência de restrição hídrica.

A disponibilidade hídrica no solo é considerada, um dos fatores que mais interferem no crescimento radicular em profundidade, pois em condições de déficit hídrico há uma redução do crescimento radicular nas camadas mais superficiais do solo devido, principalmente, ao aumento da resistência mecânica ao solo seco, enquanto as camadas mais profundas, com o aumento da manutenção da umidade por mais tempo, proporcionam menor resistência à penetração das raízes mais novas (VASCONCELOS, 2002; PRADO et al., 2008).

Em relação à cana-de-açúcar, o consumo de água pela cultura varia em função do ciclo (cana-planta e cana-soca), do estágio de desenvolvimento (ciclo fenológico), das condições climáticas, da água disponível no solo, da variedade, entre vários fatores (GONZAGA, 2012). Segundo o autor, o estresse hídrico em plantas inicia-se a partir de uma complexa via de respostas, começando com a percepção do déficit hídrico, que desencadeia uma sequência de eventos de ordem molecular, finalizando com várias respostas fisiológicas, metabólicas e de desenvolvimento.

A cultura da cana-de-açúcar, dependendo das condições climáticas, necessita de 1.500 mm a 2.500 mm (OMETTO, 1980; GONZAGA, 2012), necessitando em torno de 250 partes de água para formar uma parte de matéria seca durante seu período de crescimento (GONZAGA, 2012).

Para fins da prática de irrigação, o período de maior suscetibilidade ao déficit hídrico é o de rápido desenvolvimento da cultura, ou seja, quando as plantas

apresentam grande área foliar e necessitam de maior quantidade de água para a realização das trocas gasosas com a atmosfera (PIRES et al., 2008; MACHADO et al., 2009).

Em função de as precipitações anuais oscilarem em diversas regiões produtoras de cana-de-açúcar no Brasil, há uma tendência de se buscar produtividades associadas ao baixo volume de água destinado à cultura. Para isso, os programas de melhoramento genéticos de cana-de-açúcar visam a identificar, dentro de seus genótipos em estudos, nestas regiões de altos déficits hídricos, caracteres agrônômicos e fisiológicos que caracterizam tolerância ao déficit hídrico ou a correlacionar as mesmas.

3.1.5 Justificativa do uso de irrigação de salvamento

Na cultura da cana-de-açúcar, a irrigação pode ser realizada de forma eventual ou complementar às chuvas, podendo ser essencial para o desenvolvimento em regiões secas ou apenas para deposição de resíduos como no caso de aplicação de vinhaça. Pode ser também utilizada na aplicação de fertilizantes e outros produtos químicos (PIRES et al., 2008).

Nas lavouras comerciais dentro das unidades produtoras de açúcar, etanol e bioenergia, há vários métodos de irrigação, entre os quais se podem citar:

✓ Irrigação por aspersão: Neste método, a água é aplicada no solo através do fracionamento do jato de água em forma de gotas, simulando uma chuva artificial. Esse fracionamento é obtido quando a água passa sob pressão por pequenos orifícios dos bocais dos aspersores. O sistema mais comum utilizado nas unidades produtoras de açúcar, etanol e bioenergia é o sistema de canhão hidráulico, autopropelido e, em algumas unidades, o uso do pivô central.

✓ Irrigação localizada: Neste método, a água é conduzida por tubulações em rede até às plantas, sendo aplicada ao solo diretamente na região radicular, molhando apenas parte da superfície do solo. A água é aplicada em pequenas vazões com baixas pressão e com alta frequência, permitindo manter a umidade do solo com pequenas flutuações (próximo à capacidade de campo). O sistema mais

comum de irrigação localizada nas unidades produtoras de açúcar, etanol e bioenergia é o sistema de gotejamento.

✓ Irrigação por superfície: É um método muito utilizado nas principais regiões irrigadas do mundo. Neste método, a água é aplicada diretamente na superfície do solo. Dentre as modalidades de irrigação por superfície pode-se citar: irrigação por sulcos, por inundação e em faixas. Na cultura da cana-de-açúcar, devem-se utilizar aplicações mais leves, sem deixar formar lâminas permanentes na superfície.

✓ Irrigação subterrânea: Neste método, a água é aplicada diretamente sob a superfície do solo. Esta aplicação é realizada pela manutenção e pelo controle do lençol freático a uma profundidade favorável ao desenvolvimento da cultura. É muito utilizada em áreas de várzea em solos com horizontes subsuperficiais impermeáveis, com presença de lençol freático.

Não existe o método melhor e, sim, o que se adapta a cada situação em particular. Para a escolha do método adequado de irrigação, alguns aspectos devem ser levados em consideração, como a disponibilidade de água, energia, mão de obra dispensada, topografia, tipo de solo, custo de implantação, operação e manutenção, clima, a cultura com que se pretende trabalhar, a compatibilidade do método de irrigação com os tratamentos culturais e a importância da técnica no sistema produtivo em questão, segundo Pires et al. (2008).

Campos et al. (2012) consideram que os equipamentos que melhor se adaptam à irrigação de salvamento são os do tipo autopropelido, pivôs centrais e sistemas lineares rebocáveis.

Campos et al. (2012) consideram que, no Estado de Goiás, devido ao regime pluviométrico apresentar irregularidade na distribuição de chuvas, com um verão chuvoso (outubro a abril) e um inverno seco (maio a setembro), há necessidade de realizar uma irrigação suplementar à cana-de-açúcar, o que se torna imprescindível, a fim de assegurar a brotação das soqueiras das canas cortadas, principalmente nos meses de julho, agosto e setembro.

Cintra et al. (2008) relatam que a irrigação de salvamento consiste em suprir parcialmente a deficiência hídrica da soqueira em seus primeiros estágios de desenvolvimento, pois é nesta fase inicial de desenvolvimento da cultura que se

observam as maiores perdas de produtividade ocasionada pelo estresse, por falta de água. Neste sentido, a irrigação de salvamento é iniciada após o corte e interrompida no fim do primeiro estágio de desenvolvimento da soqueira (brotação, perfilhamento e estabelecimento). Os autores relatam que, no primeiro período de produção (brotação, perfilhamento e estabelecimento), a redução na produtividade foi maior que no segundo (produção vegetativa), e que, no terceiro (maturação), o efeito do déficit hídrico foi insignificante. De acordo com os autores, o déficit hídrico nas primeiras fases pode acarretar um comprometimento no desenvolvimento do sistema radicular e baixo perfilhamento, resultando, portanto, em baixo aproveitamento da água e dos nutrientes disponíveis nos períodos posteriores.

Cintra et al. (2008) expõem que a frequência da irrigação e a lâmina devem variar com os períodos de crescimento da cana-de-açúcar. Durante o período de estabelecimento, incluindo a emergência e os estabelecimentos das plântulas, é preferível efetuar aplicações leves e frequentes. No período vegetativo inicial, o perfilhamento é diretamente proporcional à frequência de irrigação. Um perfilhamento vigoroso, no início, é ideal, porque proporciona o surgimento de brotos aproximadamente da mesma idade.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local de realização do projeto e preparo da área experimental

O experimento foi conduzido na Usina Jalles Machado, no município de Goianésia-GO, região norte do Estado de Goiás, a $-15^{\circ}19'03''$ de latitude, $49^{\circ}07'03''$ de longitude oeste e 641 m de altitude, conforme exposto nas Figuras 7 e 8, no período de novembro de 2013 a junho de 2015.

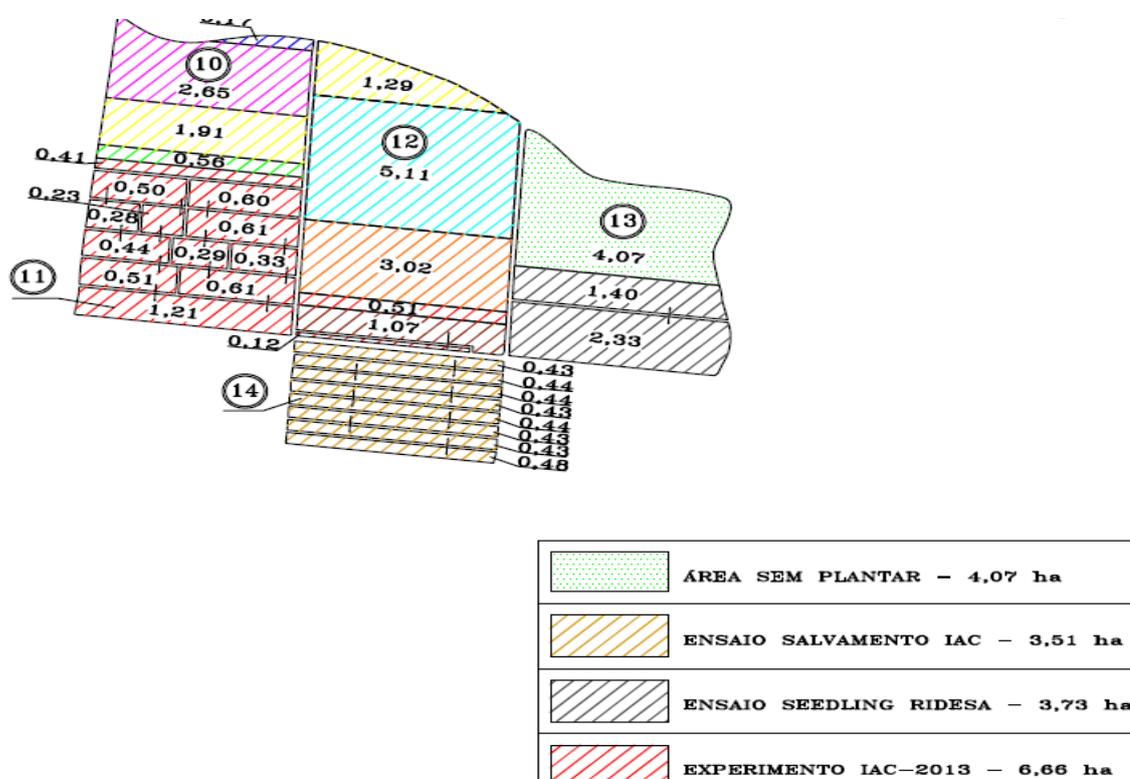


Figura 7. Localização da área experimental na Usina Jalles Machado.



Figura 8. Visão geral aérea da área experimental na Usina Jalles Machado.

Segundo Köppen-Geirger, a classificação climática é Tropical, com inverno seco e verão chuvoso (Aw). A média pluvial anual é de 1.540 mm, com período de déficit hídrico bem definido, entre maio e outubro, com temperatura média anual de 24 °C (período de 1984–2008) (CIIAGRO, 2015). O bioma é classificado como cerrado.

Os dados climatológicos foram coletados na estação meteorológica próxima ao experimento, nos períodos de janeiro de 2014 a outubro de 2015, conforme exposto no balanço (Figuras 9 e 10).

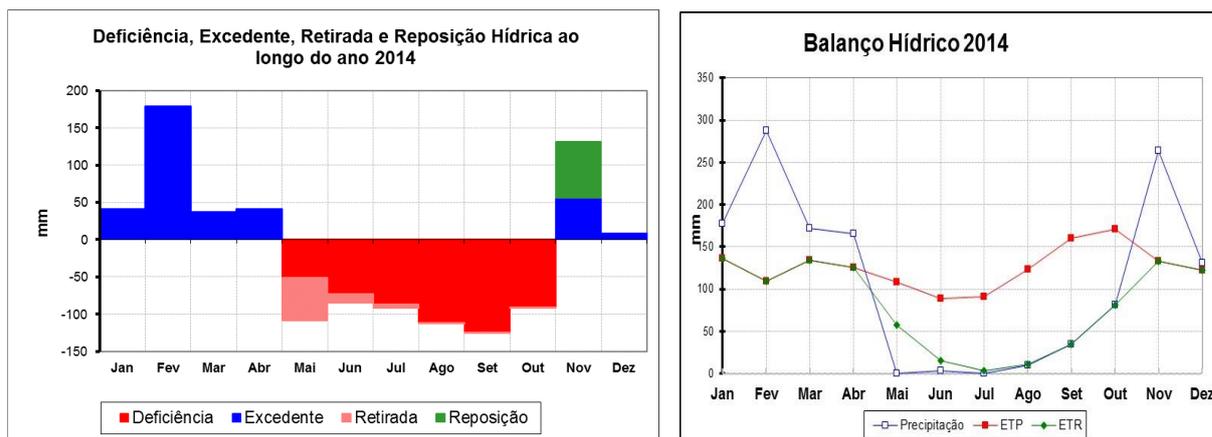


Figura 9. Balanço hídrico – ano 2014. Dados coletados na estação meteorológica da Usina Jalles Machado próximo do experimento.

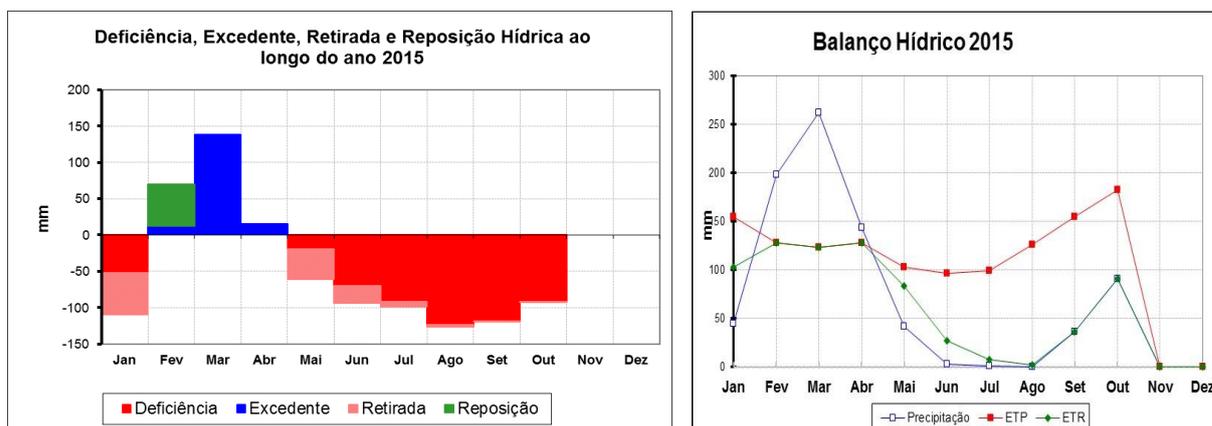


Figura 10. Balanço hídrico – ano 2015. Dados coletados na estação meteorológica da Usina Jalles Machado próximo do experimento.

De acordo com a caracterização pedológica preexistente na Usina Jalles Machado, seguindo os critérios do levantamento pedológico do projeto Ambicana IAC (amostragem em camadas de 0-20 cm, 20-40 cm e 80-100 cm), o solo foi classificado como Latossolo Vermelho, textura argilosa, distrófico e ambiente de produção E2. A topografia do local é plana.

Antes do plantio, foi realizado amostragem do solo nas profundidades de 0-20 e 20-40, para a correção do mesmo com aplicação de calcário dolomítico, para elevar a saturação de base para 60%, na quantidade de 1.000 kg/ha. Foi incorporado gesso agrícola na quantidade de 250 kg/ha, com o objetivo de corrigir os níveis de cálcio nas profundidades de 20-40 cm.

A adubação de plantio foi de 750 kg/ha do formulado 06-30-10. Em cobertura, foram aplicados 140 kg/ha de KCl e 100 kg/ha de ureia para se atingir os valores recomendados de potássio e nitrogênio. A recomendação técnica foi feita através do resultado da análise de solo (Tabela 6), seguindo as recomendações do Instituto Agrônômico de Campinas – Boletim Técnico, 100 (RAIJ et al., 1997).

Tabela 6. Características químicas e físicas da área experimental.

Camada	pH	M.O	P	K	H + Al	Al	Ca	Mg	SB	CTC	V	Argila	Silte	Areia Total
cm	H ₂ O	g.dm ³	mg.dm ⁻³mmole.dm ⁻³%.....				
0-20	5,8	19,5	14	0,09	2,82	0,07	2,53	0,78	34,0	62,2	54,66	38,90	15,80	45,30
20-40	5,8	18,1	25	0,10	2,89	0,03	2,43	0,82	33,5	62,4	53,69	38,40	15,50	46,10
80-100	4,8	7,4	3	0,03	1,66	0,04	0,64	0,59	12,6	29,2	43,15	41,10	15,60	43,30

O preparo do solo foi realizado utilizando-se de grade pesada, visando à incorporação dos corretivos. Posteriormente, efetuou-se uma gradagem intermediária para a incorporação do fosfato natural e para a quebra de torrões e, por fim, para o nivelamento do terreno, foi utilizada uma grade leve antes do plantio.

A profundidade de sulcação foi na ordem de 0,35 m, sendo aplicados 0,05 kg/ha de inseticida (Regent), 0,250 kg/ha do fertilizante (Biosyme) e 0,400 kg/ha do fungicida (Priority extra) no fundo do sulco de plantio, seguindo as orientações dos técnicos da Usina Jalles Machado.

Para esta operação de sulcação, utilizou-se de trator acoplado a um sulcador, com capacidade de adubo de 1.000 kg. Após essa etapa, foi feita a cobertura dos sulcos, conforme exposto nas Figuras 11 e 12, utilizando-se para essa etapa de trator com o equipamento de 2 linhas, visando a preparar a área para o plantio.



Figura 11. Visão geral da área experimental após a distribuição dos tratamentos.



Figura 12. Visão geral da área experimental após a cobertura dos sulcos.

4.2 Delineamento experimental, tratamentos e tamanho das parcelas

O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino (DQL) 4x4 com 4 repetições. Como blocos-linha foram consideradas as quatro tubulações de abastecimento da irrigação, passando pelo centro de quatro parcelas-linhas, dispostas em nível. Como blocos-coluna foram consideradas as quatro distâncias da fonte de abastecimento (início da linha).

Os tratamentos foram: Irrigação 7 dias - IR7; Irrigação 14 dias - IR14; Irrigação 28 dias - IR28, e Sem irrigação - SEM IR, e foram realizadas de modo que cada tratamento estivesse em toda linha e em toda coluna uma única vez, conforme exposto na Tabela 7. A lâmina-padrão aplicada foi de 60 mm.

Tabela 7. Croqui de campo para os níveis de irrigação.

	Distância 1	Distância 2	Distância 3	Distância 4
Fonte, Linha 1	IR7	IR14	IR28	SEM IR
Fonte, Linha 2	IR14	IR28	SEM IR	IR7
Fonte, Linha 3	IR28	SEM IR	IR7	IR14
Fonte, Linha 4	SEM IR	IR7	IR14	IR28

A área total do experimento com carregadores e bordaduras foi de 4,036 ha, sendo delimitada por bordaduras laterais (2 sulcos de cada lado), frente e fundo com 10 metros de comprimento, plantadas de maneira convencional (cana-de-açúcar inteira), conforme exposto na Figura 13.

Entre as 16 parcelas de cada bloco, foram inseridas bordaduras de 10 metros, visando a uniformizar a pressão de trabalho antes da entrada da barra de irrigação nos tratamentos (IR7, IR14, IR 28 e Sem IR). O genótipo utilizado nas bordaduras foi o CTC9002, devido a sua proximidade e disponibilidade de mudas próximo da área experimental.

As subparcelas experimentais foram constituídas de 4 sulcos de 5,0 m de comprimento, com espaçamento de 1,5 m entre sulcos. Os carregadores de divisa foram constituídos de 3,0 metros, visando a facilitar as avaliações experimentais, conforme exposto na Figura 14. O croqui geral da área com os sorteios dos tratamentos está representado na Figura 15.



Figura 13. Plantio de bordaduras laterais.



Figura 14. Marcação dos carregadores de divisas de parcelas e blocos.



Figura 15. Croqui geral da área com a distribuição dos intervalos de aplicação da irrigação de salvamento e genótipos.

4.3 Material vegetal, plantio e tratos culturais

Cada uma das 16 parcelas foi constituída de um corredor central de 4,5 metros para a passagem da tubulação de abastecimento da irrigação e oito subparcelas de cada lado, nas quais foram alocados, por sorteio, os 16 genótipos de cana-de-açúcar, a saber: IAC87-3396; IAC91-1099; IACSP93-3046; IACSP95-5000; IACSP95-5094; IACCTC06-8126; IACBIO; CTC2; CTC4; CTC9003; CTC15; RB867515; RB92579; RB966928; RB98710 e RB987935. Desse modo, cada genótipo foi avaliado em cada frequência de irrigação, em quatro blocos (combinação linha x coluna).

A escolha dos materiais genéticos foi realizada de acordo com as observações de campo pelos profissionais do IAC e técnicos da usina, em relação ao comportamento dos mesmos e ao déficit hídrico.

IAC87-3396: é um genótipo que apresenta rusticidade em relação ao ambiente de produção, indicada para manejo de colheita em início de safra, com maturador em ambientes restritivos ou manejo de colheita em meio de safra, em ambientes médios. Apresenta hábito de crescimento levemente decumbente, boa uniformidade biométrica de diâmetro e altura de colmos e perfilhamento médio. Tem excelente comportamento em plantio e colheita mecanizada, bom fechamento de entrelinhas e floresce na região do cerrado. Destaque: longevidade de soqueiras, produtividade média, na média de cinco cortes, e médio teor de sacarose.

IAC91-1099: é um genótipo que apresenta rusticidade em relação ao ambiente de produção, indicada para manejo de colheita em início de safra, com maturador em ambientes restritivos ou manejo de colheita em meio de safra, em ambientes médios. Apresenta hábito de crescimento ereto, ótima uniformidade biométrica de diâmetro e altura de colmos, perfilhamento médio. Tem excelente comportamento em plantio e colheita mecanizada, ótimo fechamento de entrelinhas e floresce na região do cerrado. Destaque: longevidade de soqueiras, produtividade alta, na média de cinco cortes, e alto teor de sacarose. Tem bom desempenho agrônômico em regiões de alto déficit hídrico.

IACSP93-3046: é um genótipo que apresenta rusticidade em relação ao ambiente de produção, indicada para manejo de colheita em início de safra, com

maturador em ambientes restritivos ou manejo de colheita em meio de safra, em ambientes médios/favoráveis. Apresenta hábito de crescimento ereto, ótima uniformidade biométrica de diâmetro e altura de colmos, perfilhamento médio. Tem excelente comportamento em plantio e colheita mecanizada, ótimo fechamento de entrelinhas e não floresce na região do cerrado. Destaque: longevidade de soqueiras, produtividade média, na média de cinco cortes, e alto teor de sacarose.

IACSP95-5000: é um genótipo que apresenta rusticidade em relação ao ambiente de produção, indicada para manejo de colheita em início de safra, com maturador em ambientes restritivos ou manejo de colheita em meio de safra, em ambientes médios/favoráveis. Em regiões de baixo déficit hídrico (menor que 400 mm/ano), pode ser indicada a colheita para final de safra em ambientes favoráveis. Apresenta hábito de crescimento ereto, ótima uniformidade biométrica de diâmetro e altura de colmos, perfilhamento médio. Possui excelente comportamento em plantio e colheita mecanizada, ótimo fechamento de entrelinhas podendo florescer na região do cerrado. Destaque: longevidade de soqueiras, sanidade, produtividade alta na média de cinco cortes e alto teor de sacarose.

IACSP95-5094: é um genótipo que apresenta rusticidade em relação ao ambiente de produção, indicada para manejo de colheita em meio de safra ou manejo de colheita em final de safra, em ambientes médios/favoráveis. Apresenta hábito de crescimento ereto, ótima uniformidade biométrica de diâmetro e altura de colmos, perfilhamento médio. Tem excelente comportamento em plantio e colheita mecanizada, ótimo fechamento de entrelinhas, pode florescer na região do cerrado. Destaque: longevidade de soqueiras, sanidade, produtividade alta na média de cinco cortes e alto teor de sacarose.

IACCTC06-8126: é um genótipo que está em processo de validação nas regiões do cerrado pelo programa de melhoramento genético do IAC. Apresenta uma projeção de rusticidade em relação ao ambiente de produção, indicada para manejo de colheita em início de safra, com maturador em ambientes restritivos ou manejo de colheita em meio de safra, em ambientes médios/favoráveis. Apresenta hábito de crescimento decumbente, diâmetro fino e altura de colmos uniforme, perfilhamento alto. Destaque: longevidade de soqueiras, alto teor de fibra e alto perfilhamento.

IACBIO: é um genótipo que está em processo de validação nas regiões do cerrado pelo programa de melhoramento genético do IAC, sendo a origem de progenitores de *Saccharum spontaneum*. Apresenta uma projeção de rusticidade em relação ao ambiente de produção. Apresenta hábito de crescimento decumbente, diâmetro fino e altura de colmos uniforme, perfilhamento alto. Destaque: longevidade de soqueiras, alto teor de fibra e alto perfilhamento.

CTC2: é um genótipo que apresenta rusticidade em relação ao ambiente de produção, indicada para manejo de colheita em início de safra, com maturador em ambientes restritivos ou manejo de colheita em meio de safra, em ambientes médios/favoráveis. Em regiões de alto déficit hídrico (maior que 400 mm/ano), pode apresentar isoporização dos colmos, sendo indicado o manejo de colheita mais precocemente. Apresenta hábito de crescimento levemente decumbente, ótima uniformidade biométrica de diâmetro e altura de colmos, perfilhamento médio. Tem bom fechamento de entrelinhas, floresce na região do cerrado. Destaque: longevidade de soqueiras, produtividade média/alta, na média de cinco cortes, e alto teor de sacarose.

CTC4: é um genótipo que apresenta rusticidade em relação ao ambiente de produção, indicada para manejo de colheita em início de safra, com maturador em ambientes restritivos ou manejo de colheita em meio de safra, em ambientes médios/favoráveis. Apresenta hábito de crescimento levemente decumbente, ótima uniformidade biométrica de diâmetro e altura de colmos, perfilhamento alto. Tem ótimo fechamento de entrelinhas e pode florescer na região do cerrado. Destaque: longevidade de soqueiras, produtividade alta, na média de cinco cortes, e alto teor de sacarose.

CTC9003: é um genótipo indicado para manejo de colheita em início de safra até ao final de safra (PUI – Período de utilização industrial) longo. Apresenta hábito de crescimento levemente decumbente, ótima uniformidade biométrica de diâmetro e altura de colmos, perfilhamento alto. Tem bom fechamento de entrelinhas e pode florescer na região do cerrado. Destaque: longevidade de soqueiras, produtividade média/alta, na média de cinco cortes, PUI longo e médio/alto teor de sacarose.

CTC15: é um genótipo que apresenta rusticidade em relação ao ambiente de produção, indicada para manejo de colheita em início de safra, com maturador em

ambientes restritivos ou manejo de colheita em meio/final de safra, em ambientes médios/favoráveis. Apresenta hábito de crescimento levemente decumbente, ótima uniformidade biométrica de diâmetro e altura de colmos, perfilhamento médio. Tem médio fechamento de entrelinhas e pode florescer na região do cerrado. Destaque: longevidade de soqueiras, rusticidade, produtividade média/alta, na média de cinco cortes, e médio teor de sacarose.

RB867515: é um genótipo que apresenta rusticidade em relação ao ambiente de produção, indicada para manejo de colheita em início de safra, com maturador em ambientes restritivos ou manejo de colheita em meio/final de safra, em ambientes médios. Apresenta hábito de crescimento levemente decumbente, média uniformidade biométrica de diâmetro e altura de colmos, perfilhamento baixo. Possui médio fechamento de entrelinhas e pode florescer na região do cerrado, tendo médio comportamento em plantio e colheita mecanizada. Destaque: média produtividade de soqueiras, médio teor de sacarose. É o genótipo mais cultivado no Brasil.

RB92579: é um genótipo indicado para manejo de colheita em meio de safra. Apresenta hábito de crescimento levemente decumbente, ótima uniformidade biométrica de diâmetro e altura de colmos, perfilhamento médio. Possui bom fechamento de entrelinhas e pode florescer na região do cerrado. Tem médio comportamento em plantio e colheita mecanizada. Destaque: longevidade de soqueiras, produtividade média/alta, na média de cinco cortes, e médio teor de sacarose. É um genótipo oriundo da seleção da região do Nordeste do Brasil.

RB966928: é um genótipo indicado para manejo de colheita em início de safra, em ambientes médios/restritivos. Apresenta hábito de crescimento levemente decumbente, ótima uniformidade biométrica de diâmetro e altura de colmos, perfilhamento médio/alto. Tem ótimo comportamento em plantio e colheita mecanizada. Possui bom fechamento de entrelinhas, podendo florescer na região do cerrado. Destaque: tem longevidade de soqueiras, produtividade média, na média de cinco cortes, e médio/alto teor de sacarose em início de safra.

RB98710: é um genótipo que apresenta rusticidade em relação ao ambiente de produção. Apresenta hábito de crescimento ereto, ótima uniformidade biométrica de diâmetro e altura de colmos, perfilhamento alto. Tem ótimo fechamento de

entrelinhas. Destaque: longevidade de soqueiras, produtividade média, na média de cinco cortes, e alto teor de sacarose.

RB987935: é um genótipo indicado para manejo de colheita em final de safra, em ambientes médios/favoráveis. Apresenta hábito de crescimento ereto, ótima uniformidade biométrica de diâmetro e altura de colmos, perfilhamento médio. Possui médio fechamento de entrelinhas e não floresce na região do cerrado. Destaque: produtividade média, na média de cinco cortes, e médio teor de sacarose.

As mudas usadas no plantio foram obtidas pelo sistema de mudas pré-brotadas (MPB), com idade de produção de 60 dias, com gemas individualizadas, visando a obter melhor uniformidade de plantio, através da distribuição uniforme de plantas por parcelas. As mudas foram produzidas na unidade de pesquisa do Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio Cana, localizado em Ribeirão Preto-SP, e na Usina Jalles Machado, seguindo as recomendações técnicas de Documentos, IAC 109 (LANDELL et al., 2012), conforme exposto nas Figuras 16; 17 e 18.



Figura 16. Visão geral do viveiro de mudas na Usina Jalles Machado.



Figura 17. Visão geral do viveiro de mudas na Usina Jalles Machado após podas da parte aérea.



Figura 18. Visão geral do viveiro de mudas no Centro de Cana IAC.

O plantio do experimento foi realizado de forma manual, em novembro de 2013, com auxílio de matracas. O espaçamento utilizado no plantio entre mudas de MPB de cada genótipo foi de 0,5 m, seguindo a recomendação técnica do IAC (Figuras 19 e 20). Após o plantio, foram realizados os tratos culturais-padrão da Usina Jalles Machado, visando ao controle de plantas daninhas e pragas.



Figura 19. Visão geral do plantio manual.



Figura 20. Visão das parcelas experimentais após o plantio manual.

Aos 30 dias após o plantio, foi realizado um levantamento de plantas mortas e o replantio das mesmas, visando a garantir a uniformidade de plantas por parcela. Para esta ação, utilizou-se das mudas que foram produzidas em excesso no planejamento da instalação do experimento, conforme exposto na Figura 21.



Figura 21. Identificação das plantas mortas visando ao replantio.

No dia 31 de julho de 2014, foi realizada a uniformização total da área através da colheita mecanizada, com o uso de uma colhedora acoplada ao conjunto de transbordo, visando a preparar a área para a aplicação dos tratamentos, com os respectivos intervalos de aplicação da irrigação de salvamento (IR7, IR14, IR28 e SEM IR), em cana-soca, conforme exposto na Figura 22.



Figura 22. Visão geral da área após a uniformização (colheita) mecanizada.

Após a uniformização total da área, foram realizados os tratamentos culturais de soqueira, seguindo as recomendações técnicas da Usina Jalles Machado, conforme exposto na Figura 23.



Figura 23. Aplicação dos tratamentos culturais após a colheita mecanizada.

4.4 Equipamentos de irrigação

O equipamento utilizado no turno de rega foi um autopropelido tipo carretel enrolador, modelo Turbomaq 140/GS/6R (Figura 24), implementado com uma barra irrigadora com faixa de aplicação de 48 m (16 sulcos de cada lado), acoplado a uma motobomba com rotação de 2.100 rpm, com captação de água no Rio dos Patos, conforme exposto na Figura 25.

Para efeito de avaliação experimental, foram utilizados apenas 12 emissores de cada lado da barra de irrigação que foram o suficiente para atingir todas as linhas das parcelas experimentais.



Figura 24. Equipamento de irrigação autopropelido.



Figura 25. Equipamento de irrigação motobomba.

Antes da aplicação da irrigação de salvamento, foi feita a calibração dos equipamentos em uma área externa do experimento, conforme exposto nas Figuras 26; 27 e 28. Nesta regulagem, a lâmina bruta considerada foi de 63 mm, e o sistema apresentou uniformidade de aplicação de 95% quando ativado, gerando uma lâmina líquida de 60 mm como lâmina-padrão a ser utilizada em todos os tratamentos, variando os intervalos de aplicação da irrigação de salvamento em 7, 14 e 28 dias após a colheita.



Figura 26. Calibração do equipamento.



Figura 27. Calibração do equipamento.



Figura 28. Calibração do equipamento.

As irrigações das lâminas de salvamento sempre tiveram seu início às 7 horas, dentro dos períodos de datas programadas, visando a ter o mínimo de deriva possível durante a aplicação, conforme Figuras 29; 30; 31; 32; 33 e 34.



Figura 29. Visão geral da aplicação dos tratamentos.



Figura 30. Visão geral da aplicação dos tratamentos.



Figura 31. Visão geral da aplicação dos tratamentos.



Figura 32. Visão geral da aplicação dos tratamentos.



Figura 33. Visão geral da aplicação dos tratamentos.



Figura 34. Visão geral da aplicação dos tratamentos.

A pressão de serviço foi de $6,5 \text{ kgf/cm}^2$ no equipamento autopropelido e na barra de irrigação de $4,0 \text{ kgf/cm}^2$.

Aos 35 dias após a uniformização total da área, ocorreu uma chuva de 25 mm geral na área do experimento.

4.5 Avaliações e análises estatísticas

Entre os atributos avaliados, destacam-se:

I. Número de perfilhos: contabilizou-se o número de perfilhos nas 4 linhas totais de cada parcela. Esta avaliação foi realizada aos 30;60;90;120;180 e 210 dias após a uniformização geral da área e no momento final da colheita, executada no mês de junho de 2015 (11 meses após a colheita de uniformização geral da área), sendo amostrados 2 metros nas duas linhas centrais de cada parcela experimental, com o auxílio de um gabarito, descartando-se 1,5 metro no início e final de cada linha de plantio avaliada, visando a minimizar o efeito bordadura, denotando-as por Perfilhos 30 dias, Perfilhos 210 dias e Perfilhos Finais:

II. Nota visual de brotação de soqueira: realizada no mês de novembro de 2014, quando as parcelas se apresentavam com 90 dias após a colheita de

uniformização total da área experimental, conforme exposto nas Figuras 35 e 36. Para esta avaliação, foram utilizados seis avaliadores, atribuindo notas individuais para cada parcela. O critério utilizado foi uma escala de nota variando de 1 a 9, em que as notas 1; 2 e 3 são tidas como melhores, notas 4; 5, e 6 são tidas como intermediárias e 7; 8 e 9 são tidas como notas piores, no critério avaliado.

ESCALA DE NOTAS								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
NOTAS MELHORES			NOTAS INTERMEDIÁRIAS			NOTAS PIORES		

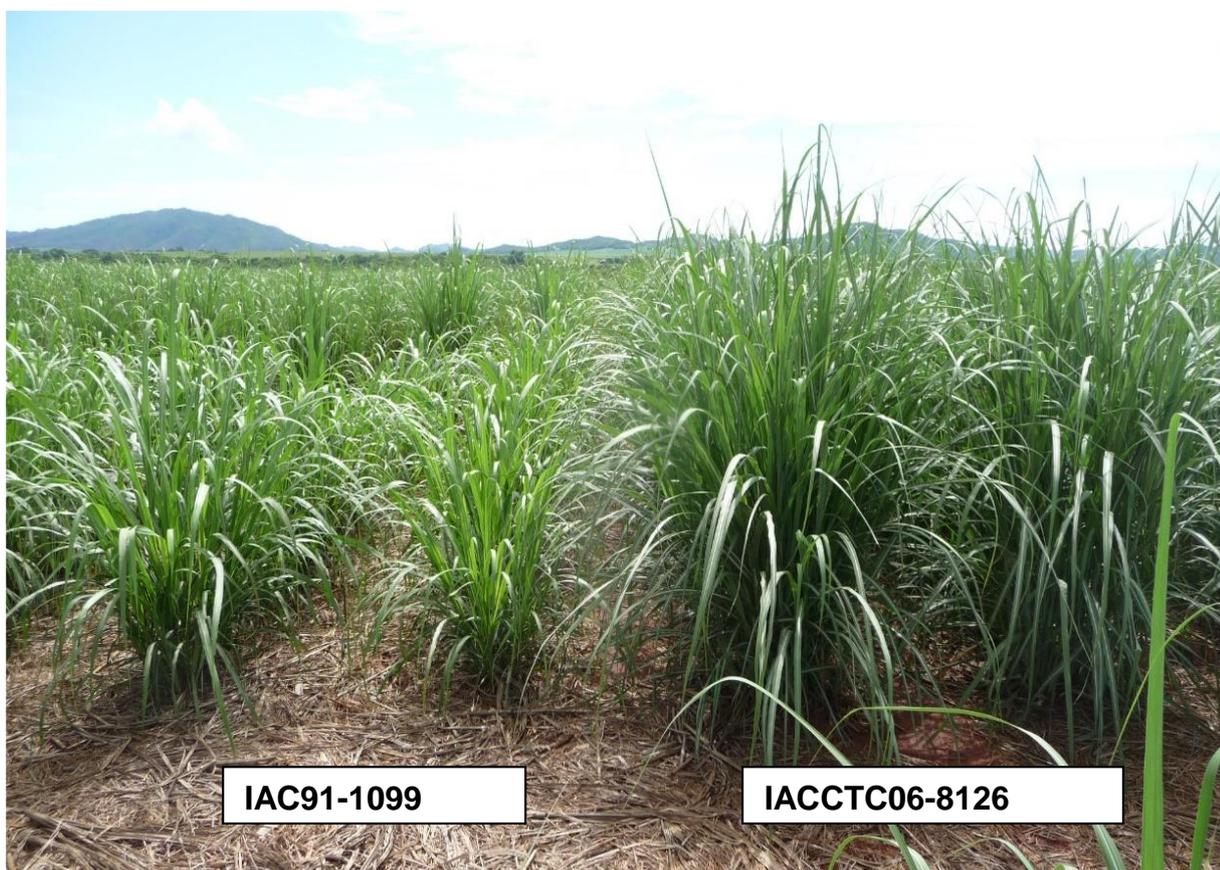


Figura 35. Visão da brotação de soqueiras entre parcelas.



Figura 36. Visão geral da brotação de soqueiras.

III. Diâmetro de colmos: mensurado no meio do internódio, na altura dada por um terço de comprimento do colmo. Foi realizado com o auxílio de um paquímetro, em 10 colmos por parcela, no momento da colheita final, realizada em junho de 2015 (11 meses após a colheita de uniformização geral da área).

IV. Altura de colmos: avaliou-se a altura média do dossel de cada parcela no momento da colheita final, no mês de junho de 2015 (11 meses após a colheita de uniformização geral da área). Levou-se em consideração a distância do solo até à inserção da folha +1 (ponto de quebra).

V. TCH final (produtividade): avaliaram-se 4 metros totais (2 metros em cada linha central), no mês de junho de 2015 (11 meses após a colheita de uniformização geral da área), visando a melhorar a qualidade da amostra por reduzir o erro de amostragem causado pela variabilidade de falhas após a colheita mecanizada e o efeito do intervalo de aplicação das lâminas de salvamento. Para a marcação dos metros a serem cortados, utilizou-se do mesmo gabarito da contagem de perfilhos. Para a obtenção dos dados finais de TCH, foram cortados todos os colmos nos 4 metros totais, e pesados. Utilizou-se nesta mensuração do peso dos colmos de uma célula de carga acoplada a um sistema de tripé. Após a obtenção dos pesos finais, foi aplicada a fórmula que se segue, visando a obter os valores de TCH finais.

- ✓ TCH final: $\text{Peso total em 4 metros} / 4 \times 6.666,67 / 1000$.

VI. Queda percentual (%) de TCH (Sem IR/7 dias): para o cálculo do percentual (%) de queda de TCH, foram utilizados como parâmetros os valores obtidos de TCH final dos tratamentos de 7 dias e sem irrigação, para cada genótipo em estudo. Para isso, utilizou-se da fórmula abaixo:

- ✓ Queda percentual (%) de TCH sem IR/7 dias: $(1 - (\text{TCH sem irrigação} / \text{TCH 7 dias})) \times 100$.

VII. Queda percentual (%) de Perfilhamento Final (Sem IR/7 dias): para o cálculo do percentual (%) de queda de Perfilhamento final, foram utilizados como parâmetro os valores obtidos de perfilhamentos finais dos tratamentos de 7 dias e sem irrigação, para cada genótipo em estudo. Para isso, utilizou-se da fórmula abaixo:

- ✓ Queda percentual (%) de Perfilhamento Final - sem IR/7 dias: $(1 - (\text{Perfilhamento sem irrigação} / \text{Perfilhamento com 7 dias})) \times 100$.

VIII. Queda percentual (%) de Altura Final (Sem IR/7 dias): para o cálculo do percentual (%) de Altura Final foram utilizados como parâmetros os valores obtidos de alturas finais dos tratamentos de 7 dias e sem irrigação para cada genótipo em estudo. Para isso, utilizou-se da fórmula abaixo:

- ✓ Queda percentual (%) de Altura Final - sem IR/7 dias: $(1 - (\text{altura sem irrigação} / \text{altura com 7 dias})) \times 100$.

IX. Queda percentual (%) de diâmetro Final (Sem IR/7 dias): para o cálculo do percentual (%) de diâmetro final foram utilizados como parâmetros os valores obtidos de diâmetros finais dos tratamentos de 7 dias e sem irrigação para cada genótipo em estudo. Para isso, utilizou-se da fórmula abaixo:

- ✓ Queda percentual (%) de Diâmetro Final - sem IR/7 dias: $(1 - (\text{diâmetro sem irrigação} / \text{diâmetro com 7 dias})) \times 100$.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias, comparadas pelo teste de T (LSD), ao nível de 5% de probabilidade. Foram também avaliadas as correlações residuais (média dentro de cada lâmina e de cada genótipo) entre os atributos avaliados. Para essas análises, utilizou-se do pacote estatístico SAS.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias apresentadas na Tabela 8 foram analisadas para genótipos em cada frequência de irrigação, pelo teste t ($p \leq 0,05$), e a letra “a”, em cada frequência de irrigação, é a de maior valor, e letras iguais correspondem à não diferença estatística ($p > 0,05$).

Para a frequência de irrigação de 7 dias após a colheita, as maiores médias de produtividade (TCH final) foram apresentadas pelos genótipos IACBIO (141,83 t ha⁻¹), IACSP93-3046 (139,83 t ha⁻¹), CTC4 (138,5 t ha⁻¹), CTC9003 (137,84 t ha⁻¹), IACSP95-5094 (135,88 t ha⁻¹), RB92579 (134,13 t ha⁻¹) e RB987935 (132,83 t ha⁻¹).

Os genótipos IACCTC06-8126 (101,21 t ha⁻¹) e RB966928 (102,5 t ha⁻¹) apresentaram-se com as menores médias.

Na frequência de 14 dias após a colheita, as melhores médias de produtividade (TCH final) foram apresentadas pelos genótipos CTC4 (145,96 t ha⁻¹) e RB867515 (144,25 t ha⁻¹). As menores médias de produtividade (TCH final) foram para os genótipos RB966928 (110,87 t ha⁻¹) e IACCTC06-8126 (109,54 t ha⁻¹), e no intervalo de 28 dias após a colheita, o genótipo que apresentou a melhor média foi CTC4 (146,33 t ha⁻¹). Já a menor média foi para o genótipo IACSP95-5000 (110,34 t ha⁻¹).

No tratamento sem irrigação, as maiores médias de produtividade (TCH final) após a colheita foram obtidas pelos genótipos IACSP95-5094 (141,33 t ha⁻¹) e CTC9003 (140,34 t ha⁻¹). Já a menor média foi obtida pelo genótipo IACCTC06-8126 (102,67 t ha⁻¹).

A análise de variância (Tabela 9) mostra que há efeitos significativos de frequências e genótipos em praticamente todos os atributos analisados, exceto para o atributo diâmetro médio final para o efeito de frequência. Já na interação Frequências x Genótipos, houve efeito significativo apenas para o atributo de perfilhos avaliados aos 30 dias após a colheita.

Continuação

Frequência	Genótipo	Perfilhos 30 dias	Perfilhos 60 dias	Perfilhos 90 dias	Perfilhos 120 dias	Perfilhos 180 dias	Perfilhos 210 dias	Perfilhos finais (m)	Altura final (m)	Diâmetro médio final (cm)	TCH Final	Nota de Brotação
28 dias	CTC4	10,02 b	26,11 c	46,65 a-b	39,05 b-c	21,42 b	20,55 b-c	16,50 c	3,01 c-f	2,30 g-h	146,33 a	2,95 c-e
28 dias	IACCTC06-8126	6,87 b-d	36,17 b	50,65 a	46,91 a	33,20 a	31,25 a	19,50 b	3,34 b-c	1,76 i	112,58 d-f	1,17 f
28 dias	IAC87-3396	8,35 b-c	20,32 d-f	35,25 c-f	32,12 e-g	16,95 d-f	15,30 f-g	9,62 h	3,12 b-f	2,52 c-e	109,25 f	3,32 b-e
28 dias	IAC91-1099	4,50 d-f	21,80 c-d	39,78 b-d	38,51 b-d	21,46 b	20,07 b-c	13,87 c-e	2,81 f-g	2,48 d-f	135,25 a-d	3,25 b-e
28 dias	IACSP93-3046	3,55 e-f	21,73 c-e	42,07 b-c	42,02 b	20,47 b-c	18,12 c-e	14,18 c-e	2,65 g	2,47 d-f	142,21 a-c	2,87 d-e
28 dias	IACSP95-5000	2,66 e-f	13,02 g-h	24,50 h	30,52 e-g	16,16 d-f	14,18 g-h	10,43 g-h	2,84 e-g	2,60 b-d	110,34 f	3,65 b-d
28 dias	IACSP95-5094	4,47 d-f	16,13 f-h	28,73 f-h	31,48 e-g	17,85 c-e	16,35 d-g	10,31 h	3,03 b-f	2,66 a-c	118,88 c-f	3,27 b-e
28 dias	IACBIO	17,35 a	42,07 a	51,50 a	38,13 b-d	33,92 a	32,15 a	27,00 a	3,70 a	1,79 i	130,54 a-f	1,75 f
28 dias	RB867515	6,83 b-d	16,51 e-g	31,41 e-h	29,28 g	14,46 f	13,91 g-h	10,31 h	3,37 a-b	2,75 a	125,84 a-f	3,05 c-e
28 dias	RB92579	4,22 d-f	16,40 f-g	35,86 c-e	34,08 d-f	16,83 d-f	15,71 e-g	13,25 d-g	3,18 b-e	2,45 e-f	143,88 a-b	4,52 a
28 dias	RB966928	5,21 c-d	21,80 c-d	40,08 b-d	30,86 e-g	17,58 d-e	15,61 e-g	10,68 f-h	3,20 b-d	2,38 f	111,08 e-f	3,30 b-e
28 dias	RB98710	9,36 b	26,23 c	46,02 a-b	39,91 b	22,96 b	22,23 b	14,62 c-e	2,77 f-g	2,24 h	121,88 b-f	2,72 e
28 dias	RB987935	1,67 f	12,11 g-h	27,92 g-h	28,72 g	15,28 e-f	11,70 h	10,00 h	3,12 b-f	2,70 a-b	127,25 a-f	4,00 a-b
Sem IR	CTC9003	2,8 g	9,03 e-f	20,73 c-e	29,28 d-e	19,52 b-c	18,56 c	15,43 c	3,00 c-e	2,20 f	140,34 a	4,07 d-f
Sem IR	CTC15	8,03 c-d	14,63 c-d	26,75 b-c	28,58 d-e	19,36 b-c	17,48 c	12,62 d-g	3,18 c-b	2,40 c-e	126,08 a-c	3,32 f-g
Sem IR	CTC2	4,60 e-g	9,18 e-f	21,18 c-e	28,07 d-e	17,21 c-d	16,51 c-d	11,62 e-h	2,98 c-e	2,49 a-d	112,25 b-d	5,15 a-e
Sem IR	CTC4	10,81 b-c	17,78 b-c	33,66 a-b	40,66 a-b	19,52 b-c	18,43 c	13,00 c-f	3,01 c-e	2,27 e-f	116,21 b-d	3,92 e-g
Sem IR	IACCTC06-8126	6,913 d-f	26,75 a	40,15 a	45,12 a	32,01 a	28,47 a	18,12 b	3,43 b	2,60 a	102,67 d	1,62 h
Sem IR	IAC87-3396	7,87 c-e	13,38 c-e	22,61 c-e	27,51 d-e	14,46 e	13,70 f	10,12 g-h	3,10 c-d	1,78 g	116,21 b-d	4,37 b-f
Sem IR	IAC91-1099	4,46 f-g	11,06 d-f	24,05 c-e	32,30 c-e	17,58 c-d	17,52 c	13,81 c-e	2,62 g-h	2,42 b-e	130,17 a-c	4,55 b-f
Sem IR	IACSP93-3046	4,67 e-g	14,61 c-d	27,30 b-c	38,08 a-c	18,48 c	17,57 c	11,18 e-h	2,53 h	2,51 a-d	109,5 c-d	4,20 c-f
Sem IR	IACSP95-5000	4,788 d-g	8,37 f	17,76 e	26,72 d-e	15,65 d-e	14,38 d-f	10,50 f-h	2,63 g-h	2,57 a-c	113,42 b-d	5,27 a-d
Sem IR	IACSP95-5094	5,00 d-g	9,51 e-f	18,56 d-e	25,82 e	17,62 c-d	16,37 d-e	13,93 c-d	2,60 g-h	2,58 a-b	141,33 a	5,02 a-e
Sem IR	IACBIO	17,81 a	26,13 a	38,20 a	37,35 b-c	31,15 a	29,81 a	24,06 a	3,70 a	1,88 g	126,38 a-c	2,75 g-h
Sem IR	RB867515	7,11 d-f	12,36 d-f	22,85 c-e	27,88 d-e	14,07 e-f	13,62 f	9,31 h	3,06 c-e	2,59 a-b	109,08 c-d	4,65 b-e
Sem IR	RB92579	4,92 d-g	11,01 d-f	25,61 c-d	33,90 b-d	15,08 d-e	14,21 e-f	12,37 d-g	2,82 e-g	2,46 a-d	131,96 a-b	6,02 a
Sem IR	RB966928	4,75 d-g	12,05 d-f	24,62 c-e	28,00 d-e	15,56 d-e	15,05 d-f	12,18 d-g	3,04 c-e	2,40 c-e	117,84 b-d	5,32 a-c
Sem IR	RB98710	12,7 b	20,45 b	35,02 a	38,45 a-c	21,31 b	21,88 b	13,43 c-e	2,66 f-h	2,43 d-f	118,50 b-d	3,92 e-g
Sem IR	RB987935	2,98 g	9,31 e-f	22,01 c-e	27,23 d-e	11,50 f	11,13 g	9,06 h	2,91 d-f	2,57 a-c	112,13 b-d	5,55 a-b

Letras iguais: $p > 0,05$, Teste t; por frequência de irrigação.

Tabela 9. Resumo da análise de variância (QM) e coeficiente de variação.

Efeito	Perfilhos 30 dias	Perfilhos 60 dias	Perfilhos 90 dias	Perfilhos 120 dias	Perfilhos 180 dias	Perfilhos 210 dias	Perfilhos finais (m)	Altura final (m)	Diâmetro médio final (cm)	TCH final	Nota de Brotação
Frequência	978,46 *	1834,62 *	2138,91 *	91,14 *	45,60 *	26,94 *	6,45 ns	0,47 *	0,024 ns	959,92 *	32,64 *
Genótipos	308,39 *	825,15 *	778,21 *	454,08 *	495,83 *	446,48 *	251,85 *	1,17 *	1,13 *	1462,66 *	10,41 *
Frequência x Genótipos	13,59 *	14,18 ns	28,24 ns	10,14 ns	2,91 ns	2,48 ns	4,47 ns	0,034 ns	0,012 ns	273,58 ns	0,47 ns
CV	24,87	16,36	13,63	11,35	8,61	7,92	15,27	6,88	4,58	13,64	20,35

* $p \leq 0,05$; ns $p > 0,05$.**Tabela 10.** Médias gerais por frequência, 4 repetições x 16 genótipos.

Frequência	Perfilhos 30 dias	Perfilhos 60 dias	Perfilhos 90 dias	Perfilhos 120 dias	Perfilhos 180 dias	Perfilhos 210 dias	Perfilhos finais (m)	Altura final (m)	Diâmetro médio final (cm)	TCH final	Nota de Brotação
7	14,36 a	25,56 a	37,89 ab	33,43 bc	19,73 b	18,79 a	13,45 a	3,14 a	2,42 a	126,26 a	2,93 bc
14	11,73 b	25,32 a	38,68 a	34,38 ab	20,58 a	19,30 a	13,79 a	3,13 a	2,39 ab	129,08 a	2,80 c
28	6,21 c	21,05 b	36,72 b	34,90 a	20,48 a	18,97 a	13,85 a	3,08 a	2,40 ab	127,58 a	3,13 b
Sem IR	6,89 c	14,11 c	26,31 c	32,18 c	18,75 c	17,79 b	13,17 a	2,95 b	2,38 b	120,25 b	4,35 a

Letras iguais $p > 0,05$ (test t = LSD).

Na Tabela 10, observa-se que as maiores médias de produtividade (TCH final) estão com a aplicação da frequência aos 14 dias ($129,08 \text{ t ha}^{-1}$), mas não diferindo estatisticamente das frequências de 7 dias ($126,26 \text{ t ha}^{-1}$) e 28 dias ($127,58 \text{ t ha}^{-1}$), e está diferindo do tratamento sem irrigação ($120,25 \text{ t ha}^{-1}$), que foi menor, o que já era de se esperar, visto que não recebeu a irrigação de salvamento. Destaca-se, entretanto, que aos 35 dias após a colheita houve precipitação de 25 mm, o que provavelmente aumentou a resposta dos tratamentos, especialmente aquele sem irrigação, e diminuiu as diferenças entre todos os tratamentos.

Em relação à nota de brotação de soqueira, a menor nota (2,80) foi obtida no tratamento de 14 dias, que também obteve a maior média de produtividade (TCH final) e a maior nota (4,35) no tratamento sem irrigação, o que já era de se esperar, pois notas maiores indicam menor brotação e também a menor classificação na média de produtividade (TCH final).

Esta informação de nota de brotação de soqueira poderá auxiliar o direcionamento de novos trabalhos referentes ao assunto, além de servir como direcionamento na escolha de genótipos para novas pesquisas na área de seleção de genótipos de cana-de-açúcar frente à resposta a irrigação de salvamento.

Em relação aos números de perfilhos por metro avaliado nos intervalos de 30 a 210 dias após a colheita, nota-se que houve estabilização aos 210 dias, diferindo dos dados obtidos por Almeida et al. (2008) que, estudando 4 genótipos em cana-planta e cana-soca atingiram o pico de perfilhamento aos 120 dias após o plantio na cana-planta e 60 dias após a colheita em cana-soca na região dos Tabuleiros Costeiros Alagoanos.

Os tratamentos irrigados aos 7; 14 e 28 dias não diferiram estatisticamente aos 210 dias após a colheita para o atributo perfilhos finais por metro, atingindo-se valores na ordem de 18,79 perfilhos/metro, 19,30 perfilhos/metro e 18,97 perfilhos/metro, respectivamente, diferindo apenas do tratamento sem irrigação, que obteve o valor de 17,79 perfilhos/metro.

Quando avaliado este atributo (perfilhos finais) no momento da colheita final, não houve diferença estatística para o número de perfilhos por metro em relação aos tratamentos aplicados, obtendo-se valores na ordem de 13,00 perfilhos/metro, sendo

considerado um valor próximo aos obtidos por Almeida et al. (2008), que ficou na ordem de 12,7 perfilhos/metro e 14,5 perfilhos/metro obtido por Oliveira et al. (2008).

Campos et al. (2012), em seu trabalho com lâminas crescentes (sem irrigação, 20; 40; 60 e 80 mm) de irrigação de salvamento, obtiveram valores inferiores quando aplicados os tratamentos de 60 mm em seu trabalho conduzido no município de Pirenópolis-GO, obtendo valores na ordem de 10,50 perfilhos/metro (com palha) e 11,30 perfilhos/metro (sem palha). No tratamento sem irrigação, conduzido por Campos et al. (2012), os autores obtiveram valores na ordem de 11,30 perfilhos/metro (no sistema conduzido com palha) e 10,40 perfilhos/metro (sem palha), sendo inferiores aos valores médios obtidos no experimento que ficaram na ordem de 13,70 perfilhos/metro.

Analisando-se o atributo altura final (m), não houve diferenças estatísticas para os tratamentos de 7; 14 e 28 dias, que apresentaram valores na ordem de 3,14 m, 3,13 m e 3,08 m, respectivamente, evidenciando que, independentemente do intervalo em dias da aplicação da irrigação de salvamento, não há efeito do incremento em altura, mas diferenciando-se para o tratamento sem irrigação, com valor médio de altura menor que os anteriores, na ordem de 2,95 m. Esses valores foram inferiores ao obtido por Almeida et al. (2008), que obtiveram valores médios na ordem de 3,50 m no município de Janaúba-MG, mas superiores aos valores obtidos por Costa et al. (2008), que obtiveram valores na ordem de 2,75 m, no município de Rio Largo-AL.

Campos et al. (2012) obtiveram valores inferiores ao obtido no experimento, variando os valores na ordem de 1,52 m no sistema com palha e 1,62 m em sistema sem palha, quando trabalharam com lâmina de 60 mm. No tratamento sem irrigação, os números obtidos por Campos et al. (2012) também foram inferiores na ordem da 1,24 m (com palha) e 1,22 m (sem palha) quando comparado com o tratamento sem irrigação, que se apresentou com valor médio final de 2,38 m.

Em relação ao atributo diâmetro médio final (cm), observa-se que o maior valor está no tratamento de 7 dias, que apresentou valor médio de 2,42 cm, mas não diferenciando-se estatisticamente dos tratamentos de 14 e 28 dias, com valores na ordem de 2,36 cm e 2,40 cm, que ficaram próximos do tratamento sem irrigação, com valor médio final de 2,38 cm.

Os dados de diâmetros médios finais de todos os tratamentos foram superiores aos dados médios obtidos por Campos et al. (2012), que obtiveram valores médios na ordem de 2,13 cm em sistema com palha e 2,03 cm em sistema sem palha, com lâminas de 60 mm, e 2,23 cm (com palha) e 2,03 cm (sem palha) e sem irrigação de salvamento.

Na Tabela 11, estão apresentados os valores dos quadrados médios dos efeitos de frequências por genótipos. Quanto menor o quadrado médio, menor o efeito de frequências e menos responsivo o genótipo à irrigação de salvamento.

As médias de cada genótipo, em cada frequência, estão na Tabela 8. Essas análises dos efeitos de frequências por genótipos são interessantes para determinar os genótipos mais ou menos responsivos e justificam-se, mesmo quando a interação (frequência x genótipos) não é significativa (PERECIN; CARGNELLI FILHO, 2008).

Analisando-se na Tabela 11 o atributo de nota de brotação, verifica-se que o efeito de frequência para os genótipos CTC9003, CTC15, CTC4 e IACCTC06-8126 se mostraram não significativos, ou seja, a brotação avaliada visualmente independe da irrigação de salvamento. Já os genótipos CTC2, IAC91-1099, RB92579 e RB966928 apresentaram os maiores quadrados médios, mostrando-se responsivos à irrigação de salvamento para este atributo.

Em relação à produtividade (TCH final), os genótipos mais responsivos à irrigação de salvamento foram CTC4, IACSP93-3046 e RB867515, apresentando os maiores valores dos quadrados médios. Os menos responsivos foram CTC9003, RB98710 e IAC87-3396.

Tabela 11. Quadrado médio (QM) para os efeitos de frequências em cada genótipo.

Genótipo	Perfilhos 30 dias	Perfilhos 60 dias	Perfilhos 90 dias	Perfilhos 120 dias	Perfilhos 180 dias	Perfilhos 210 dias	Perfilhos finais (m)	Altura final (m)	Diâmetro médio final (cm)	TCH final	Nota de Brotação
CTC9003	55,520 *	117,936 *	277,227 *	40,423 *	4,754 ns	6,249 *	0,035 ns	0,021 ns	0,013 ns	6,245 ns	1,190 ns
CTC15	36,155 +	83,236 +	62,136 +	3,861 ns	0,934 ns	0,353 ns	1,972 ns	0,058 ns	0,026 ns	111,254 ns	0,268 ns
CTC2	62,726 *	106,421 *	141,188 +	21,186 ns	6,616 ns	5,113 ns	2,197 ns	0,013 ns	0,009 ns	338,637 ns	4,170 *
CTC4	49,500 *	93,103 *	137,365 +	12,733 ns	3,400 ns	3,472 ns	8,514 ns	0,073 ns	0,003 ns	802,212 *	0,837 ns
IACCTC06-8126	361,867 *	180,550 *	85,898 +	10,960 ns	3,306 ns	12,205 *	2,264 ns	0,033 ns	0,003 ns	118,628 ns	0,204 ns
IAC87-3396	46,349 *	101,196 *	178,257 *	17,101 ns	5,83 0 ns	4,097 ns	0,260 ns	0,007 ns	0,016 ns	70,524 ns	2,482 *
IAC91-1099	74,007 *	240,016 *	394,143 *	47,915 *	15,245 *	6,651 *	4,816 ns	0,053 ns	0,007 ns	239,471 ns	4,402 *
IACSP93-3046	82,419 *	107,039 *	193,192 *	26,946 ns	3,769 ns	0,952 ns	8,750 ns	0,104 ns	0,003 ns	904,091 *	1,972 *
IACSP95-5000	24,549 +	70,835 +	72,887 *	15,904 ns	1,313 ns	3,554 ns	10,218 ns	0,031 ns	0,022 ns	357,091 ns	3,222 *
IACSP95-5094	54,647 *	103,584 *	133,714 *	22,248 ns	2,581 ns	1,619 ns	9,609 ns	0,130 *	0,005 ns	366,258 ns	3,037 *
IACBIO	93,968 *	268,525 *	129,856 *	2,059 ns	7,152 ns	6,808 *	10,463 ns	0,036 ns	0,004 ns	191,961 ns	1,347 *
RB867515	29,302 +	69,255 +	82,335 *	3,500 ns	1,137 ns	1,045 ns	7,368 ns	0,137 *	0,023 ns	935,663 *	3,015 *
RB92579	79,328 *	202,695 *	227,125 *	1,721 ns	5,350 ns	6,701 *	1,264 ns	0,125 *	0,002 ns	109,359 ns	4,848 *
RB966928	60,455 *	136,711 *	198,238 *	6,419 ns	2,740 ns	0,403 ns	4,087 ns	0,017 ns	0,018 ns	157,679 ns	4,380 *
RB98710	45,433 *	90,261 +	137,149 *	7,902 ns	11,962 *	2,733 ns	1,093 ns	0,081 ns	0,010 ns	46,147 ns	1,940 *
RB987935	26,098 +	76,048 +	111,836 *	2,401 ns	13,178 *	2,182 ns	0,614 ns	0,066 ns	0,041 *	308,392 ns	2,366 *

* $p \leq 0,05$; + $p < 0,10$; ns $p > 0,05$

Na Tabela 12, observam-se as correlações dos atributos dos genótipos mais responsivos à irrigação. Neste caso, há uma correlação forte e positiva para produtividade (TCH final) com perfilhos finais com valores superiores a 0,75. Há também uma correlação significativa e negativa entre perfilhos finais e diâmetro médio final, nos quais, quanto maior o número de perfilhos, há diminuição do diâmetro médio. Já para o atributo altura final, a correlação com a produtividade (TCH final) foi não significativa e negativa. Para o atributo diâmetro médio final, as correlações com a produtividade (TCH final) foram negativas e relativamente baixas.

Tabela 12. Correlações entre os atributos dos genótipos mais responsivos (RB867515; IACSP93-3046; CTC4) à irrigação de salvamento (3 variedades x 4 frequências x 4 repetições).

	Perfilhos finais	Altura final (m)	Diâmetro Médio final (cm)	TCH final
Perfilhos finais	-----	-0,197 ns	-0,466 *	0,766 *
Altura final (m)	-0,197 ns	-----	0,324 *	-0,199 ns
Diâmetro Médio final (cm)	-0,466 *	0,324 *	-----	-0,395 *
TCH Final	0,766 *	-0,199 ns	-0,395 *	-----

* $p \leq 0,05$; ns $p > 0,05$.

Na Tabela 13, observam-se as correlações dos atributos dos genótipos pouco responsivos à irrigação. Neste caso, há correlação forte e positiva para a produtividade (TCH final) apenas com perfilhos finais com valores superiores a 0,75, ou seja, quanto maior o número de perfilhos, maior é a produtividade (TCH final). Para o atributo de altura final, também há correlação com a produtividade (TCH final), mas com valores abaixo de 0,75 (em módulo). Já para o diâmetro médio final, as correlações com a produtividade (TCH final) foram negativas e não significativas.

Tabela 13. Correlações entre os atributos dos genótipos pouco responsivos (CTC9003; RB98710; IAC87-3396) à irrigação de salvamento (3 variedades x 4 frequências x 4 repetições).

	Perfilhos finais	Altura final (m)	Diâmetro Médio final (cm)	TCH final
Perfilhos finais	-----	0,262 ns	-0,051 ns	0,856 *
Altura final (m)	0,262 ns	-----	0,121 ns	0,298 *
Diâmetro Médio final (cm)	-0,051 ns	0,121 ns	-----	-0,013 ns
TCH Final	0,856 *	0,298 *	-0,013 ns	-----

* $p \leq 0,05$; ns $p > 0,05$.

Na Tabela 14, observam-se que as maiores médias de produtividade (TCH final) foram obtidas pelos genótipos IACSP95-5094 ($141,33 \text{ t ha}^{-1}$) e CTC9003 ($140,34 \text{ t ha}^{-1}$), diferenciando-se do genótipo IACCTC06-8126, que obteve a menor média ($102,67 \text{ t ha}^{-1}$). Analisando-se os valores de quedas percentuais (%) dos atributos analisados destes 3 genótipos, pode-se observar que, para as quedas percentuais (%) de produtividade (TCH final), perfilhamento final e altura final, o genótipo IACSP95-5094 apresentou-se com maiores valores, ou seja, -5,17% para queda de produtividade (TCH final), -10,54% para queda de perfilhamento final e 10,45 para queda de altura final.

Já para o atributo de queda percentual (%) de diâmetro, o genótipo CTC9003 apresentou-se com maior valor de queda (5,40%). O genótipo IACCTC06-8126 apresentou-se com quedas intermediárias aos genótipos citados acima, apresentando o valor de queda de produtividade (TCH final) na ordem de -1,69%, 3,52% de queda de altura final e -2,19 % de queda de diâmetro final, mas com valor baixo de queda percentual (%) de perfilhamento final, que está na ordem de 0,42%.

Tabela 14. Médias dos atributos finais e quedas percentuais (%) por genótipos do tratamento sem irrigação, em relação à frequência de irrigação aos 7 dias.

Genótipo	Perfilhos finais	Altura final (m)	Diâmetro Médio final (cm)	TCH Final	Queda de TCH (%)	Queda de Perfilhamento final (%)	Queda de Altura final (%)	Queda de diâmetro final (%)
CTC9003	15,43 c	3,00 c-e	2,20 f	140,34 a	-3,23 a-c	-3,63 a-d	5,02 a-b	5,40 a-b
CTC15	12,62 d-g	3,18 b-c	2,40 c-e	126,08 a-c	-6,10 a-c	-12,88 b-d	3,19 a-b	5,04 a-b
CTC2	11,62 d-h	2,98 c-e	2,49 a-d	112,25 b-d	7,95 a-c	6,15 a-c	3,33 a-b	0,58 a-c
CTC4	13,00 c-f	3,01 c-e	2,27 e-f	116,21 b-d	15,52 a-b	9,95 a-c	5,84 a-b	2,14 a-c
IACCTC06-8126	18,25 b	3,43 b	1,78 g	102,67 d	-1,69 a-c	0,42 a-d	3,52 a-b	-2,19 b-c
IAC87-3396	10,12 g-h	3,10 c-d	2,60 a	116,21 b-d	1,04 a-c	-0,72 a-d	1,66 a-b	2,20 a-c
IAC91-1099	13,81 c-e	2,62 g-h	2,42 b-e	130,17 a-c	-5,95 a-c	-18,88 c-d	8,28 a-b	4,09 a-b
IACSP93-3046	11,18 e-h	2,53 h	2,51 a-d	109,50 c-d	21,75 a	19,16 a	9,71 a-b	1,09 a-c
IACSP95-5000	10,50 f-h	2,63 g-h	2,57 a-c	113,42 b-d	8,99 a-c	13,63 a-b	3,36 a-b	-5,75 c
IACSP95-5094	13,98 c-d	2,60 g-h	2,58 a-b	141,33 a	-5,17 a-c	-10,54 b-d	10,45 a	2,28 a-c
IACBIO	24,06 a	3,70 a	1,88 g	126,38 a-c	10,29 a-b	2,91 a-c	-1,33 b	-2,94 b-c
RB867515	9,31 h	3,06 c-e	2,56 a-b	109,08 c-d	4,62 a-c	-2,36 a-d	4,92 a-b	1,64 a-c
RB92579	12,37 d-g	2,82 e-g	2,46 a-d	131,96 a-b	-7,39 b-c	3,63 a-c	10,27 a	-20,4 b-c
RB966928	12,18 d-g	3,04 c-e	2,40 c-e	117,84 b-d	-18,58 c	-27,77 d	2,73 a-b	4,00 a-b
RB98710	13,43 c-e	2,66 f-h	2,34 d-f	118,50 b-d	1,86 a-c	5,55 a-c	9,27 a-b	-0,16 a-c
RB987935	9,06 h	2,91 d-f	2,57 a-c	112,13 b-d	15,16 a-b	4,90 a-c	9,39 a-b	8,27 a

Letras iguais p > 0,05 (teste t = LSD).

Analisando-se a Tabela 15, que mostra os valores das correlações por atributos e suas respectivas quedas percentuais (%), observa-se que a queda percentual (%) de perfilhamento final se correlaciona forte (valor próximo de 0,75) e positivamente com a queda de produtividade (TCH %).

Há correlação significativa, também, deste mesmo atributo com perfilhos finais e produtividade (TCH final), porém negativa. A queda percentual (%) de altura final correlaciona-se negativamente apenas com a altura final. Já a queda percentual (%) de diâmetro final correlaciona-se significativa e negativamente apenas com a altura final e o diâmetro médio final.

Tabela 15. Correlações por atributos e quedas percentuais (%) analisadas.

	Perfilhos finais	Altura final (m)	Diâmetro Médio final (cm)	TCH Final	Queda de TCH (%)	Queda de Perfilhamento final (%)	Queda de Altura final (%)	Queda de diâmetro Final (%)
Perfilhos finais	-----	0,028 ns	0,005 ns	0,743 *	-0,327 *	-0,541 *	0,061 ns	-0,077 ns
Altura final (m)	0,028 ns	-----	0,336 *	0,222 ns	-0,164 ns	-0,058 ns	-0,541 *	-0,274 *
Diâmetro Médio final (cm)	0,005 ns	0,336 *	-----	0,097 ns	-0,214 ns	-0,203 ns	0,055 ns	-0,711 *
TCH Final	0,743 *	0,222 ns	0,097 ns	-----	-0,647 *	-0,541 *	-0,114 ns	-0,092 ns
Queda de TCH (%)	-0,327 *	-0,164 ns	-0,214 ns	-0,647 *	-----	0,743 *	0,200 ns	0,13 ns
Queda de Perfilhamento Final (%)	-0,541 *	-0,058 ns	-0,203 ns	-0,541 *	0,743 *	-----	0,041 ns	0,072 ns
Queda de Altura Final (%)	0,061 ns	-0,541 *	0,055 ns	-0,114 ns	0,200 ns	0,041 ns	-----	0,125 ns
Queda de diâmetro Final (%)	-0,077 ns	-0,274 *	-0,711 *	-0,092 ns	0,130 ns	0,072 ns	0,125 ns	-----

* $p \leq 0,05$; ns $p > 0,05$.

6 CONCLUSÕES

1. Os genótipos mais responsivos à irrigação de salvamento foram: CTC4, IACSP93-3046 e RB867515, e os menos responsivos foram CTC9003, RB98710 e IAC87-3396.

2. Os genótipos IACSP95-5094 e CTC9003 foram os mais tolerantes ao período de déficit hídrico.

3. A aplicação da irrigação de salvamento após a colheita com frequência de aplicação variando entre 7; 14 e 28 dias, não promoveu incremento na produtividade (TCH final) para o grupo de genótipos deste estudo, o que permite maior flexibilidade em sua execução quando aplicado à lavoura comercial. A produtividade (TCH final) só é impactada negativamente se não for realizada nenhuma aplicação da lâmina da irrigação de salvamento.

7 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. C. S.; SOUZA, J. L.; TEODORO, I.; BARBOSA, G. V. S.; FILHO, G. M.; JUNIOR, R. A. F. Desenvolvimento vegetativo e produção de variedades de cana-de-açúcar em relação à disponibilidade hídrica e unidades térmicas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1.441-1.448, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542008000500013>>.

ARANTES, M. T. **Potencial produtivo de cultivares de cana-de-açúcar sob os manejos irrigado e sequeiro**. 2012. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2012.

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.

CAMPOS, P. F.; JR, J. A.; BREMM, R. A.; RIBEIRO, P. H. P.; EVANGELISTA, A. P. Resposta da cultura da cana-de-açúcar a irrigação de salvamento a ao uso da palha na cobertura do solo na região do cerrado. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE INGENIERÍA AGRÍCOLA E XLI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA CLIA/CONBEA, 10., 2012, Londrina. **Anais eletrônicos...** Londrina: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola e Associação Latino-Americana e do Caribe de Engenharia Agrícola, 2012. Disponível em:<http://www.files.scire.net.br/atRIO/ufg-ppga_upl/PRODUCTION/13556/cana.pdf>. Acesso em: 16 nov.2015.

CARLIN, S. D.; SANTOS, D. M. M. Indicadores fisiológicos da interação entre déficit hídrico e acidez do solo em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 9, p. 1.106-1.113, 2009.

CASAGRANDE, A. A. Crescimento da cana-de-açúcar. **Revista STAB**, Piracicaba, v. 14, n. 5, p. 7-8, 1996.

CIIAGRO: centro integral de informações agrometeorológicas. 2015. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/menuresenha.htm>>. Acesso em: 26 abr. 2015.

CINTRA, J. E. V.; FERREIRA, G. H.; BRASIL, R. P. C. Viabilidade da irrigação suplementar na fase inicial de desenvolvimento da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) em regiões com déficit hídrico. **Revista Nucleus**, Ituverava, Edição Especial, p. 111-119, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3738/1982.2278.141>>.

CONAB: companhia nacional de abastecimento. **Acompanhamento da safra Brasileira: Cana-de-Açúcar – Segundo levantamento, Agosto/2015**. Brasília: Conab, 2015. 38 p.

COSTA, C. T. S.; FERREIRA, V. M.; ENDRES, L.; CRUZ, S. J. S.; CANTALICE-SOUZA, R.; FERREIRA, D. T. R. G.; LIRA, E. S. Crescimento de quatro variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) no quarto ciclo de cultivo, no município de Rio Largo – AL. In: CONGRESSO NACIONAL DOS TÉCNICOS AÇÚCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 9., 2008, Maceió. **Anais...** Maceió: STAB, 2008. p. 610-615.

DALRI, A. B.; CRUZ, R. L. Produtividade da cana-de-açúcar fertirrigada com N e K via gotejamento subsuperficial. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 516-524, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0169162008000300012>>.

DIAS, C, M, O. **Indicadores fisiológicos, fitotécnicos e agroindustriais de variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob duas condições hídricas**. 2011. 67 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2011.

EMBRAPA: empresa brasileira de pesquisa agropecuária. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. p. 353.

EMBRAPA: empresa brasileira de pesquisa agropecuária. **Embrapa pesquisa cana-de-açúcar em área de expansão no Cerrado**. 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2454148/embrapa-pesquisa-cana-de-acucar-em-area-de-expansao-no-cerrado>>. Acesso em: 26 abr. 2015.

GONZAGA, G. B. M. **Avaliação do crescimento inicial da cana-de-açúcar, variedade RB867515, sob o efeito de bactérias endofíticas**. 2012. 54 f. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2012.

GUIMARÃES, A. C. R. **Caracterização de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) submetidas a déficit hídrico**. 2011. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

JADOSKI, C. J.; TOPPA, E. V. B.; JULIANETTI, A.; HULSHF, T.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. **Fisiologia do desenvolvimento do estádio vegetativo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia, Guarapuava, v. 3, n. 2, p. 169-176, 2010.

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; XAVIER, M. A.; ANJOS, I. A.; DINARDO-MIRANDA, L. L.; SCARPARI, M. S.; GARCIA, J. C.; BIDÓIA, M. A. P.; SILVA, D. N.; MENDONÇA, J. R.; KANTACH, R. A. D.; CAMPOS, M. F.; BRANCALIÃO, S. R.; PETRI, R. H.; MIGUEL, P. E. M. **Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com o uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2012. 16 p. (Documentos IAC, N. 109).

LANDELL, M. G. A.; BRESSIANI, J. A. Melhoramento genético, caracterização e manejo varietal. In: _____. (Ed.). **Cana-de-Açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008, p. 101-156.

LANDELL, M. G. A.; SCARPARI, M. S. Melhoramento genético deve prioriza estratégias de seleção regional. **Revista Visão Agrícola**, Piracicaba, 2008, v. 8, p. 91-95.

LANDELL, M. G. A., SILVA, M. A. As estratégias de seleção da cana em desenvolvimento no Brasil. **Revista Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 1, p. 18-23, 2004.

LANDELL, M. G. A. Gestão de população dos colmos, variedades e a canavicultura dos três dígitos. **Revista STAB**, Piracicaba, v. 33, n. 4, p. 26-27, 2015.

LANDELL, M. G. A.; VASCONCELOS, A. C. M (Org). **Atas das reuniões 2006**. Ribeirão Preto: Grupo Fitotécnico de Cana-de-açúcar, 2006. (CD-ROM).

MACHADO, R. S.; RIBEIRÃO, R. V.; MARCHIORI, P. E. R.; MACHADO, D. F. S. P.; MACHADO, E. C.; LANDELL, M. G. A. Respostas biométricas e fisiológicas ao déficit hídrico em cana-de-açúcar em diferentes fases fenológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 12, p. 1.575-1.582, 2009.

MARIN, F. R. **Variedades**. 2012. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2012. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_42_1110200717570.html>. Acesso em: 06 out. 2013.

MATIOLI, C. S. **Irrigação suplementar de cana-de-açúcar (*saccharum spp*) ciclo cana soca**: um modelo de análise de decisão para o estado de São Paulo. 1998. 98 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

MATSUOKA, S.; GARCIA, A. A. F.; ARIZONO, H. Melhoramento da cana-de-açúcar. In: BÓREM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: Editora: UFV, 2005. p. 225-274.

MESQUITA, F. C. **Evolução da agricultura e transformação da técnica e das relações territoriais no cerrado goiano: a dimensão endógena da expansão da agroindústria canavieira**. 2015. 258 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

NAKANO, O. **Entomologia econômica**. 2 ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 2011. 464 p.

OLIVEIRA, E. C. A.; OLIBEIRA, R. I.; ANDRADE, B. M. T.; FREIRE, F. J.; JUNIOR, M. A. L.; MACHADO, P. R. Crescimento e acúmulo de matéria seca em variedade de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação plena. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 9, p. 951-960, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000900007>>.

OLIVEIRA, R. I.; OLIVEIRA, E. C. A.; FREIRE, F. J.; SIMÕES NETO, D. E.; RODRIGUES, A. N. Avaliação do crescimento de diferentes variedades de cana-de-açúcar sob sistema irrigado de produção. In: CONGRESSO NACIONAL DOS TÉCNICOS AÇÚCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 9., 2008, Maceió. **Anais...** Maceió: STAB, 2008. p. 715-719.

OMETTO, J. C. **Parâmetros meteorológicos e a cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ, 1980. 19 p.

PERECIN, D.; LANDELL, M. G. A.; XAVIER, M. A.; ANJOS, I. A.; BIDOIA, M. A. P.; SILVA, D. N. Agronomic and genetic progress in sugar-cane breeding program. **Revista Brasileira de Biometria**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 279-287, 2009.

PERECIN, D.; CARGNELUTTI FILHO, A. Efeitos por comparações e por experimento em interações de experimentos fatoriais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 68-72, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542008000100010>>.

PEREIRA, R. M.; JUNIOR, J. A.; CASAROLI, D.; SALES, D. L.; RODRIGUEZ, W. D. M.; SOUZA, J. M. F. Viabilidade econômica da irrigação de cana-de-açúcar no cerrado brasileiro. **Revista Irriga & Inovagri**, Botucatu, v. 1, n. 2, p. 149-157, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2015v1n2p149>>.

PIRES, R. C. M. Irrigação e drenagem. In: PIRES, R. C. M.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E. (Eds.). **Cana-de-Açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. p. 631-670.

PRADO, H. Ambientes de produção de cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, v. 110, p. 13-17, 2005. Disponível em: <[https://www.ipni.net/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/7759ddc6878ca7eb83256d05004c6dd1/\\$FILE/Enc12-17-110.pdf](https://www.ipni.net/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/7759ddc6878ca7eb83256d05004c6dd1/$FILE/Enc12-17-110.pdf)>. Acesso em: 16 nov. 2015.

PRADO, H. **Pedologia Fácil**: aplicações em solos tropicais. 4. ed. Piracicaba: Edição do autor, 2013. 284 p.

PRADO, H.; LIER, Q. J. V.; LANDELL, M. G. A.; VASCONCELOS, A. C. M. **Pedologia Fácil**: classes de disponibilidade de água para cana-de-açúcar nos principais solos da região centro-sul do Brasil. 2008. Disponível em: <http://www.pedologiafacil.com.br/artig_4.php>. Acesso em: 16 nov. 2015.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

SANTANA, P. B. **Desempenho agrônomo e tecnológico de variedades de cana-de-açúcar submetidas a diferentes lâminas de irrigação no Norte de Minas Gerais**. 2012. 92 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2012.

SCARDUA, R.; ROSENFELD, U. Irrigação da cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S. B. **Cana-de-açúcar**: cultivo e utilização. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 373-431.

SCARPARI, M. S.; BEAUCLAIR, E. G. F Anatomia e Botânica. In: _____. (Ed.). **Cana-de-Açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008, p. 47-56.

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. (Eds.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. 1. ed. Piracicaba: Livrocere, 2006. p. 19-36.

SILVA, F. A. M.; MULLER, A. G.; LIMA, J. E. F.; SILVA, E. M.; MARIN, F.; LOPES, T. S. S. Avaliação da oferta e da demanda hídrica para o cultivo de cana-de-açúcar no estado de Goiás. In: IX SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 11., 2008, Brasília. **Anais eletrônicos...** Brasília: Embrapa CPAC. Disponível em <<http://www.cpac.embrapa.br/download/782>>. Acesso em: 06 out. 2013.

TEODORO, J. P. R.; TEIXEIRA, M. B.; OLIVEIRA, R. C.; CUNHA, F. N.; SILVA, N. F.; SOARES, F. A. L. Produtividade da cana-de-açúcar irrigada por gotejamento subsuperficial. In: CONGRESSO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO DO CÂMPUS RIO VERDE DO IF GOIANO, 1., 2012, Rio Verde. **Anais eletrônicos...** Rio Verde: IF GOIANO. Disponível em: <<http://rioverde.ifgoiano.edu.br/wp-content/uploads/dppg/resumos/iniciacao/agronomia/Produtividade-da-cana-de-a%C3%A7%C3%BAcar-irrigada-por-gotejamento-subsuperficial.pdf>>. Acesso em: 06 jan. 2015.

VASCONCELOS, A. C. M. **Desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea de socas de cana-de-açúcar sob dois sistemas de colheita: crua mecanizada e queimada manual**. 2002. 140 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Jaboticabal, 2002.

VIOLANTE, M. H. S. R. **Potencial de produção de cana-energia em áreas agrícolas marginais no Brasil**. 2012. 113 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Agronegócios) – Escola de economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (FGV/EESP), São Paulo, 2012.