

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**POTENCIAL PRODUTIVO DAS VARIEDADES RB's DE CANA-DE-
AÇÚCAR NO ESTADO DE GOIÁS**

AGDA MANOELLA BUENO DE FREITAS

Orientador:

Prof. Dr. Fábio Venturoli

Goiânia, GO - Brasil

Outubro - 2014

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☒ **Dissertação** ☐ **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

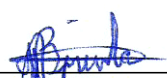
Nome completo do autor: Agda Manoella Bueno de Freitas

Título do trabalho: "Potencial produtivo das variedades RB's de cana-de-açúcar no estado de Goiás"

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento ☒ SIM ☐ NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.



Assinatura do(a) autor(a)²

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)²

Data: 11/ 12 / 2017

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

² A assinatura deve ser escaneada.

AGDA MANOELLA BUENO DE FREITAS

**POTENCIAL PRODUTIVO DAS VARIEDADES RB's DE CANA-DE-AÇÚCAR
NO ESTADO DE GOIÁS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

Orientador:

Prof. Dr. Fábio Venturoli

Goiânia, GO - Brasil

2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Bueno de Freitas, Agda Manoella
POTENCIAL PRODUTIVO DAS VARIEDADES RB's DE CANA-DE
AÇÚCAR NO ESTADO DE GOIÁS [manuscrito] / Agda Manoella Bueno
de Freitas. - 2014.
LXIV, 64 f.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Venturoli; co-orientador Dr. Jácomo
Divino Borges.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola
de Agronomia (EA), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Goiânia,
2014.

Inclui siglas, mapas, fotografias, abreviaturas, símbolos, gráfico,
tabelas, algoritmos, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Saccharum spp.. 2. Produção de álcool. 3. Maturação. I. Venturoli,
Fábio, orient. II. Título.

CDU 631/635



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



ATA DA REUNIÃO DA BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE AGDA MANOELLA BUENO DE FREITAS - Aos vinte e dois dias do mês de outubro do ano de dois mil e quatorze (22.10.2014), às 08h30min, reuniram-se os componentes da Banca Examinadora: Prof. Dr. Fábio Venturoli – Orientador e Presidente da Banca, Prof. Dr. Jácomo Divino Borges, Prof^a. Dr^a. Vladia Correchel e Dr. Thiago Otávio Mendes de Paula, para, em sessão pública realizada no Mini Auditório do PPGA da EA/UFG, procederem à avaliação da defesa de Dissertação intitulada: **“Potencial produtivo das variedades RB’s de cana-de-açúcar no estado de Goiás”**, de autoria de **Agda Manoella Bueno de Freitas**, discente do curso de **Mestrado**, na área de Concentração em **Produção Vegetal**, do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Fábio Venturoli, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida a autora da Dissertação que, em 40 minutos apresentou o seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da Banca arguiu a examinanda, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. De acordo com a Resolução nº. 1051, de 09.09.2011 do CEPEC - Conselho de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura, que regulamenta o Programa de Pós-Graduação em Agronomia, e desde que procedidas às correções recomendadas, a dissertação será considerada **APROVADA** pela Banca Examinadora, estando integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM AGRONOMIA**, na área de concentração em **PRODUÇÃO VEGETAL**, pela Universidade Federal de Goiás. A mestranda deverá efetuar as modificações sugeridas pela Banca Examinadora e encaminhar a versão definitiva da Dissertação à secretaria do PPGA, no prazo máximo de trinta dias após a data da defesa. A conclusão do curso e a emissão do diploma dar-se-ão após o cumprimento do Artigo 69, § 1º e § 2º, da Resolução CEPEC nº 1051, de 09.09.2011. A Banca Examinadora recomenda a publicação de artigo(s) científico(s), oriundo(s) dessa Dissertação, em periódicos de circulação nacional e, ou, internacional, depois de efetuadas as modificações sugeridas. No caso da discente titulada não providenciar a publicação de seu trabalho final em forma de artigo(s) científico(s) no prazo de seis meses, após a data da defesa, serão aplicados os dispositivos do Artigo 70, § 1º e § 2º, da mesma Resolução. Cumpridas as formalidades de pauta, às 11h47min a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação e, para constar eu, Welinton Barbosa Mota, Secretário do PPGA, lavrei a presente Ata que depois de lida e aprovada, segue assinada pelos membros da Banca Examinadora, em quatro vias de igual teor.

Prof. Dr. Fábio Venturoli
Presidente – EA/UFG

Prof. Dr. Jácomo Divino Borges
Membro – EA/UFG

Prof^a. Dr^a. Vladia Correchel
Membro – EA/UFG

Dr. Thiago Otávio Mendes de Paula
Membro – CTC/Piracicaba

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me dado força, coragem, sabedoria e determinação, para que eu pudesse, com toda ajuda e compreensão de todos que estão ao meu lado, durante o início e no desenvolvimento, para concluir esta dissertação de mestrado. Em especial, agradeço à minha amada família que sempre incentivou-me e torceu pelo meu sucesso acadêmico.

À minha mãe Andréa Bueno, que com a sua alegria contagiante, sempre me apoiou de forma carinhosa e extrovertida, tornando os momentos difíceis mais tranquilos.

Ao meu Orientador Prof. Fábio Venturoli, por ter aceito nos ajudar por meio da sua imensurável competência e sabedoria nesse árduo e gratificante trabalho.

Ao meu Co-Orientador Prof. Dr. Jácomo Divino Borges, que soube compreender as minhas dificuldades e me auxiliar de forma simples e eficiente como professor, Co-Orientador e como grande amigo.

Ao Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar da Universidade Federal de Goiás, que disponibilizou condições para que pudéssemos ter acesso às usinas e aos dados necessários para o desenvolvimento da dissertação.

À Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético (RIDESA), pelas informações das cultivares de cana-de-açúcar, em especial ao integrante e amigo Eng. Msc. Luís Cláudio Silveira, que sempre me incentivou e me apoiou.

Aos Departamentos de Pesquisa e Desenvolvimento das Usinas conveniadas à Ridesa, que permitiram a instalação dos experimentos em suas áreas, bem como o acesso às informações pertinentes ao desenvolvimento deste trabalho.

A todos professores e pós-graduandos do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Paraná, em especial à minha amiga e companheira Lígia Carolina de Alcântara Pinotti, que esteve compartilhando comigo vários momentos nessa importante e difícil jornada do mestrado, demonstrando sempre carinho, atenção e muito companheirismo.

Aos meus verdadeiros amigos, que são meus amores e que com o tempo tornaram-se parte da minha família, que souberam compreender a minha ausência e ficaram torcendo por mim sempre com imenso carinho.

*Aos amores da minha vida,
meu lindo e amado filho Luiz Felipe, por ter
sido tão maravilhoso, compreensivo e
responsável.*

*Soube compreender e aceitar a minha
ausência ao longo do mestrado, sempre
me dando força, carinho e muito amor. À
minha linda e doce irmã Gabriella, por ter
me auxiliado com sua inteligência e
sabedoria.*

OFEREÇO

*Ao amigo Filogomes Alves de Carvalho Neto (in
memoriam), que durante pouquíssimo tempo fez
parte da minha vida, mas com certeza irá
permanecer pra sempre nas minhas lembranças e
no meu coração, pela pessoa linda e admirável
que foi.*

DEDICO

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	10
RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	12
1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DA CANA-DE-AÇÚCAR	15
2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA.....	17
2.3 MATURAÇÃO E COLHEITA	20
2.4 PRODUTIVIDADE AGROINDUSTRIAL	24
2.5 CULTIVARES	26
2.6 CONDIÇÕES EDAFO-CLIMÁTICAS DO ESTADO DE GOIÁS.....	28
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1 CARACTERIZAÇÕES DOS LOCAIS	33
3.2 DELINEAMENTO E CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS	34
3.3 CARACTERÍSTICAS DAS CULTIVARES:	36
3.3.1 Cultivar RB867515.....	36
3.3.2 Cultivar RB988082.....	37
3.3.3 Cultivar RB92579.....	37
3.3.4 Cultivar RB855453.....	37
3.3.5 Cultivar RB966928.....	38
3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1 PRODUTIVIDADE DAS DIFERENTES CULTIVARES AO LONGO DOS MESES PARA CADA LOCAL	39
4.2 PRODUTIVIDADE DAS CULTIVARES AO LONGO DOS MESES NOS DIFERENTES LOCAIS	46
5 CONCLUSÕES	53
6 REFERÊNCIAS	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.2.1 - Unidades produtoras de álcool e açúcar estabelecidas em diferentes municípios do Estado de Goiás, associadas ao Sindicato da Indústria de Fabricação de Etanol do Estado de Goiás-SIFAEG, 2010.....	19
Figura 2.5.1 - Censo de cultivares da cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) no Brasil, na safra de 2012 (Fonte: RIDESA, 2012).....	28
Figura 2.5.2 - Censo de cultivares da cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) no Estado de Goiás, na safra de 2012 (Fonte: RIDESA, 2012).	28
Figura 2.6.1 - Classes de risco de deficiência hídrica para atender a demanda de irrigação da cultura de cana-de-açúcar no Estado de Goiás e distribuição quantitativa dos municípios com maior quociente de localização (Fonte: Silva et al. (2011), adaptado).	30
Figura 2.6.2 - Variação da precipitação pluviométrica registrada na Região Centro-Sul, de janeiro a dezembro nos anos de 2011 e 2012 (Fonte: Controle MUTUO CTC, 2012).	31
Figura 3.2.1 - Uma das áreas do experimento Curva de Maturação de cana-de-açúcar no município de Aporé, GO, 2012.	35
Figura 4.1.1 - Produtividade de ATR em $t\cdot ha^{-1}$ das cultivares de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) ao longo dos meses na Empresa A (Goianésia-GO), 2012.	39
Figura 4.1.2 - Produtividade em TCH das cultivares de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) ao longo dos meses na Empresa A (Goianésia-GO), 2012.....	40
Figura 4.1.3 - Produtividade em toneladas de ATR das cultivares de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) ao longo dos meses na Empresa A (Goianésia-GO), 2012.	40
Figura 4.1.4 - Produtividade de ATR em $t\cdot ha^{-1}$ das cultivares de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) ao longo dos meses na Empresa B (Rubiataba-GO), 2012.	41
Figura 4.1.5 - Produtividade em TCH das cultivares de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) ao longo dos meses na Empresa B (Rubiataba-GO), 2012.	41
Figura 4.1.6 - Produtividade em toneladas de ATR das cultivares de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) ao longo dos meses na Empresa B (Rubiataba-GO), 2012.	42
Figura 4.1.7 - Produtividade de ATR em $t\cdot ha^{-1}$ das cultivares de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) ao longo dos meses na Empresa D (Santa Helena de Goiás-GO), 2012.	42

Figura 4.1.8 - Produtividade em TCH das cultivares de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) ao longo dos meses na Empresa D (Santa Helena de Goiás-GO), 2012.	43
Figura 4.1.9 - Produtividade em toneladas de ATR das cultivares de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) ao longo dos meses na Empresa D (Santa Helena de Goiás-GO), 2012.	43
Figura 4.1.10 - Produtividade de ATR em t.ha ⁻¹ das cultivares de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) ao longo dos meses na Empresa F (Mineiros-GO), 2012.	43
Figura 4.1.11 - Produtividade em toneladas de ATR das cultivares de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) ao longo dos meses na Empresa F (Mineiros-GO), 2012.	44
Figura 4.1.12 - Produtividade em TCH das cultivares de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) ao longo dos meses na Empresa F (Mineiros-GO), 2012.	44
Figura 4.1.13 - Produtividade de ATR em t.ha ⁻¹ das cultivares de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) ao longo dos meses na Empresa I (Aporé-GO), 2012.	45
Figura 4.1.14 - Produtividade em TCH das cultivares de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) ao longo dos meses na Empresa I (Aporé-GO), 2012.	45
Figura 4.1.15 - Produtividade em toneladas de ATR das cultivares de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) ao longo dos meses na Empresa I (Aporé-GO), 2012.....	45
Figura 4.2.1 - Estimativa da produtividade de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) da cultivar RB867515 nos diferentes meses no Estado de Goiás, 2012.....	47
Figura 4.2.2 - Estimativa da produtividade de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) da cultivar RB966928 nos diferentes meses no Estado de Goiás, 2012.....	48
Figura 4.2.3 - Estimativa da produtividade de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) da cultivar RB855453 nos diferentes meses no Estado de Goiás, 2012.....	49
Figura 4.2.4 - Estimativa da produtividade de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) da cultivar RB988082 nos diferentes meses no Estado de Goiás, 2012.....	51
Figura 4.2.5 - Estimativa da produtividade de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) da cultivar RB92579 nos diferentes meses no Estado de Goiás, 2012.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.2.1 - Média da produtividade agroindustrial (ATR em t.ha ⁻¹) de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.), cultivar RB867515, entre os meses de abril a novembro nos nove locais avaliados.....	47
Tabela 4.2.2 - Média da produtividade agroindustrial (ATR em t.ha ⁻¹) de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.), cultivar RB966928, entre os meses de abril a novembro em sete locais avaliados	48
Tabela 4.2.3 - Média da produtividade agroindustrial de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.), cultivar RB855453, entre os meses de abril a novembro em oito locais avaliados.	49
Tabela 4.2.4 - Média da produtividade agroindustrial de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.), cultivar RB988082, entre os meses de abril a novembro nos nove locais avaliados.	50
Tabela 4.2.5 - Média da produtividade agroindustrial de cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.), cultivar RB92579, entre os meses de abril a novembro em cinco locais avaliados.	51

RESUMO

FREITAS, A. M. B. de. **Potencial produtivo de variedades de cana-de-açúcar no Estado de Goiás**. 2014. 55 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás. 2014¹.

A presente pesquisa teve por objetivo estudar a produtividade de cinco cultivares de cana-de-açúcar, RB867515, RB855453, RB92579, RB966928 e RB988082, através da avaliação de $tATR.ha^{-1}$ (Toneladas de ATR - Açúcar Total Retornável) no ciclo de cana-planta ao longo dos meses em algumas regiões no Estado de Goiás. Os experimentos foram instalados em 2011 em empresas produtoras de álcool e, ou, açúcar, localizadas nos municípios de Goianésia, Aporé, Goiatuba, Santa Helena de Goiás, Mineiros e Rubiataba. Foram conduzidos experimentos denominados Curva de Maturação, compostos por nove blocos cada, contendo algumas das cinco cultivares em estudo, distribuídas aleatoriamente. As parcelas experimentais foram compostas por três linhas de 6 m, espaçadas de 1,5 m entre elas, sendo que em cada sulco foram plantadas 18 gemas por metro. As avaliações foram realizadas em intervalos de 30 dias, em média, totalizando nove avaliações durante o ciclo de 497 dias no ano de 2012. Foram efetuados dois tipos de amostragem, sendo uma para mensurar a ATR, através de análise tecnológica, e outra amostragem para mensurar TCH (toneladas de cana por hectare), através da pesagem total da parcela. Verificou-se que as cultivares apresentam produtividades agroindustriais diferentes com relação à época de colheita e aos ambientes alocados. A cultivar RB867515 tendeu a atingir a produtividade máxima entre os meses de julho e setembro, com média de $17 t.ha^{-1}$ de ATR, apresentando um crescimento na produtividade de abril até julho e decréscimo a partir de setembro; a cultivar RB966928 atingiu a produtividade máxima de ATR entre os meses de agosto a outubro, obtendo aproximadamente $15 t.ha^{-1}$ no mês de agosto. A cultivar RB855453 atingiu produtividade de ATR máxima aproximada de $19 t.ha^{-1}$ no mês de setembro. A cultivar RB988082 obteve a maior produtividade entre os meses de julho e setembro, atingiu aproximadamente $20 t.ha^{-1}$ de ATR no mês de setembro, sendo a cultivar mais produtiva, quando comparada com a produtividade das demais cultivares avaliadas nesse período, e foi a mais responsiva às condições ambientais dos locais em estudo. A cultivar RB92579 apresentou a maior produtividade a partir do mês julho, verificou-se que esta cultivar apresentou maturação do tipo médio-tardia, de acordo com as médias avaliadas, pois atingiu a produtividade máxima a partir do mês de julho e a manteve até o mês de novembro, final dos meses de colheita, enquanto que as demais cultivares apresentaram maturação do tipo média.

Palavras-chave: *Saccharum* sp., produção de álcool, maturação.

¹ Orientador: Prof. Dr. Fábio Venturoli.

ABSTRACT

FREITAS, A. M. B. de. **Productive potential of varieties of sugar cane in the state of Goiás.** 2014. 55 f. Dissertation (Master's degree in Agronomy: Vegetal Production) – School of Agronomy, Federal University of Goiás, Goiânia, 2014².

The present research aimed to study the productivity of five sugarcane varieties, RB867515, RB855453, RB92579, RB966928 e RB988082, by evaluating the tRTS.ha⁻¹ (Recoverable Total Sugar) in cane-plant over the months in some regions in the State of Goiás. The experiments were conducted in 2011 in sugarcane agro-industries, located in the municipalities of Goianésia, Aporé, Goiatuba, Santa Helena de Goiás, Mineiros and Rubiataba. Experiments called maturation curve were conducted, composed of nine blocks each, containing some of the five varieties studied randomly distributed in the study sites. The experimental plot consisted of three rows of 6.0 m, spaced 1.5 m between them, and in each groove 18 gems were planted per meter. Evaluations were performed at intervals of 30 days (on average) totaling nine evaluations during the course of 497 days in 2012. Two types of sample were made, one to measure the RTS through technological analysis, and another to measure TSH (Tons of Sugar per Hectare) by weighing the total amount of production in the plot. It was found that varieties have different agro-industrial productivity in relation to harvest season and allocated environments. RB867515 variety shows tend to reach maximum productivity between the months of July and September, averaging 17 t.ha⁻¹ for RTS, and showed an increase in productivity from April to July and decreased from September; RB966928 variety reached maximum productivity between the months from august to October, with 15 t.ha⁻¹ approximately of RTS in august and presented mean maturation. The cultivar RB855453 reached maximum RTS productivity approximate 19 t ha⁻¹ in September, and his maturity was mean. RB988082 variety showed mean maturation, resulting in increased RTS productivity between July and September and reaching approximately 20 t.ha⁻¹ in September, the most productive variety when compared to the productivity of other varieties evaluated in this period as well as the most responsive to environmental conditions of the sites under study. RB92579 variety had the highest productivity from the month in July, it was found that this variety showed medium/late maturing, according to the evaluated medium, reaching maximum productivity from the month of July, and held it until the end the harvest months.

Key-words: *Saccharum* sp., alcohol production, ripeness.

² Adviser: Prof. Dr. Fábio Venturoli.

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar foi introduzida no Brasil no início do século XVI, sendo a base da economia do nordeste brasileiro, na época dos engenhos. É uma planta proveniente do sul e sudeste asiático. No continente Europeu foi cultivada na Espanha e, posteriormente, foi trazida para as Américas durante a expansão marítima onde foi cultivada em países como Brasil, Cuba, México, Peru, Equador, Colômbia e Venezuela. (ROSSETTO et al., 2008).

A área cultivada com cana-de-açúcar tem se expandido por diversas regiões do Brasil, porém, nos últimos anos esse crescimento se concentrou na região centro-sul do País, principalmente nas áreas de domínio do bioma cerrado. Nessas regiões ocorre grande diversidade entre os fatores edafo-climáticos que mais interferem no desenvolvimento, como na maturação e na produtividade da cana-de-açúcar.

O Estado de Goiás, atualmente, é o segundo maior em área cultivada no país, com mais de 827 mil hectares cultivados nessa safra, respondendo por 8,9% do total da cana brasileira, 5% da produção de açúcar e 13,25% da produção de etanol. O avanço da mecanização proporcionou, atualmente, a condição de quase 95% da área com colheita mecânica no Estado (ALVES, 2013).

Segundo o último levantamento da Conab (2014), a produção de açúcar, na safra 2013/2014, deve ser em torno de 2,24 milhões de toneladas, um aumento de 19% em relação à produção na safra anterior. A produção de etanol deve ser recorde no Estado de Goiás, em torno de mais de 3,6 bilhões de litros, um aumento de 17%, consolidando Goiás na segunda posição como produtor de etanol no Brasil.

A cana-de-açúcar é uma planta perene, da família Poaceae e do gênero *Saccharum*, sendo que as cultivares atualmente utilizadas em lavouras comerciais são provenientes de hibridações, com as constituições genéticas de *S. officinarum*, *S. spontaneum*, *S. sinense*, *S. barberi* e *S. robustum* (MATSUOKA et al., 2005).

É uma planta de reprodução sexuada, preferencialmente por alogamia, mas quando cultivada comercialmente é propagada assexuadamente por meio de propagação vegetativa (MATSUOKA et al., 1999). Possui metabolismo de carbono C4, apresentando alta capacidade fotossintética e com elevado desenvolvimento e crescimento em regiões com temperaturas elevadas (TAIZ; ZEIGER, 2009).

O principal objetivo de um programa de melhoramento de cana-de-açúcar é lançar novas cultivares que sejam mais rentáveis aos produtores, aumentando a produtividade e, ou, reduzindo as perdas econômicas por um intervalo de tempo maior. Sendo assim, a característica mais importante seria a elevada produção de açúcar por unidade de área, mensurado em toneladas de pol por hectare (TPH). Os componentes envolvidos para a maximização desta característica são a tonelada de cana por hectare (TCH) e o teor de açúcar da cana (PCC – pol por cento de cana) (OLIVEIRA et al., 2007).

Vários fatores interferem na produção e na maturação da cultura da cana-de-açúcar, sendo os principais, a interação edafo-climática, o manejo da cultura e a cultivar selecionada (CESAR et al., 1987).

Segundo Marafon (2012), o conhecimento do ciclo da cultura e o detalhamento das fases de crescimento e desenvolvimento das plantas são importantes para o manejo adequado, pois se sabe que toda e qualquer produção vegetal que tenha em vista a máxima produtividade econômica, fundamenta-se na interação de três fatores: a planta, o ambiente de produção e o manejo. Neste sentido, de acordo com Câmara (1993), o processo canavieiro visa três objetivos básicos: (1) produtividade; (2) qualidade da matéria prima e (3) longevidade do canavial.

De acordo com a maturação e conforme a cultivar, a cana-de-açúcar pode ter ciclo precoce, médio e tardio, que será definido de acordo com o desenvolvimento e a maturação dos colmos, ou seja, a maturação de cultivares considerada precoce ocorre nos meses de abril, maio e junho. De ciclo médio possui a maturação nos meses de junho, julho e agosto e as cultivares de ciclo tardio nos meses de setembro, outubro e novembro.

O objetivo deste trabalho foi identificar a maior produtividade agroindustrial de cultivares de cana-de-açúcar, ou seja, período em que a planta possui o maior acúmulo de sacarose em seu colmo totalmente desenvolvido ao longo dos meses, em algumas regiões no Estado de Goiás, e obter e disponibilizar informações que contribuam para a melhor alocação das cultivares, associadas a uma distribuição adequada na colheita durante a safra anual.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Os primeiros cultivos de cana-de-açúcar eram basicamente compostos pela espécie *Saccharum officinarum*, tendo como sua principal característica os altos teores de sacarose. Outras espécies do gênero *Saccharum*, também conhecidas, são *S. spontaneum*, *S. meduli*, *S. barberi*, *S. sinensis* e *S. robustum*, e cada uma delas apresenta uma característica própria, seja pelo vigor, resistência a estresses e tolerância ou resistência a doenças (SCARPARI; BEAUCLAIR, 2008).

A exploração dessas outras espécies proporcionou uma significativa alteração no ideótipo varietal. Plantas, antes sem capacidade de perfilhamento, passaram a apresentar, a partir de então, não apenas essa característica, como também grande habilidade de brotação após o seu corte. Colmos que apresentavam diâmetro excessivo e baixíssimo teor de fibra, agora são de média grossura, com valores médios-altos de fibra (MING et al., 2006).

As cultivares de cana-de-açúcar que hoje conhecemos são, na realidade, híbridos interespecíficos do gênero *Saccharum*. Podem ser identificadas características importantes para a produção agrícola que estão mais relacionadas a uma espécie ou outra, ou seja, alto teor de sacarose é uma característica que proveio basicamente de *S. officinarum*, e as características de perfilhamento e capacidade de brotação de soca se originam em *S. spontaneum* (LANDELL; BRESSIANI, 2008).

A cana-de-açúcar é uma planta alógama, ou seja, com alto grau de heterozigose. É uma cultura semi-perene, e apresenta um ciclo de cinco a dez anos, quando há a renovação do canavial. O seu plantio comercial ocorre pela propagação vegetativa usando-se os colmos. A propagação sexuada é quase que estritamente destinada ao melhoramento genético, algumas vezes ocorrendo naturalmente em ambientes propícios. A propagação sexuada é inviável para os plantios comerciais e não traz uma homogeneidade, como no plantio por clones. No melhoramento genético, a propagação sexual é importante no sentido da formação de novos híbridos, buscando, na maioria das vezes, melhoria na produtividade e resistência a doenças nas progênies (CESNIK; MIOCQUE, 2004; LANDELL; BRESSIANI, 2008).

É uma planta que possui caule em crescimento cilíndrico composto de nós e entrenós, folhas alternas, opostas, presas aos nós dos colmos, com lâminas de sílica em suas bordas e bainha aberta. Possui inflorescência do tipo panícula e flor hermafrodita (TOPPA et al., 2010).

Para a maioria dos cultivares de cana-de-açúcar, a indução floral ocorre com fotoperíodo de doze horas a doze horas e meia. Há necessidade, no entanto, de outras condições climáticas específicas, durante e após a indução, para a iniciação e desenvolvimento da inflorescência (CLEMENTS; AWADA, 1967 apud ARALDI et al., 2010).

O conhecimento do sistema radicial (rizomas e raízes) da cana-de-açúcar, segundo Casagrande (1991), permite a utilização adequada das técnicas agrônômicas, como espaçamento, local de aplicação dos fertilizantes, operações de cultivo, drenagem dos solos e sistemas de irrigação, controle da erosão, uso de culturas intercalares, entre outras.

O sistema radicular da cana-de-açúcar é essencial para a rebrota das soqueiras, uma vez que cumpre o papel de reserva orgânica energética e nutricional (TRIVELIN et al., 2002). Depois do corte da cana-planta, o sistema radicial antigo mantém-se em atividade por algum tempo e, durante esse período, é substituído pelas raízes dos novos perfilhos da soqueira, sendo esse processo lento e gradual. As raízes da soqueira são mais superficiais que as da cana-planta pelo fato de os perfilhos das soqueiras brotarem mais próximos da superfície que os da cana-planta (FARONI, 2006).

De acordo com Silveira (2011), o uso de novas tecnologias, como o plantio e a colheita mecanizados, vem acompanhando a expansão da cultura e a renovação dos canaviais que normalmente ocorre após cinco ou seis colheitas. Assim, além da adaptação às condições particulares de clima e solo, resistência a pragas e doenças, as cultivares de cana-de-açúcar também passaram a ser exigidas quanto à resistência ao pisoteio, capacidade de brotação sob a palha (em função da ausência do fogo), e características físicas e morfológicas das gemas de modo que essas não sejam danificadas no plantio mecanizado.

A dinâmica de crescimento dos colmos é a variável que apresenta maior correlação positiva com a produtividade, contudo, a mesma pode variar com a cultivar e, ou, com as condições do ambiente de cultivo. A dinâmica foliar é, também, crucial na determinação da produtividade da cana-de-açúcar, uma vez que o baixo

desenvolvimento foliar pode limitar expressivamente o rendimento da cultura, devido à redução na interceptação da irradiação solar incidente e, conseqüentemente, no menor acúmulo de biomassa (MARAFON, 2012).

2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

A agroindústria canavieira é a mais antiga atividade econômica do Brasil, e no período colonial foi a principal atividade da região nordeste, difundindo-se, posteriormente, para o centro-sul, onde teve seu primeiro engenho construído na atual cidade de São Vicente, SP (GOUVÊA, 2008).

Segundo Leite (1987), no final do século XX o Brasil tornou-se o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, liderança atingida principalmente em função da criação do programa governamental Pró-Álcool, em 1975. Assumiu papel ainda mais importante no aspecto social, econômico e ambiental, devido a uma eficiente estrutura de pesquisa direta e especificamente relacionada à indústria sucro-alcooleira, a qual tem permitido maior dinâmica na estrutura de produção.

A cana-de-açúcar é uma importante cultura para o Brasil. O aumento na importância dessa cultura vem da necessidade por alternativas energéticas mais sustentáveis. É uma das culturas mais importantes economicamente em virtude dos seus derivados, principalmente o açúcar, o álcool e a utilização do bagaço para produção de energia, tornando as indústrias, praticamente, autossuficientes (IBGE, 2008).

No caso do etanol, sua destinação é para o abastecimento dos veículos Flex (bicombustíveis, com gasolina e etanol), também participando com certa porcentagem na mistura da gasolina (MAPA, 2010). Nos últimos anos houve um aumento considerável na frota de veículos Flex (ALVES, 2011), o que acarretou um aumento no consumo de etanol e, conseqüente, expansão em áreas cultivadas com cana-de-açúcar (CONAB, 2012).

Nos últimos anos, o cultivo da cana-de-açúcar vem crescendo significativamente em todos os principais quesitos, como aumento de área, produção e produtividade; o que contribui, em grande parte, para a agricultura e a economia brasileira e também com os estados produtores (ZENI NETO, 2007). Outra maneira de aumentar a produção, além do aumento de áreas cultivadas, é o

desenvolvimento de cultivares adaptadas aos diversos ambientes produtivos, através do melhoramento genético e do manejo mais adequado da cultura (CARVALHO, 2011).

Para efeitos de produção de bioenergia, de acordo com Waclawovsky et al. (2011), uma cultura deve ser de crescimento rápido e de produção de biomassa com alto rendimento na colheita e, em termos de energia produzida, deve superar os combustíveis de origem mineral. Cumprindo-se esses critérios, a cana-de-açúcar é, atualmente, a cultura energética mais promissora.

Nos últimos anos a cana-de-açúcar vem ganhando destaque por ser uma cultura com grande potencial na substituição dos combustíveis não renováveis. Porém, ainda é necessário um maior desenvolvimento tecnológico da cultura visando maiores produtividades (BERMANN, 2008).

Segundo Marques et al. (2011), a cana-de-açúcar, em Goiás, registrou crescimento significativo para a economia goiana nos últimos anos. A produção evoluiu de 10,163 milhões de toneladas em 2000, para 48 milhões de toneladas em 2010, com uma expansão de 372,3%. A área colhida no mesmo período cresceu 315,7%. O expressivo aumento na produção é resultado da instalação de dezenas de usinas do setor sucro-energético em Goiás, atendendo ao crescimento da demanda pelos derivados do produto, como etanol e açúcar.

O setor sucro-energético possuía, em 2005, apenas 14 usinas de açúcar e etanol em Goiás, porém aumentou para 36 usinas até o ano de 2010 (Figura 2.1.1). A produção também atingiu números significativos em 2005, quando o Estado de Goiás produziu 749.838 mil toneladas de açúcar, e em 2010 a produção foi de 1.798 milhão de toneladas. Quanto ao etanol, a produção goiana, em 2005, foi de 729 milhões de litros, enquanto que em 2010, ela atingiu 2.896 bilhões de litros. A expansão da cultura da cana-de-açúcar em Goiás, nos últimos anos, é reflexo de novos projetos industriais do setor com o objetivo de suprir a demanda de outros países, e abastecer o mercado interno, principalmente atendendo à necessidade mundial de geração de energia limpa (MARQUES et al., 2011).

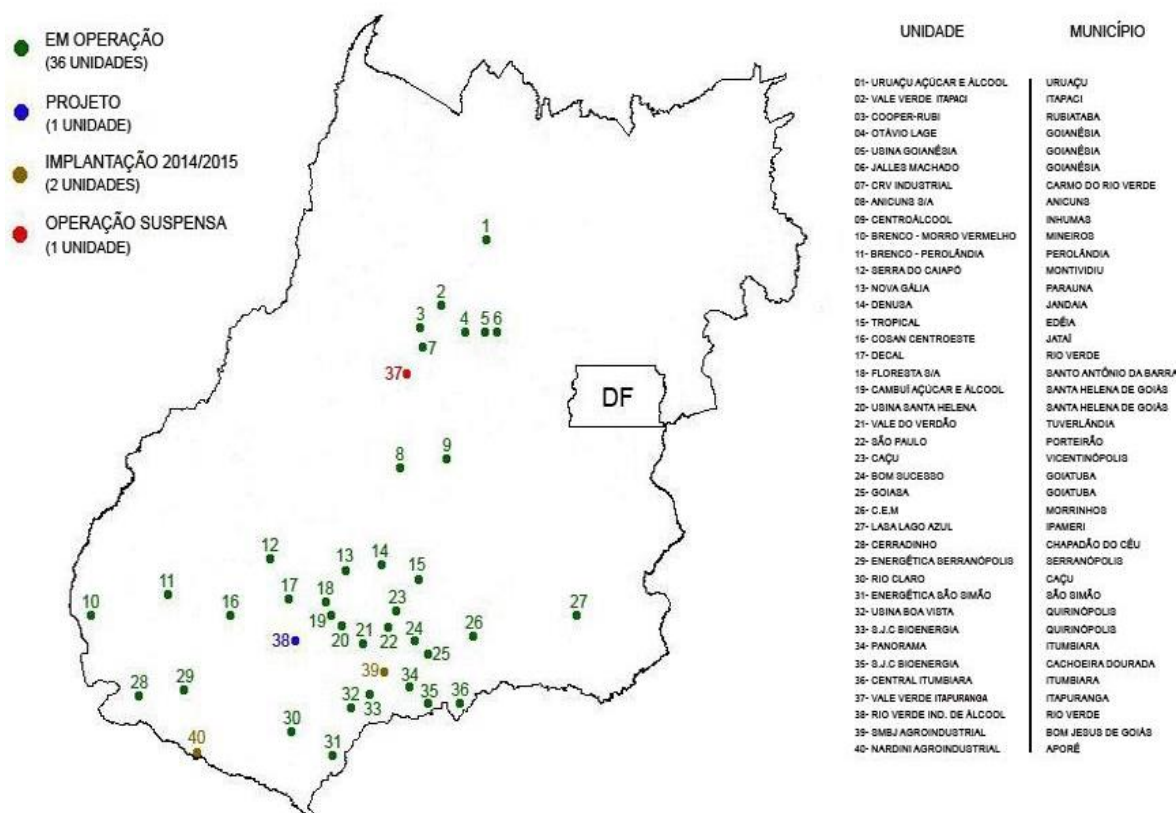


Figura 2.2.1 - Unidades produtoras de álcool e açúcar estabelecidas em diferentes municípios do Estado de Goiás, associadas ao Sindicato da Indústria de Fabricação de Etanol do Estado de Goiás-SIFAEG, 2010.

Segundo a Conab (2012), ao observar o Valor Bruto da Produção (VBP) agrícola de Goiás e mediante o alto preço das *commodities*, a cana-de-açúcar ocupa o terceiro lugar no *ranking*, praticamente empatado com o milho, conferindo mais de R\$ 3 bilhões de reais do total produzido. Em matéria de empregos, o setor emprega mais de 195 mil pessoas no estado, sendo 65 mil empregos diretos e 131 mil indiretos.

O rendimento econômico da cana-de-açúcar é dado pela produção de sacarose (o componente mais valioso), além de açúcares não redutores utilizados para formar o melaço e também a fibra, que pode ser utilizada como fonte de energia para a própria usina. A diversidade de estudos existentes a respeito dos diferentes componentes da fisiologia vegetal da cultura da cana-de-açúcar demonstra a adequação de distintos métodos tecnológicos (TOPPA et al., 2010).

O açúcar produzido a partir da cana-de-açúcar cultivada sem agrotóxicos, segundo Pitelli e Vian (2005), apresentou crescimento no mercado europeu na

ordem de 22% ao ano. Os primeiros movimentos em escala que merecem destaque com relação aos investimentos na produção de cana-de-açúcar orgânica, e a consequente produção do açúcar, ocorreram em meados dos anos 1990. A partir daí, o Brasil se tornou o maior produtor mundial desse tipo de açúcar.

Para Miranda e Miranda (2004), o cultivo orgânico reduzirá ainda mais a frequência de subsolagem, aração, gradagem e os movimentos de terra que contribuem para diminuir o teor de matéria orgânica nos solos por mineralização e a estabilidade dos agregados, alterando a estruturação dos solos, aumentando o risco de erosão e a perda de biodiversidade. Isso ampliará a estabilidade ambiental, com ganhos ecológicos para os solos, os ecossistemas, agroecossistemas e a preservação ambiental, e para a conservação da biodiversidade de animais e vegetais.

Segundo Primavesi (1980), nada consegue substituir o efeito da matéria orgânica. A adubação mineral, por mais completa que seja, nunca consegue manter a produtividade do solo, sem que exista o retorno sistemático da matéria orgânica. O retorno da matéria orgânica na superfície do solo renova sua estrutura grumosa, protege sua superfície do impacto das chuvas, que destrói os grumos, e impede o aquecimento excessivo do solo, que mata a vida - fatores fundamentais para a manutenção da produtividade.

A divulgação positiva dos produtos orgânicos é realizada por todos os grupos ambientalistas do mundo, despertando o interesse de consumidores em adquirir produtos mais saudáveis. Quanto aos produtores, apresenta-se nova oportunidade de negócio, oferecendo expectativa de maior lucratividade e possibilidade de permanecer no campo, com mais qualidade de vida (ZAMBOLIM, 2000).

2.3 MATURAÇÃO E COLHEITA

A maturação da cana-de-açúcar pode ser considerada sob dois diferentes pontos de vista: botânico e fisiológico. Botanicamente, a cana-de-açúcar está madura após a emissão de flores e formação de sementes que possam dar origem a novas plantas. Considerando a reprodução vegetativa, que é usada comercialmente, a maturação pode ser considerada muito mais cedo no ciclo, quando as gemas já estão em condições de originarem novas plantas. Fisiologicamente, a maturação é

alcançada quando os colmos atingem seu potencial de armazenamento de sacarose, ou seja, o ponto de máximo acúmulo possível (SILVA, 1989).

Segundo Rodrigues (1995), o teor de água, nitrogênio e potássio no solo, e temperatura, são fatores de maior importância na interferência do grau de maturação da cana-de-açúcar. Diferentes cultivares de cana demonstram diferentes respostas à suscetibilidade e resistência ao potencial de água no solo. Portanto, o regime de água com maior eficiência em promover o amadurecimento da cana é aquele que apresenta maior restrição ao crescimento, embora mantendo um suprimento líquido suficiente para a síntese, transporte e armazenamento do açúcar.

É possível realizar uma estimativa do estágio ideal de maturação para obtenção de maior rendimento industrial, correlacionando-se a pol cana, que é um indicativo da quantidade de sacarose da cana-de-açúcar, a outros parâmetros tecnológicos, como °brix (teor de sólidos solúveis), pureza e AR (açúcares redutores) (FERNANDES, 2003).

De acordo com Azevedo (1981), os fatores mais importantes que determinam a maturação da cana-de-açúcar, são baixas temperaturas, seca moderada e teores de nitrogênio no solo. Durante a vida da planta, a porcentagem de umidade diminui gradualmente, baixando de 83% para 71%. O teor de sacarose sobe de menos de 10% até mais que 45% do peso do material seco; as curvas de variação de umidade e do teor de sacarose, em função do tempo, são a imagem ótima uma da outra. A diminuição da temperatura tem efeito direto na absorção de nutrientes, a qual, se reduzida, diminui o desenvolvimento vegetativo e a maior parte dos açúcares produzidos é armazenada. Diminuindo-se a umidade do solo, ocorre a redução do teor de água nos tecidos da planta, e a desidratação força a conversão de açúcares redutores em sacarose. A respeito do nitrogênio, quando há excesso, há atraso de maturação e diminuição da porcentagem de sacarose, aumentando o teor de açúcares redutores.

A cana-de-açúcar possui características genéticas que determinam a capacidade desta planta em acumular carboidratos fotossintetizados (sacarose) nos colmos, sendo um importante parâmetro discriminatório do potencial produtivo das diferentes cultivares. O processo de maturação da cana envolve um sistema metabólico complexo, que se inicia com a atividade fotossintética nos cloroplastos das células das folhas, culminando com o acúmulo de carboidratos fotossintetizados nos colmos (RODRIGUES, 1995).

A deficiência de nitrogênio influencia também a qualidade dos colmos, através do decréscimo no teor de água do mesmo, diminuindo a qualidade do caldo e da concentração de sacarose, aumentando a concentração de fibras e o acúmulo de sacarose nas folhas. Plantas com excesso de nitrogênio podem ter um acúmulo do mesmo no colmo, e, conseqüentemente, uma redução na qualidade do caldo, atrasando a maturação (CARNAÚBA, 1990; SILVEIRA; CROCOMO, 1990).

Para Rodrigues (1995), assim como a falta de nitrogênio é preocupante, seu excesso também é indesejável, pois leva a planta ao crescimento vegetativo excessivo, atrasando a maturação e prejudicando a qualidade da matéria prima pela diminuição do teor de sacarose dos colmos.

O fotoperíodo, a temperatura, a umidade e a radiação solar formam um conjunto de fatores ambientais que além de influenciarem na maturidade da planta e na fertilidade do solo, controlam o florescimento da cana-de-açúcar (CASTRO, 2001). A interação entre esses fatores pode aumentar, manter ou prevenir a transformação do ápice da cana-de-açúcar de crescimento vegetativo para reprodutivo (DUNKELMAN; BLANCHARD, 1974).

Na cana-de-açúcar o florescimento é vital para a manutenção da variabilidade genética da espécie, no entanto, comercialmente, se torna indesejável, pois em alguns casos a floração acentua perdas de produtividade por processos como a "isoporização" (chochamento), que transfere açúcares estocados nos colmos para a formação das panículas (CASAGRANDE; VASCONCELOS, 2008).

A "isoporização" do colmo, de acordo com Rossetto et al. (2008), tem início com a ocorrência do florescimento, ocasionando a desidratação do tecido e uma conseqüente perda de peso final. Assim sendo, torna-se de suma importância a quantificação do grau de "isoporização" e as possíveis modificações na qualidade da matéria prima para dimensionar melhor a área a ser cultivada com cada cultivar, e determinação dos períodos mais propícios para a respectiva industrialização.

O acúmulo máximo de sacarose ocorre quando a planta encontra condições que restringem seu crescimento (deficiência hídrica, falta de nutrientes e condições adversas de clima). Estas condições forçam a planta a parar seu crescimento e amadurecer. O uso excessivo de fertilizantes favorece intensamente o crescimento vegetativo da planta, o que atrasa sua maturação. A farta quantidade de nitrogênio existente na época da colheita leva ao baixo conteúdo de sacarose da planta. Da

mesma forma, a água em abundância durante todo o ciclo da cana prejudica sua maturação (ROSSETTO et al., 2008).

Uma ferramenta muito importante para antecipar o processo de maturação da cana ou promover melhorias na qualidade da matéria prima a ser processada, segundo Toppa et al. (2010), é a utilização de produtos químicos. Os maturadores auxiliam na diponibilidade de matéria prima de boa qualidade para a industrialização antecipada, além de auxiliar no manejo das cultivares (GUELLER, 2001). A eficiência agrônômica dos maturadores depende da época de aplicação, da condição climática, do potencial genético da cultivar e do uso em condições onde a maturação não é favorecida.

O fornecimento de matéria prima de qualidade tecnológica, objetivando propiciar extração econômica, é uma das maiores necessidades da indústria sucroalcooleira. No entanto, em algumas regiões do país as condições climáticas, no início e no final da safra, favorecem o desenvolvimento vegetativo em detrimento do acúmulo de sacarose, implicando em consequências negativas ao processo de maturação natural (RODRIGUES, 1995).

Durante a maturação, a cana-de-açúcar armazena a sacarose a partir da base para o ápice da planta. No início, o terço basal do colmo mostra teor mais elevado de açúcar do que o terço médio, e este, maior teor do que o terço apical. À medida que a maturação progride, o teor de sacarose tende a se igualar nas diversas partes dos colmos, quando o ápice apresenta composição similar à da base. Somente os entrenós imaturos das folhas verdes e os entrenós superamadurecidos da base (com alto teor de fibra), não retêm apreciável quantidade de açúcar (FERNANDES, 1982).

Segundo Nunes Jr. (1987), as cultivares de cana-de-açúcar na região centro-sul são divididas em quatro grupos, com relação à maturação, ou seja, o período dentro da safra em que atingem o máximo teor de sacarose nos colmos:

- G1: Grupo de cultivares de maturação precoce que atinge o máximo teor de sacarose de abril a maio;
- G2: Grupo cultivares de maturação semi-precoce que atinge o máximo teor de sacarose do final de maio ao início de julho;
- G3: Grupo de cultivares de maturação média que atinge o máximo teor de sacarose do final de julho ao início de outubro;

G4: Grupo de cultivares de maturação tardia que atinge o máximo teor de sacarose de outubro a novembro.

2.4 PRODUTIVIDADE AGROINDUSTRIAL

Para Carvalho (2004), a produtividade agrícola da cana-de-açúcar teve aumentos expressivos no País decorrentes de novas cultivares, manejo mais adequado do solo, uso de resíduos agroindustriais, aplicação racional de adubos e corretivos, expansão da safra, redução dos custos fixos, diversificação açúcar/etanol e a utilização de maturadores químicos, permitindo a antecipação positiva da qualidade da matéria-prima.

Em virtude dos mecanismos de resistência selecionados na cana, a quase totalidade das cultivares é capaz de conviver com os causadores de doença e tolerar a sua presença sem apresentar perdas econômicas. Este fato faz com que, muitas vezes, a doença seja encontrada na planta em condições extremamente favoráveis, mas os sintomas desaparecem com o crescimento da mesma (ROSSETO; SANTIAGO, 1994).

Segundo Cruz et al. (2014), dentre os fatores que podem reduzir a produtividade da cana-de-açúcar, podem ser citadas as doenças, como a ferrugem alaranjada, causada pelo fungo *Puccinia kuehnii*, responsável por consideráveis danos econômicos em diversas cultivares disponíveis atualmente no mercado. Estima-se que a doença cause redução na produção agrícola na ordem de 20% a 40% das toneladas de colmos por hectare (TCH) e de 15% a 20% no teor de sacarose nos colmos. Isso ocorre porque a partir do momento em que as pústulas se desenvolvem nas folhas, ocorre a redução da área fotossintética e, consequentemente, a planta não consegue expressar o seu potencial produtivo.

O desenvolvimento da ferrugem alaranjada está diretamente relacionado com as condições climáticas do local de cultivo da cana-de-açúcar. Nas regiões canavieiras a oeste do Estado de São Paulo, a severidade da ferrugem alaranjada e o risco climático para a sua ocorrência são baixos, enquanto para a região central e leste do Estado variam de moderado a alto, seguindo uma tendência longitudinal. A partir do zoneamento das regiões com favorecimento climático para a ocorrência da ferrugem alaranjada, em função das variáveis climáticas (excedente hídrico e

temperatura média ideal), pode-se estabelecer um plano de alocação de cultivares, de modo a minimizar os riscos de perda de produtividade dos canaviais em decorrência da doença (SANTOS, 2013).

Com relação à época de plantio, Ricaud e Cochran (1980), afirmam que a data de plantio exerce influência significativa na produtividade da cana-de-açúcar.

Nas últimas quatro décadas, segundo diferentes autores, os aumentos de rendimento de açúcar em várias regiões foram decorrentes de cultivares mais produtivas em rendimento da massa do colmo da cana, sem ter melhoria do teor de sacarose (Jackson, 2005; Cox *et al.*, 2005; Burnquist *et al.*, 2010).

Os açúcares totais retornáveis (ATRs) representam todos os açúcares da cana, nas formas de redutores ou invertidos, embora outras substâncias redutoras presentes no caldo de cana possam estar incluídas. Na planta, o desdobramento da sacarose em glicose e frutose é uma reação de duplo sentido, isto é, ocorre a inversão, assim como a combinação durante o metabolismo da fotossíntese e respiração da planta, sendo importante o conhecimento do teor de ART para avaliação da qualidade da matéria prima, principalmente aquela destinada à produção de etanol (FERNANDES, 2003).

O processo de florescimento é um aspecto importante na produção da cana-de-açúcar, pois implica em alterações morfo-fisiológicas da planta, sendo considerada uma característica altamente indesejável quando acompanhada de intensa "isoporização" (chochamento), além de poder modificar, sobremaneira, a qualidade da matéria-prima sob o ponto de vista tecnológico. São atribuídas ao florescimento, perdas substanciais em tonelagem de cana e teor de sacarose durante a colheita (Rossetto *et al.*, 2008).

Conhecer detalhadamente as cultivares de cana-de-açúcar, as condições edafo-climáticas onde serão cultivadas e as técnicas de manejá-las são fundamentos indispensáveis para a máxima produtividade (CTC, 2013). Segundo Rossetto *et al.* (2008), a produção de cana-de-açúcar com qualidade, alta produtividade e sustentabilidade só será possível com investimentos em tecnologia, aliados ao respeito aos conceitos básicos de manejo e conservação das propriedades físicas e químicas do solo.

2.5 CULTIVARES

As principais regiões canavieiras do mundo procuram fazer seleção de genótipos locais, buscando aqueles que melhor se adaptam às condições de cultivo na região. Por conseguinte, é necessário desenvolver cultivares apropriadas para cada ambiente de produção, pois a aplicação das estratégias e operacionalização do melhoramento genético da cana-de-açúcar de uma região pode não ter o mesmo resultado em outra (BURNQUIST et al., 2010).

Para a obtenção de derivados de cana-de-açúcar de qualidade, de acordo com Fernandes (2005), torna-se necessário que a cultivar apresente características, como boa produtividade de colmos por hectare; alto teor de sacarose; teor médio/baixo de fibra da cana; resistência às principais doenças e pragas; fácil despalha; resistência ao tombamento; boa adaptação aos diferentes tipos de solo e clima; ausência de florescimento; boa brotação de soqueira; rápido crescimento inicial e fechamento; ausência de joçal; ausência de rachaduras e período de utilização industrial.

Segundo a RIDESA (2014), o programa de desenvolvimento de novas cultivares de cana-de-açúcar é, por natureza, essencialmente de longa duração. Logo, a persistência é uma virtude das pessoas envolvidas nesse processo. Normalmente, o lançamento de novas cultivares tem ocorrido após, aproximadamente, treze anos de inúmeras avaliações dos clones por meio de experimentos, observando-se a reação dos clones às doenças e pragas e a produtividade dos mesmos em diferentes ambientes de produção.

Novas áreas de expansão exigem o uso de cultivares de cana-de-açúcar adaptadas e de tecnologias que permitam obter alta produtividade de maneira sustentável. Algumas tecnologias já conhecidas têm sido utilizadas mais intensamente, a exemplo da irrigação e da fertirrigação. Outras são introduzidas e rapidamente encontram interesse junto ao setor, como o preparo reduzido do solo, a manutenção da palhada e o melhor gerenciamento das épocas de plantio e colheita (ROSSETTO et al., 2008).

No Brasil, os programas de melhoramento genético estão liberando e protegendo cultivares de cana-de-açúcar cada vez mais produtivos e com maior resistência às doenças e pragas. Diante disto, são poucos os trabalhos que têm sido desenvolvidos com cana-de-açúcar enfocando especialmente as cultivares mais

modernas, as quais sofreram significativa interferência genética através do melhoramento vegetal, não conhecendo, assim, os fatores que interferem no crescimento, desenvolvimento, produção e maturação da cultura (MAULE et al., 2001).

Esses programas consideram como ambiente os diferentes locais, épocas ou anos de plantio, diversos níveis tecnológicos, dentre outras variáveis. A avaliação de cultivares, das diversas espécies, em vários ambientes, tem sido realizada com o propósito de verificar o seu comportamento diferencial, em resposta às variações sistemáticas e casuais do ambiente. Esse comportamento diferencial é atribuído à interação genótipo x ambiente (CRUZ, 2006).

Nos estudos realizados por Maule et al. (2001), ao comparar a produtividade de diferentes cultivares de cana-de-açúcar em relação à época de colheita, verifica-se que a produtividade média, em geral, diminui conforme se atrasa a época de colheita. Nesse sentido, verifica-se que as diferenças dos períodos de maturação entre as cultivares, quando associadas ao ambiente de produção, podem garantir um melhor manejo de colheita da cultura da cana-de-açúcar, garantindo a sua máxima exploração econômica.

A expansão da cultura da cana-de-açúcar se deve ao melhoramento genético que desenvolveu cultivares adaptadas às mais variadas condições ambientais e interações de genótipos por locais influenciaram o comportamento de cultivares de cana-de-açúcar. O sucesso da cultura está intimamente relacionado com a escolha de cultivares que devem apresentar alto índice de produtividade, alto teor de sacarose, teor médio/baixo de fibra, entre outras características (KANG; MILLER, 1984).

O censo de cultivares, comumente chamado de censo varietal, consiste no levantamento das áreas plantadas e cultivadas com cada cultivar no Brasil (Figura 2.5.1) e no Estado de Goiás (Figura 2.5.2), possibilitando, por meio dos resultados obtidos, detectar tendências e sustentar recomendações de plantio em determinadas regiões.

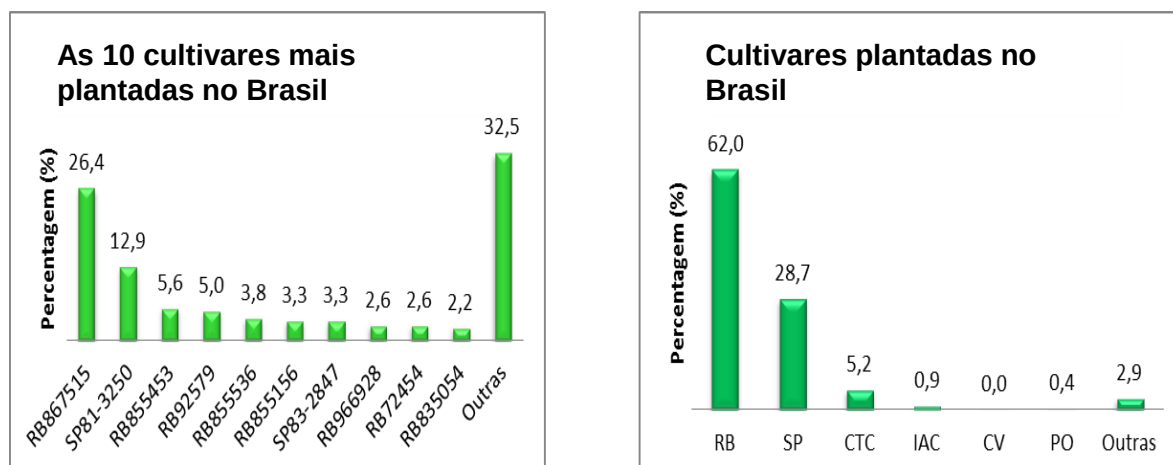


Figura 2.5.1 - Censo de cultivares da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) no Brasil, na safra de 2012 (Fonte: RIDESA, 2012).

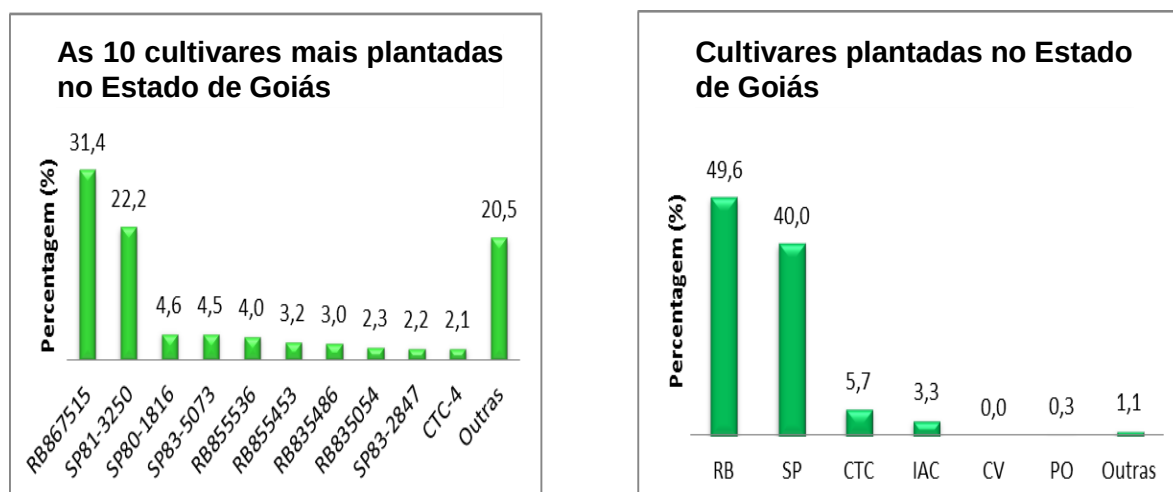


Figura 2.5.2 - Censo de cultivares da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) no Estado de Goiás, na safra de 2012 (Fonte: RIDESA, 2012).

Para que as indicações de genótipos sejam mais seguras, devem ser tomadas medidas que busquem controlar ou amenizar os efeitos da interação genótipo x ambiente (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

2.6 CONDIÇÕES EDAFO-CLIMÁTICAS DO ESTADO DE GOIÁS

Segundo Ribeiro et al. (2009), a produção de cana-de-açúcar encontra-se, de certa forma, consolidada na região Sudeste do país. No entanto, uma das áreas preferenciais para a expansão dessa cultura é a região Centro-Oeste.

O Estado de Goiás, localizado na região Centro-Oeste do Brasil, ocupa uma área de 340.086,698 km², que representa 4% da área total do Brasil. É o sétimo estado do em extensão territorial. Limita-se ao norte com o Estado do Tocantins, ao sul com Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, a leste com a Bahia e Minas Gerais e a oeste com Mato Grosso. Possui 246 municípios e envolve quase todo o Distrito Federal, exceto seu extremo sudeste (MARQUES et al., 2011).

Goiás é um Estado privilegiado também em recursos hídricos, sendo contemplado com três regiões hidrográficas (Tocantins/Araguaia, São Francisco e do Paraná). Seu solo é predominantemente do grupo Latossolo, o relevo é de baixa declividade em sua maior parte, formado por terras planas (chapadões). O clima do Estado possui duas estações bem definidas, um período chuvoso e outro com baixos índices pluviométricos. Sua vegetação é predominantemente formada por cerrado (MARQUES et al., 2011).

No Estado de Goiás observam-se os seguintes grupos de solos: Latossolo, Cambissolo, Argissolo, Nitossolo, Neossolo Quartzarênico, Neossolo Litólico, Plintossolo, e Gleissolo, sendo o Latossolo o grupo predominante. Possuem fertilidade natural variável de baixa à alta, dependendo do tipo de relevo predominante e da rocha geradora do solo. Os Latossolos Vermelhos predominam no sudoeste, ocupando 30% do Estado e, apesar da baixa fertilidade, o relevo, as baixas declividades e a grande espessura desse solo favorecem a agricultura mecanizada. Outros 15% são ocupados por Latossolos Vermelho Amarelo, em áreas onde predominam pastagens cultivadas (MARQUES et al., 2011).

O solo é apenas um dos componentes de um conjunto complexo de fatores de produção, destacando-se pelo seu importante papel de fornecer às plantas suporte físico, água e nutrientes. Portanto, o conhecimento das características inerentes a cada solo, os chamados fatores edáficos, é importante para julgar o potencial de produção agrícola (LEPSCH, 1987).

Como o Brasil é um dos mais tradicionais produtores de cana-de-açúcar e possui grande extensão territorial, a cana-de-açúcar é cultivada em vários tipos de solos que estão sob influência de diferentes climas, o que resulta em vários tipos de ambientes para a produção desta cultura (DIAS, 1997).

As principais limitações ao cultivo da cana-de-açúcar estão relacionadas não apenas à fertilidade do solo, mas também à deficiência de água (Figura 2.6.1), determinada pela estação seca marcante na região (Figura 2.6.2), e às

características físicas de alguns solos, como pouca profundidade efetiva, drenagem imperfeita, lenta permeabilidade, capacidade de água disponível e textura (ROSSETTO et al., 2008).

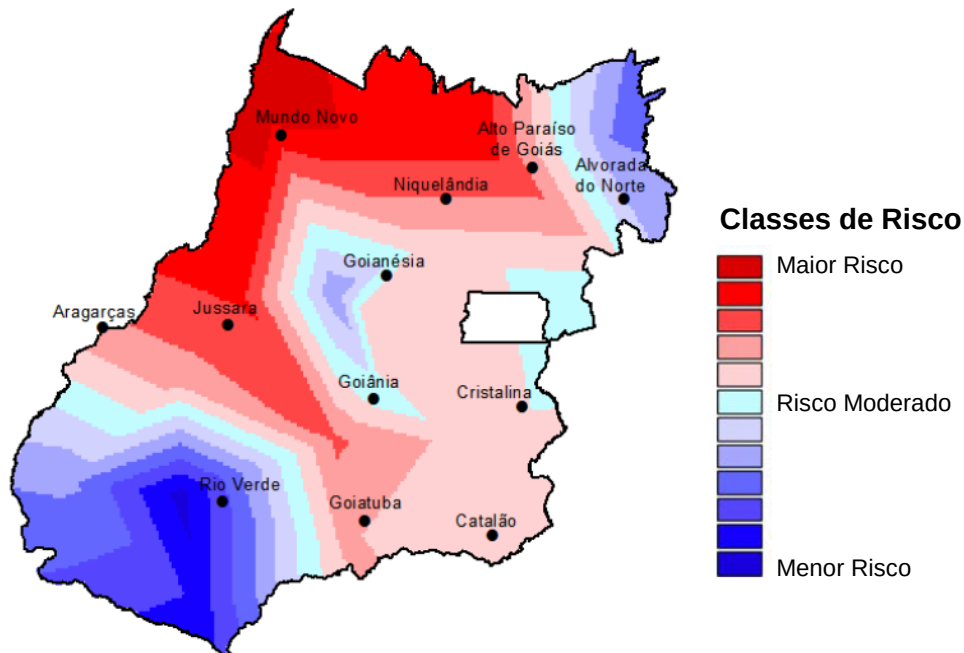


Figura 2.6.1 - Classes de risco de deficiência hídrica para atender a demanda de irrigação da cultura de cana-de-açúcar no Estado de Goiás e distribuição quantitativa dos municípios com maior quociente de localização (Fonte: Silva et al. (2011), adaptado).

Cerca de 65% da superfície do Estado de Goiás é formada por terras relativamente planas (chapadões), que configuram quatro Superfícies Regionais de Aplainamento:

- I) entre 1.100 e 1.600 m de altitude;
- II) entre 900 e 1.100 m;
- III) entre 650 e 900 m;
- IV) entre 250 e 650 m.

Encontram-se separadas uma das outras por áreas de colinas suaves ou por escarpas de maior declividade (Zonas de Erosão Recuante); as superfícies mais altas são as mais antigas. Às margens dos grandes rios, Araguaia e Tocantins, predominam ligeiras ondulações que se aplainam em grandes áreas de cerrado bastante favoráveis à agricultura e à pecuária. A altitude variável acima de 182 m, a partir das ribanceiras dos grandes cursos d'água, especialmente o Araguaia, permite aproveitamento quase integral do solo (MARQUES et al., 2011).

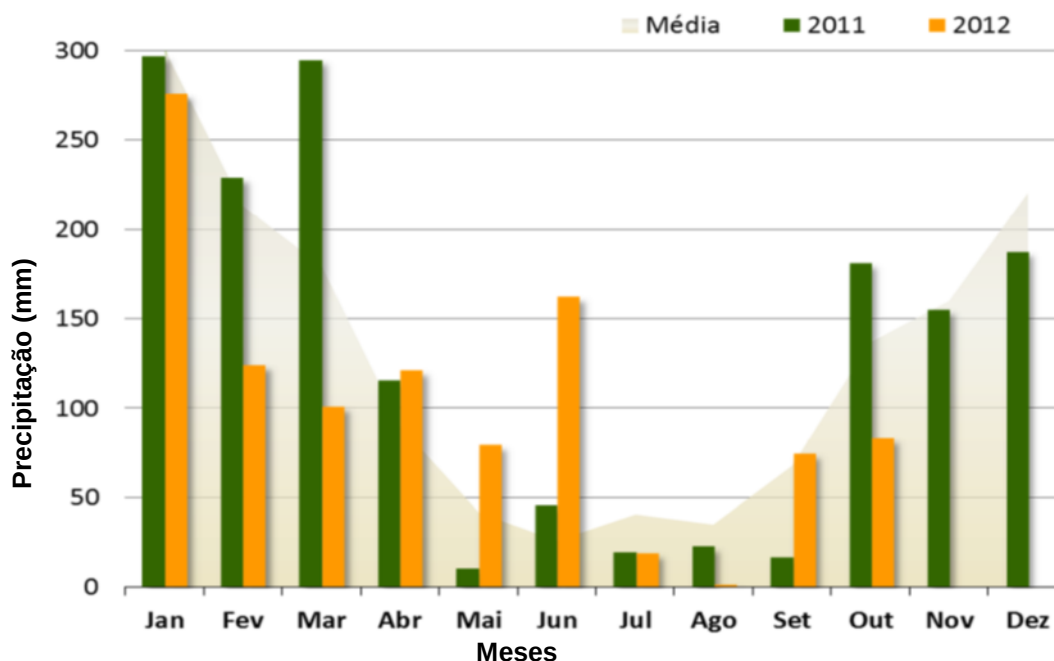


Figura 2.6.2 - Variação da precipitação pluviométrica registrada na Região Centro-Sul, de janeiro a dezembro nos anos de 2011 e 2012 (Fonte: Controle MUTUO CTC, 2012).

O Estado de Goiás caracteriza-se por possuir duas estações climáticas bem definidas, sendo uma com altos índices pluviométricos (outubro a abril), quando ocorrem 95% das precipitações. Contudo, no período seco as precipitações variam de 20 mm a 200 mm enquanto, no período chuvoso, podem variar de 1.100 mm a 2.100 mm. Os meses de agosto e setembro apresentam as maiores temperaturas do ar (médias máximas em torno de 34°C), principalmente no noroeste do Estado, enquanto que as médias mínimas (em torno de 12 °C) ocorrem nos meses de junho e julho, no sudeste e sudoeste goiano (MARQUES et al., 2011).

A cana de ano (doze meses), plantada em setembro-outubro, tem seu desenvolvimento máximo de novembro a abril, diminuindo após esse período, devido às condições climáticas adversas do período de inverno no Centro-Sul, podendo essa colheita ocorrer a partir de julho, considerando-se a cultivar (RODRIGUES, 1995).

A cana de ano e meio (dezoito meses), plantada de janeiro ao início de abril, apresenta taxa de crescimento mínimo, nula ou negativa, de maio a setembro, no Centro-Sul, em função das condições pouco favoráveis do inverno, como pequena disponibilidade hídrica no solo ou mesmo déficit hídrico, baixas temperaturas e menores intensidades de radiação. Porém, com o início das precipitações, aumento da intensidade luminosa e da temperatura, a fase de maior desenvolvimento da

cultura acontece de outubro a abril, com o pico do crescimento no período de dezembro a abril (RODRIGUES, 1995).

Considerando esse grande período de desenvolvimento da cultura, constata-se que para a cana de ano e a cana-soca, a fase de maior desenvolvimento ocorre nos meses de outubro a janeiro, enquanto que para a cana de ano e meio este desenvolvimento ocorre nos meses de fevereiro a abril (RODRIGUES, 1995).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÕES DOS LOCAIS

A presente pesquisa foi desenvolvida, inicialmente, com a instalação dos experimentos denominados Curva de Maturação, que foram conduzidos a campo em 9 empresas produtoras de álcool e açúcar no Estado de Goiás, conveniadas ao Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar na Universidade Federal de Goiás (PMGCA-UFG), que compõem a Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucro-energético (RIDESA). As empresas estão localizadas em ambientes edafo-climáticos diversificados em seus campos de cultivos, porém onde a disponibilidade hídrica é semelhante e bem definida. Na maioria dos campos experimentais os plantios foram realizados no ano de 2011 e colhidos no ano de 2012, sendo que em alguns os plantios ocorreram em 2012 e a colheita foi realizada em 2013. Todos os resultados foram coletados em cana-planta.

As Empresas A e G localizam-se no município de Goianésia, microrregião de Ceres, localizada no centro do Estado de Goiás, a 15° 10' S de latitude e 49° 15' W de longitude, com 640 m de altitude. Segundo Köppen, o clima local é classificado como tropical de savana, quente e úmido, com inverno seco e verão chuvoso (Aw) e média pluvial anual de 1.500 mm (SEVERIANO, 2009).

A Empresa B, localiza-se no município de Rubiataba, onde o clima é tropical semi-úmido com duas estações climáticas, seca de maio a outubro e chuvosa de novembro a abril. O relevo é quase por inteiro de terras planas e a altitude média do local é de 645 m, porém nas regiões serranas a altitude pode atingir até 900 m (SILVA et al., 2006).

As Empresas C e D localizam-se no município de Santa Helena de Goiás, situado na Mesorregião Sul Goiano (Região de Planejamento Sudoeste Goiano), na Microrregião 013 do Estado de Goiás, está entre a latitude 17° 48' S e longitude 50° 35' W', a uma altitude de 562 m acima do nível do mar. Predominam o relevo plano a suave ondulado e os Latossolos (Vermelho eutroférico, Vermelho e Vermelho amarelo) (SIEG, 2014). O clima é tropical típico AW, baseado no sistema de classificação de Köppen e o regime térmico, não sofre grandes variações sazonais, uma vez que há predomínio de médias diárias relativamente elevadas durante todo

o ano e os declínios de temperatura não refletem nas médias térmicas que são sempre superiores a 18°C (NIMER, 1989).

As Empresas E e F estão localizadas em Mineiros, município geograficamente situado em uma das maiores altitudes goianas, com variação de 700 m a 1.100 m. Segundo dados do Inmet (Instituto Nacional de Meteorologia), a temperatura mínima registrada em Mineiros foi de 9,2°C, ocorrida no dia 18 de julho de 1975, enquanto a máxima foi de 38,4°C, observada no dia 17 de setembro de 2010. O maior acumulado de chuva registrado nesse município, em 24 horas, foi de 135,0 mm, em 8 de novembro de 1981.

A Empresa H está localizada no município de Goiatuba, localizada a 720 m de altitude e com vegetação nativa sob o domínio do bioma Cerrado e de clima classificado como sendo do tipo Aw (Classificação de Köppen), o qual é caracterizado como tropical úmido, com duas estações bem definidas, úmida no verão e seca no inverno. As chuvas são concentradas nos meses de janeiro a março, com precipitação pluvial média anual entre 1.200 mm e 1.800 mm, com as temperaturas máximas e mínimas variando de 40 a 1 ° C (SANTOS; SPAROVEK, 2011).

A Empresa I está localizada em Aporé, na região sudoeste do Estado de Goiás, município a 538 m de altitude (GUIMARÃES, 2006), apresentando temperatura média anual de 20°C a 21°C, com índices pluviométricos registrados oscilando entre 1600 a 1800 mm/ano (LOBATO et al., 2002), apresentando as mesmas características de vegetação e clima apresentados em Jataí.

3.2 DELINEAMENTO E CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Cada parcela de avaliação foi constituída de três linhas de plantio de cana-de-açúcar, com 6,0 m de comprimento, com espaçamento de 1,5 m entre as linhas (Figura 3.2.1), das quais a cada 30 dias foi realizada a pesagem de todos os colmos de cada uma destas, totalizando até 8 amostras por local de avaliação, que foram conduzidas ao longo de oito meses, para cada um dos locais e empresas participantes da pesquisa.

Além das pesagens, foram retiradas amostras compostas por dez colmos coletados em sequência na linha de plantio, os quais foram despontados na altura

da gema apical (ponto de quebra) e levados ao laboratório das respectivas usinas/loais, onde foram processadas conforme a metodologia do Sistema de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose (PCTS). Após a moagem e homogeneização dos colmos, uma amostra do material foi submetida à prensa hidráulica, resultando no caldo extraído, que foi utilizado para as determinações químico-tecnológicas conforme determinadas pelo Consecana (2006):

- a) Pol% caldo;
- b) Pol% cana (PC);
- c) Brix% caldo;
- d) Açúcares redutores % cana (ARC);
- e) Pureza aparente da cana (%);
- f) Fibra % cana;
- g) Açúcar Total Recuperável – ATR (kg.t^{-1} colmos).

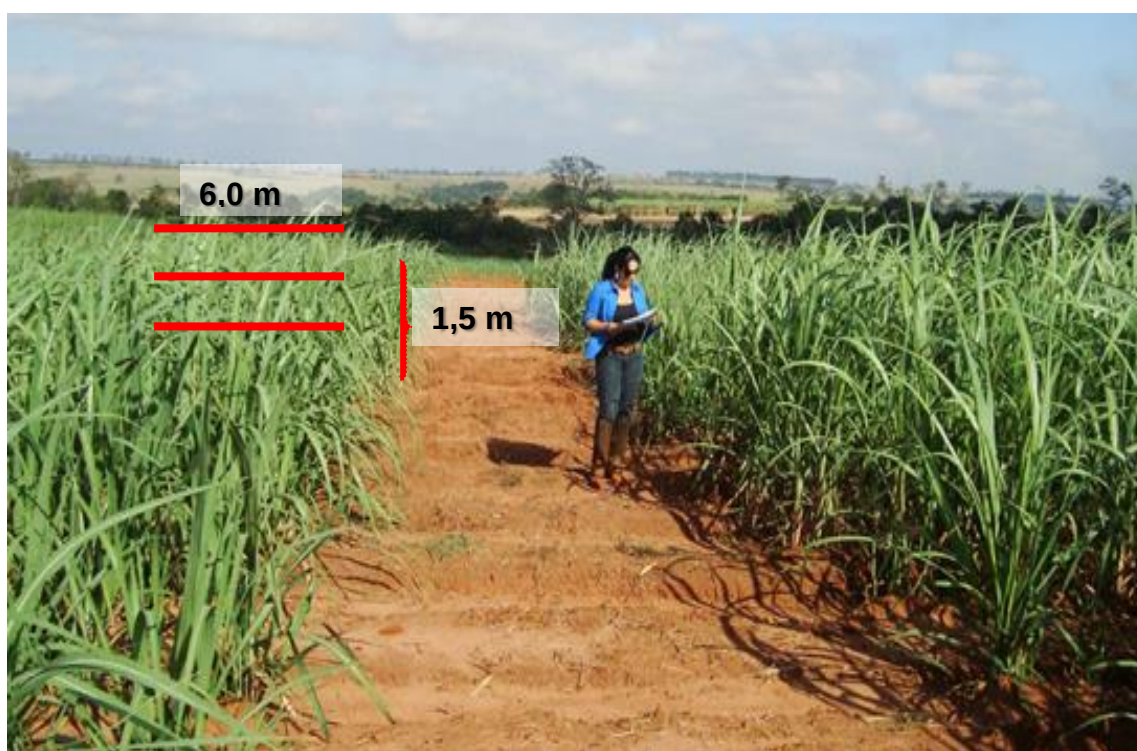


Figura 3.2.1 - Uma das áreas do experimento Curva de Maturação de cana-de-açúcar no município de Aporé, GO, 2012.

A pesagem dos materiais colhidos em cada parcela fornece dados para estimar a quantidade, em toneladas de cana, obtida em um hectare cultivado (TCH). As análises laboratoriais fornecem dados que permitem estimar a quantidade de açúcar em uma tonelada de cana, Açúcares Totais Recuperados (ATR), que são

constituídos de sacarose e açúcares redutores, glicose e frutose. O açúcar total recuperável cana (ATR) reflete o resultado da diferença entre ART (açúcares redutores totais) da cana e as perdas que eram de 12% e que segundo Termo de Revisão do Sistema Consecana (2006) reduziu a 9,5% na lavagem de cana, extração (perda de pol no bagaço final), torta dos filtros e as indeterminadas.

A importância dada a esta variável foi devido ao fato de que desde a safra de 1998/1999 o sistema de pagamento de cana-de-açúcar, no Brasil, se baseia nos ATR (UNICA, 2014). Com esses dados, estima-se a produtividade agrícola das cultivares através da quantidade de açúcar total retornável, por hectare cultivado em toneladas ($t.ha^{-1}$).

Foram avaliadas as produtividades médias de ATR em $t.ha^{-1}$ de cinco cultivares de cana-de-açúcar – RB966928, RB855453, RB867515, RB92579 e RB988082. Através das análises descritivas foi possível verificar a produtividade das diferentes cultivares ao longo dos meses para cada local, e as análises de regressão possibilitaram verificar a tendência das produtividades de cada cultivar ao longo dos meses entre os locais avaliados.

3.3 CARACTERÍSTICAS DAS CULTIVARES:

3.3.1 Cultivar RB867515

A cultivar possui alta velocidade de crescimento, hábito de crescimento ereto, porte alto, alta densidade de colmo, de cor verde arroxeado que se acentua quando exposto e fácil despalha. Não deve ser plantada em ambientes favoráveis devido à incidência de estrias vermelhas. Nos ambientes de alto potencial de produção há possibilidades, devido à alta produtividade agrícola, tombamento e atraso de maturação. Demonstra-se tolerante à seca e com boa brotação de soqueira, mesmo colhida crua; alto teor de sacarose, com alta produtividade. Apresenta fechamento bom entre as linhas, com eventual tombamento e florescimento; chochamento médio e Ponto de Utilização Industrial (PUI) longo; baixa exigência em ambientes, elevado teor de sacarose, teor de fibra médio, sendo resistente a doenças como carvão, ferrugem, escaldadura e mosaico (HOFFMANN et al., 2008).

3.3.2 Cultivar RB988082

A cultivar apresenta velocidade de crescimento regular; hábito de crescimento ereto, porte médio; boa despalha e boa colheitabilidade. Deve ser manejada em ambientes intermediários e favoráveis, com média fertilidade. Indicada para colheita em meio de safra (julho a setembro). Seus colmos são uniformes, tanto em diâmetro quanto em altura, perfil ideal para colheita mecanizada, ótima brotação de soca e excelente vigor; eventual florescimento e pouco chochamento; bom fechamento das linhas. Com PUI médio; médio teor de sacarose, médio teor de fibra, com resistência a doenças, como carvão e tolerância à ferrugem e à escaldadura (RIDESA, 2010).

3.3.3 Cultivar RB92579

A cultivar apresenta velocidade de crescimento lento; porte alto; hábito de crescimento semi-decumbente, com tombamento frequente; difícil despalha. Deve ser manejada em ambientes de média restrição. Indicada para colheita em meio de safra, porém com maturação média tardia. Possuem colmos de aspecto manchado, pouca cera, cor roxa ao sol e amarelo verde sob a palha, entrenós de comprimento e diâmetro médio; gemas pouco salientes; folhas largas, com pontas curvas, ausência de joçal. Apresenta ótimo perfilhamento e brotação de socaria; eventual florescimento com pouco chochamento; bom fechamento entre linhas. Rápida recuperação ao estresse hídrico. Apresenta PUI longo; elevada produtividade agrícola e alto teor de sacarose; médio teor de fibra; com tolerância à ferrugem marrom e resistência à escaldadura.

3.3.4 Cultivar RB855453

A cultivar apresenta velocidade de crescimento regular; hábito de crescimento ereto com tombamento raro; porte médio; despalha normal. Deve ser manejada em ambientes de alta restrição. Indicada para colheita no período de maio a julho; maturação precoce. Colmos arroxeados ao sol, entrenós curtos, com muita cera;

despalha média; gemas pouco salientes; folhas verdes escuras, de largura e comprimento médios, pontas curvas, bainha esverdeada, com pouco joçal. Perfilamento médio e ótima brotação de socaria; florescimento frequente e chochamento médio; bom fechamento entre linhas e rápido desenvolvimento. Apresenta PUI curto; alta produtividade agrícola com teor de sacarose muito alto; médio teor de fibra com resistência a carvão, ferrugem marrom, escaldadura e mosaico.

3.3.5 Cultivar RB966928

A cultivar apresenta velocidade de crescimento rápido; porte alto; hábito de crescimento ereto com tombamento raro; despalha fácil. Deve ser manejada em ambientes de médio a alto potencial, com colheita no início a meio de safra (abril-maio); maturação precoce. Possuem colmos esverdeados, entrenós médios, com rachaduras características. Sua brotação em soqueiras é muito boa, alto perfilamento em cana-planta e em cana-soca, com bom fechamento de entrelinhas; florescimento raro e chochamento ausente. Apresenta PUI médio; alta produtividade agrícola com teor de sacarose médio; médio teor de fibra com tolerância às doenças carvão, ferrugem marrom, escaldadura e mosaico.

3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados foram interpretados e avaliados através de análises descritivas, nas quais observaram os resultados quantitativos de cada variável relacionando-a a outras variáveis. Foi avaliada a produtividade agroindustrial da cana-de-açúcar, determinada pelo ATR em $t.ha^{-1}$, relacionando-a à época de colheita, altitude, solo e precipitação pluviométrica. Para as comparações das produtividades ao longo dos meses, nos diferentes locais, foram ajustados modelos de regressão exponencial.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PRODUTIVIDADE DAS DIFERENTES CULTIVARES AO LONGO DOS MESES PARA CADA LOCAL

Por meio de uma análise descritiva foi possível verificar as produtividades das cultivares colhidas nos diferentes meses para cada local, para as quais serão apresentadas representações gráficas a seguir.

Na Empresa A (Figura 4.1.1), verificou-se que em abril as cultivares que apresentaram as maiores produtividades foram a cultivar RB988082 e a cultivar RB92579; portanto mais precoces para este local. Porém, este não foi o mês de máxima produtividade de nenhuma cultivar, sendo que as cultivares RB988082 e RB92579 foram as mais produtivas em todos os meses nesta empresa.

Nessa empresa a máxima produtividade foi alcançada no mês de outubro. Nesse mês, a produtividade de ATR estimada para as duas cultivares, a RB 988082 e a RB92579, foi de 26,0 t.ha⁻¹, tendo as demais cultivares não ultrapassando o valor de 20,0 t.ha⁻¹. Dessa forma, essas duas cultivares além de serem as mais precoces para este local, foram também as mais produtivas.

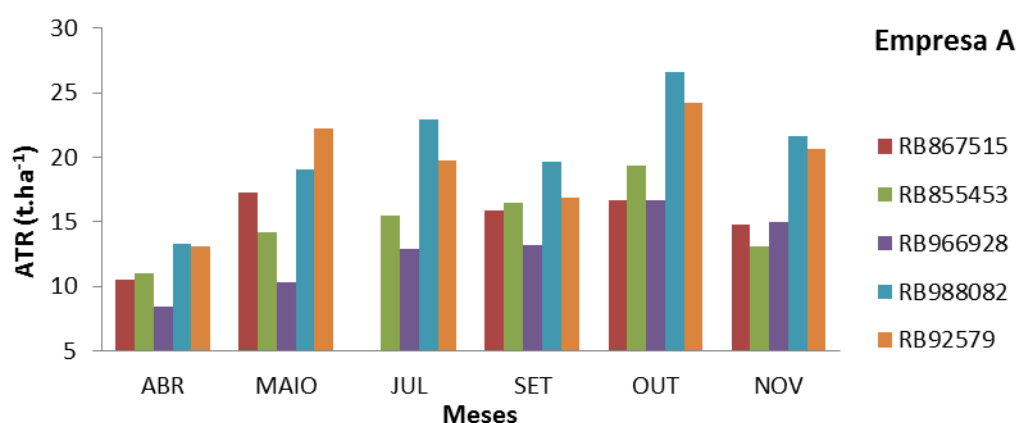


Figura 4.1.1 - Produtividade de ATR em t.ha⁻¹ das cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) ao longo dos meses na Empresa A (Goianésia-GO), 2012.

Para a estimativa de toneladas de cana por hectare (TCH) manteve-se no mesmo nível da estimativa de ATR, diferindo-se apenas as cultivares RB855453 e RB867515, que apresentaram as maiores produtividades de TCH em maio de 2012 (Figura 4.1.2).

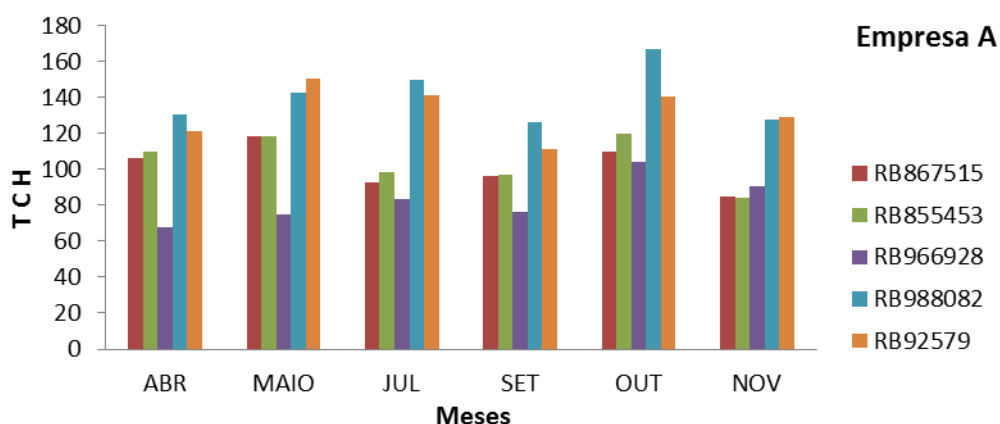


Figura 4.1.2 - Produtividade em TCH das cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) ao longo dos meses na Empresa A (Goianésia-GO), 2012.

Com relação ao acúmulo de sacarose e produtividade estimada de ATR, as cultivares RB855453 e RB966928 atingiram o ponto máximo de produção em setembro. Já a cultivar RB92579 alcançou a máxima produção em outubro, sendo que as demais cultivares, RB867515 e RB988082, atingiram a máxima produção em novembro (Figura 4.1.3).

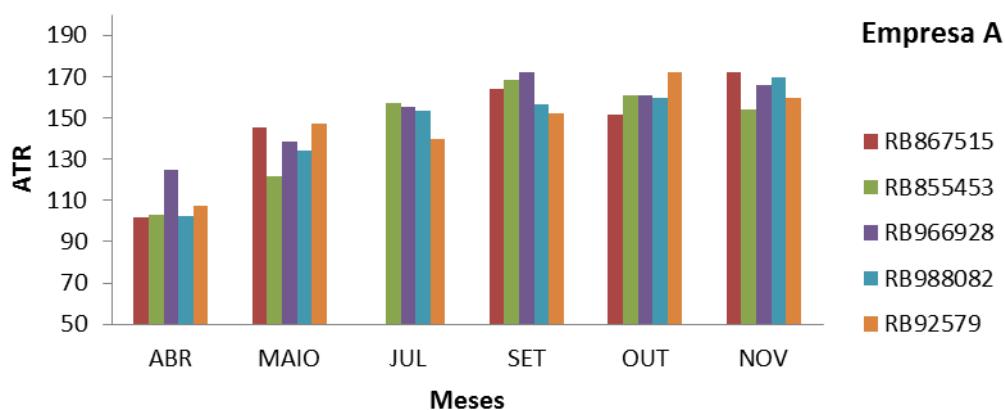


Figura 4.1.3 - Produtividade em toneladas de ATR das cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) ao longo dos meses na Empresa A (Goianésia-GO), 2012.

Concluiu-se, portanto, que na empresa A, de uma maneira geral, o desenvolvimento vegetativo de todas as cultivares foi disperso ao longo dos meses. O acúmulo máximo de sacarose após os primeiros meses, mesmo nas cultivares consideradas de ciclos precoces como as cultivares RB855453 e RB966928, ocorreu a partir do mês de setembro de 2012.

Nas avaliações para a Empresa B, observou-se que as cultivares atingiram a máxima produtividade nos meses de julho e agosto, excetuando-se a cultivar RB988082, que atingiu o ponto de máxima produtividade no mês de setembro, valor superior a 25 tATR.ha⁻¹. Observou-se ainda que a cultivar RB92579 e a cultivar RB988082 apresentaram decréscimo de produtividades nos meses de outubro e novembro em relação às cultivares RB867515 e RB855453 (Figura 4.1.4).

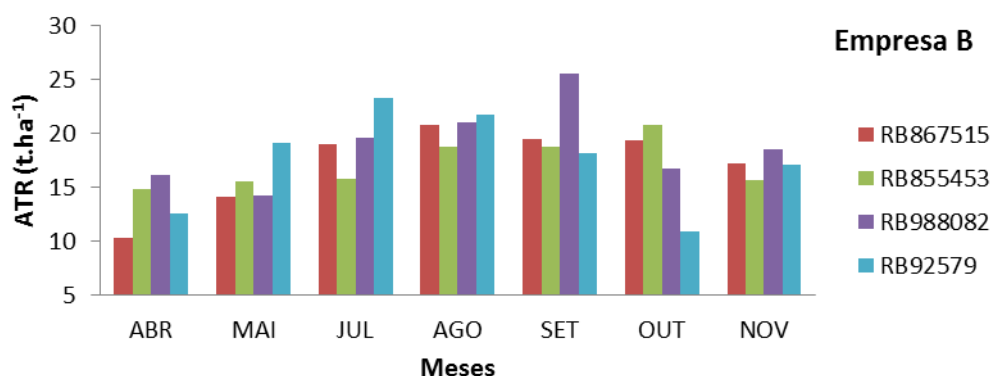


Figura 4.1.4 - Produtividade de ATR em t.ha⁻¹ das cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) ao longo dos meses na Empresa B (Rubiataba-GO), 2012.

A cultivar RB855453 apresentou produtividade estável em TCH ao longo dos meses, em relação às outras cultivares; que de outra forma, reduziram a produtividade de TCH após o mês de setembro. A cultivar RB92579 apresentou maior produção em TCH nos meses de julho e agosto, e as cultivares RB867515 e RB988082 apresentaram maior produção no mês de setembro (Figura 4.1.5).

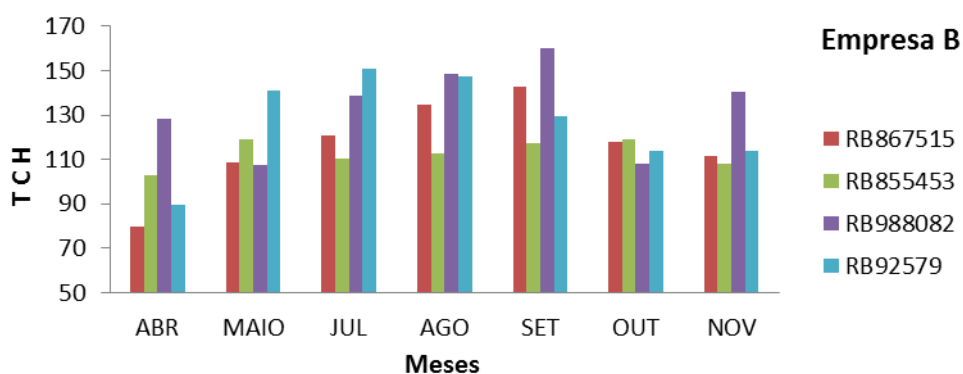


Figura 4.1.5 - Produtividade em TCH das cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) ao longo dos meses na Empresa B (Rubiataba-GO), 2012.

Todas as cultivares apresentaram acúmulo de sacarose (ATR total) semelhante entre si, destacando-se as cultivares RB867515 e RB85545, que apresentaram melhor desempenho entre os meses de julho a outubro (Figura 4.1.6).

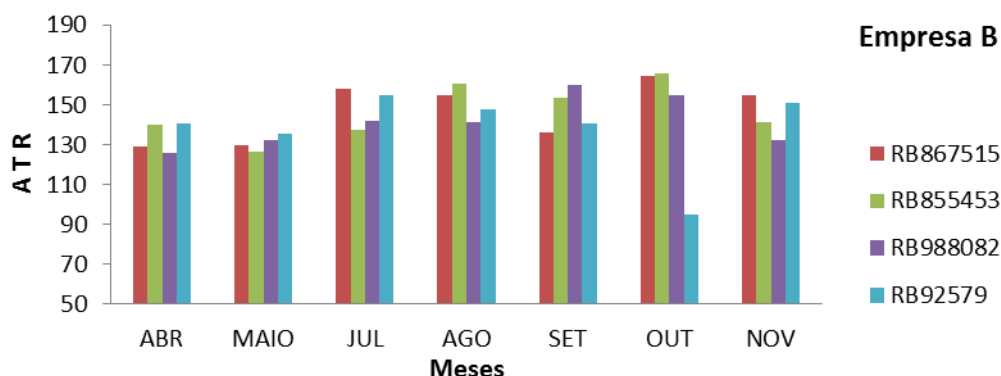


Figura 4.1.6 - Produtividade em toneladas de ATR das cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) ao longo dos meses na Empresa B (Rubiataba-GO), 2012.

Na empresa D, a maior produtividade foi alcançada nos meses de agosto e setembro independentemente da cultivar. A cultivar RB855453 foi a mais produtiva nos primeiros meses (abril e maio), e para o mês de junho a cultivar mais produtiva foi a RB867515 (Figura 4.1.7).

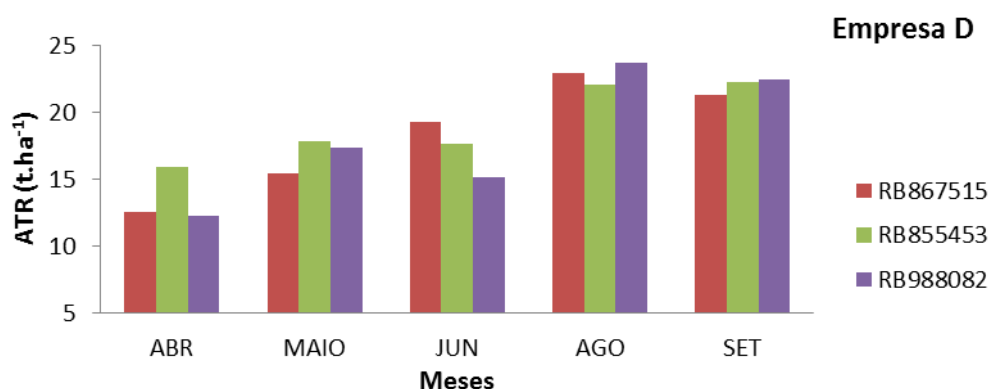


Figura 4.1.7 - Produtividade de ATR em t.ha⁻¹ das cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) ao longo dos meses na Empresa D (Santa Helena de Goiás-GO), 2012.

A cultivar RB988082 foi a mais produtiva em TCH nos meses de julho e agosto (Figura 4.1.8). Porém apresentou menor ATR nos primeiros meses (abril, maio e junho), meses em que a cultivar RB855453 apresentou resultado superior ao das demais cultivares neste local de plantio (Figura 4.1.9).

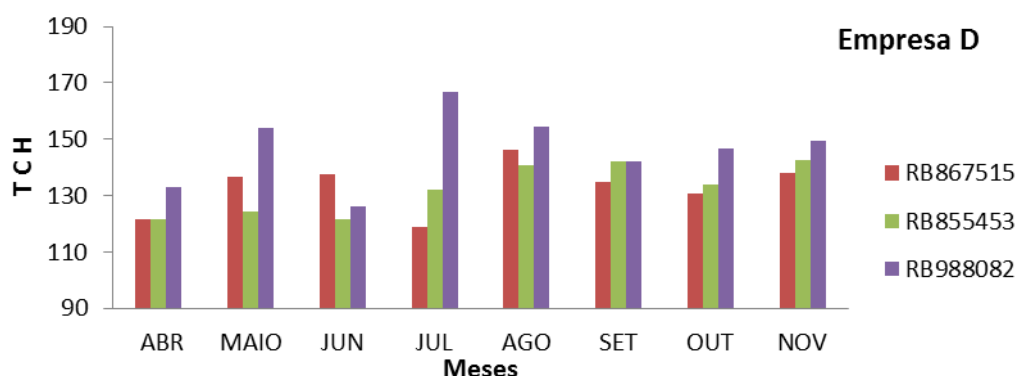


Figura 4.1.8 - Produtividade em TCH das cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) ao longo dos meses na Empresa D (Santa Helena de Goiás-GO), 2012.

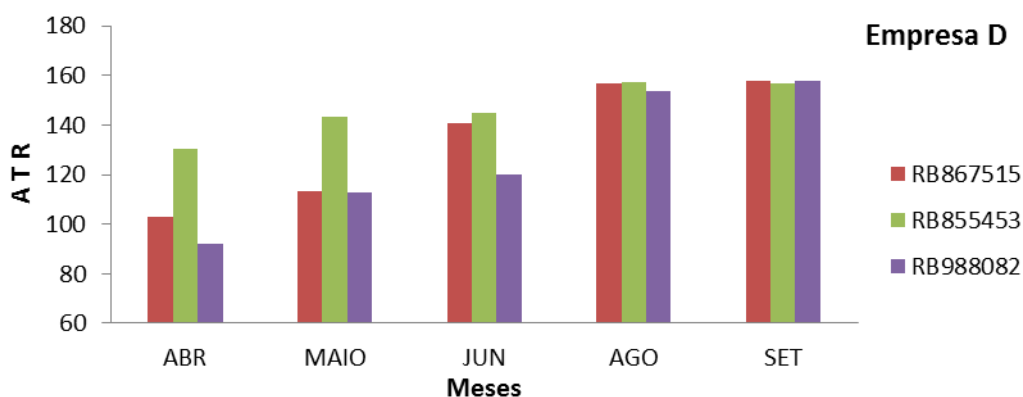


Figura 4.1.9 - Produtividade em toneladas de ATR das cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) ao longo dos meses na Empresa D (Santa Helena de Goiás-GO), 2012.

As cultivares RB867515 e a RB92579 foram as que mais se destacaram em produtividade agrícola na empresa F, com alto potencial vegetativo, que mesmo vegetando muito, conseguiram acumular sacarose e obtiveram produtividades superiores, inclusive nos primeiros meses avaliados (Figura 4.1.10).

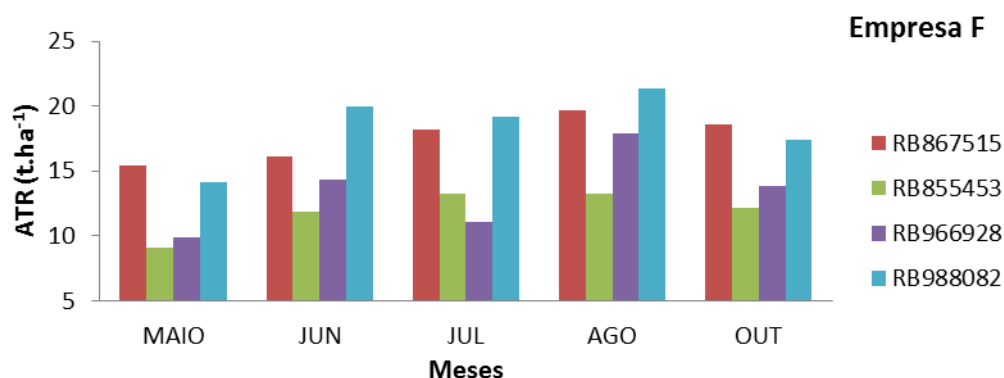


Figura 4.1.10 - Produtividade de ATR em $t.ha^{-1}$ das cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) ao longo dos meses na Empresa F (Mineiros-GO), 2012.

Observou-se que a cultivar RB966928 teve um ATR superior com relação as outras cultivar nos primeiros meses (Figura 4.1.11), porém a produtividade em TCH dessa cultivar foi baixa durante todos os meses, não atingiu 110 TCH, quando comparada com as cultivares RB867515 e RB92579 que tiveram produtividades acima de 130 TCH (Figura 4.1.12).

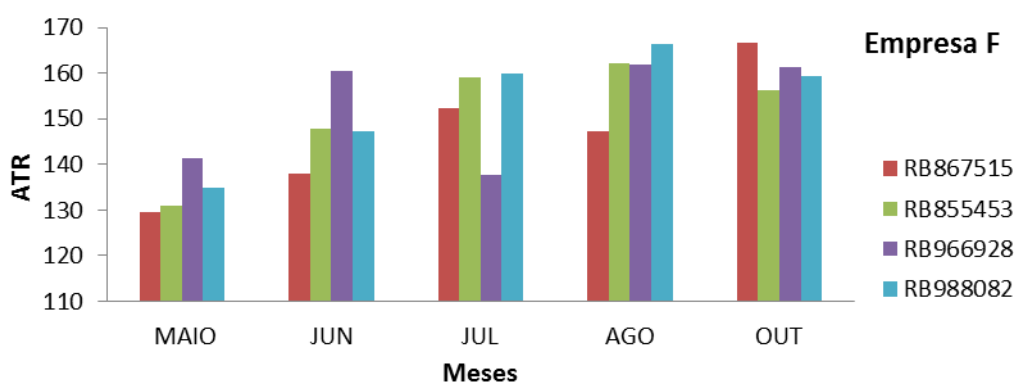


Figura 4.1.11 - Produtividade em toneladas de ATR das cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) ao longo dos meses na Empresa F (Mineiros-GO), 2012.

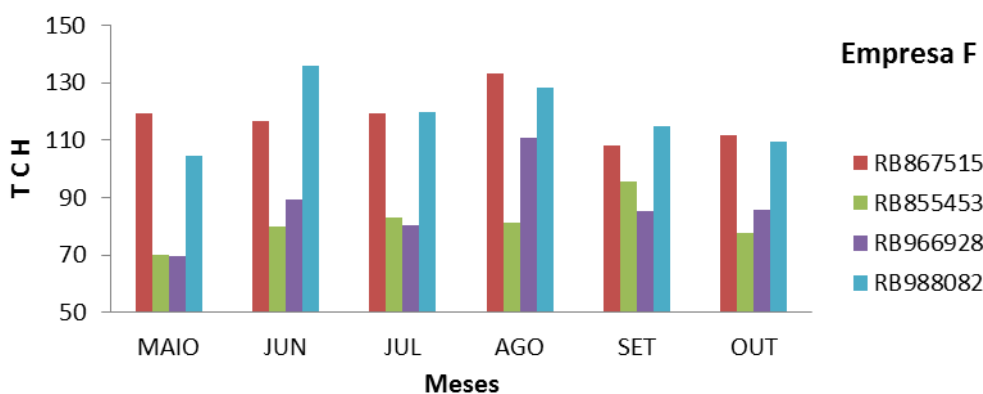


Figura 4.1.12 - Produtividade em TCH das cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) ao longo dos meses na Empresa F (Mineiros-GO), 2012.

Na empresa I notou-se que as cultivares RB867515, RB966928 e RB92579 começaram com uma produtividade de ATR muito baixa com relação à produtividade obtida nas outras empresas avaliadas, abaixo de 10 t.ha^{-1} . Houve um crescimento gradativo em ambas as cultivares (Figura 4.1.13). Pode está associado à vários fatores ambientais, inclusive a falta de água num período de grande demanda pela planta.

A cultivar RB92579 apresentou a maior produtividade em TCH em todos os meses (Figura 4.1.14). Porém, a cultivar RB966928 e a cultivar RB92579 foram as que mais acumularam sacarose (Figura 4.1.15).

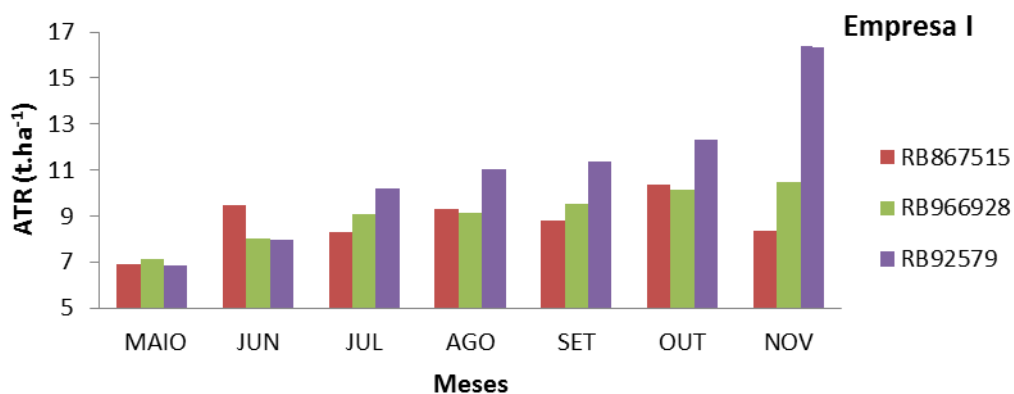


Figura 4.1.13 - Produtividade de ATR em $t.ha^{-1}$ das cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) ao longo dos meses na Empresa I (Aporé-GO), 2012.

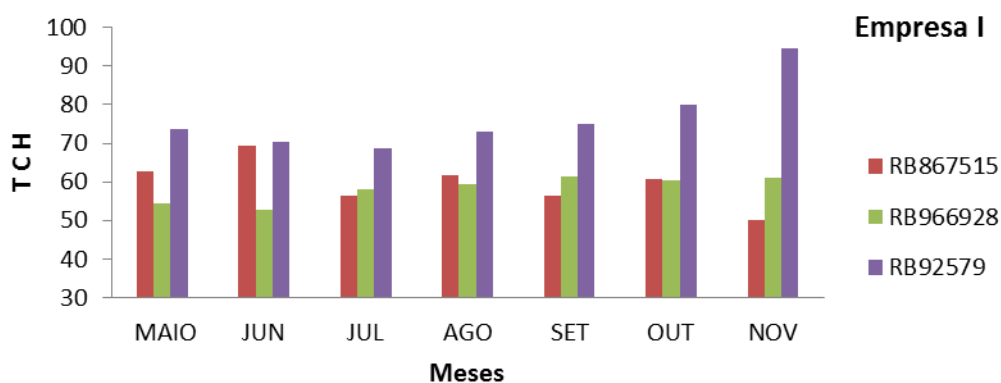


Figura 4.1.14 - Produtividade em TCH das cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) ao longo dos meses na Empresa I (Aporé-GO), 2012.

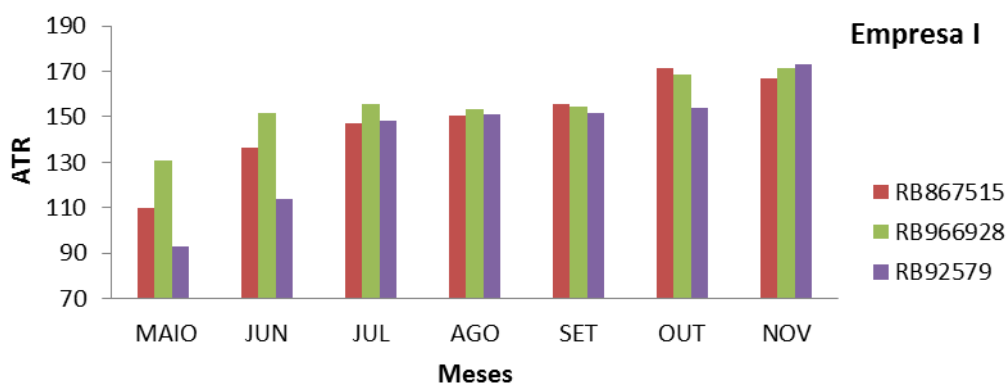


Figura 4.1.15 - Produtividade em toneladas de ATR das cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) ao longo dos meses na Empresa I (Aporé-GO), 2012.

Nesse local (Empresa I) as cultivares com alto potencial vegetativo, como a cultivar RB92579, tiveram uma produtividade em TCH muito baixa com relação às demais empresas. Porém, o acúmulo de sacarose foi alto. Este resultado conclui que as cultivares iniciaram a maturação mais rápida, possivelmente as condições ambientais não eram propícias para o desenvolvimento vegetativo prolongado.

Em cana-de-açúcar, quatro estádios distintos de crescimento têm sido caracterizados, nomeados: germinação, perfilhamento, grande crescimento e maturação. As fases de perfilhamento juntamente com a de grande crescimento, também conhecidas como fase de formação, têm sido identificadas como um período crítico por demanda de água (RAMESH, 2000).

Além disso, segundo alguns autores o crescimento celular é considerado o processo mais sensível à baixa disponibilidade de água no solo, com a divisão e expansão celular sendo diretamente inibidas pelo estresse hídrico (ZHU, 2001). Pequena redução no potencial de água no solo afeta tanto a divisão celular quanto o alongamento celular em cana-de-açúcar (GONÇALVES, 2008).

4.2 PRODUTIVIDADE DAS CULTIVARES AO LONGO DOS MESES NOS DIFERENTES LOCAIS

Analisando de forma conjunta as médias de produtividades de cada cultivar nas diferentes unidades em estudo, foram ajustadas equações polinomiais com a tendência de produtividade ao longo do tempo.

Nota-se que nas nove unidades produtoras (A, B, C, D, E, F, G, H e I), durante os meses de abril a novembro (Tabela 4.2.1), a cultivar RB867515 atingiu a sua produtividade máxima de ATR entre os meses de julho a setembro, com média de 17 t.ha^{-1} , apresentando crescimento na produtividade de abril até julho e decréscimo a partir de setembro (Figura 4.2.1).

Tabela 4.2.1 - Média da produtividade agroindustrial (ATR em t.ha⁻¹) de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), cultivar RB867515, entre os meses de abril a novembro nos nove locais avaliados.

Meses	Empresas									M*	Nº Locais
	A	B	C	D	E	F	G	H	I		
ABR	10,84	10,32	--	12,52	11,03	--	--	9,4	--	10,82	5
MAIO	17,22	14,10	5,62	15,44	14,02	15,46	7,89	--	6,90	12,08	8
JUN	--	--	--	19,30	13,83	16,12	10,54	10,21	9,47	13,25	6
JUL	--	19,03	7,30	--	31,92	18,17	14,09	12,53	8,31	15,91	7
AGO	--	20,87	11,78	22,90	20,26	19,66	--	20,36	9,31	17,88	7
SET	15,76	19,49	13,75	21,26	20,21	--	19,72	14,27	--	17,78	7
OUT	16,63	19,41	13,02	--	--	18,61	23,29	13,03	10,37	16,34	7
NOV	14,61	17,22	12,78	--	--	--	--	--	8,38	13,25	4

M*: média aritmética da produtividade; -- : dados não disponíveis

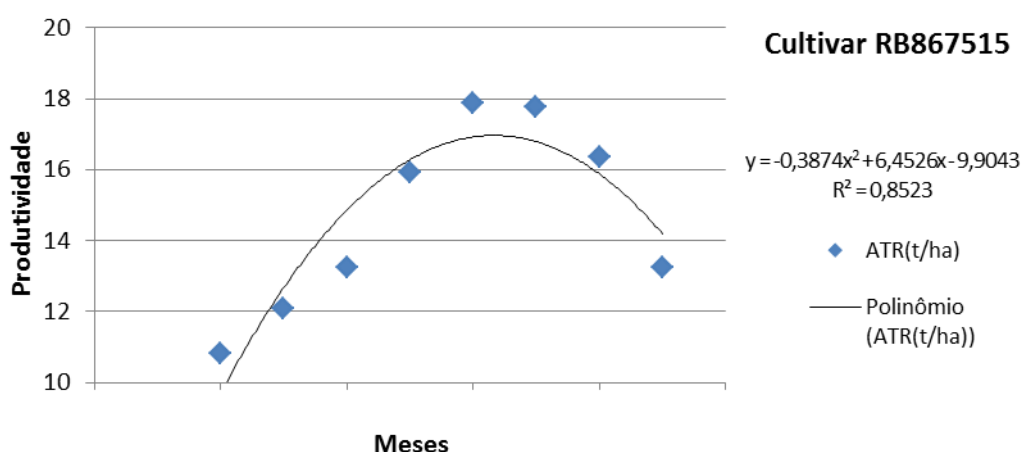


Figura 4.2.1 - Estimativa da produtividade de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) da cultivar RB867515 nos diferentes meses no Estado de Goiás, 2012.

Segundo Marafon (2012), o momento ideal para iniciar a colheita da cana-de-açúcar é quando a planta encontra-se com a maior concentração de açúcares (sacarose, glicose e frutose). Este momento depende de diversos fatores, tais como: região de cultivo, condições climáticas, idade da cultura, cultivar, tipo de solo, ocorrência de pragas e doenças. Com isso, as cultivares de maturação de ciclo médio atingem o máximo teor de sacarose do final de julho ao início de outubro (NUNES JR., 1987).

Verificou-se que em sete locais, nos meses de abril a novembro (Tabela 4.2.2), a cultivar RB966928 apresentou a máxima produtividade de ATR de aproximadamente 15 t.ha⁻¹ entre os meses de agosto e outubro. Segundo a RIDESA (2010), a produção agrícola dessa cultivar é alta, o Período de Utilização Industrial (PUI) é médio e a maturação é precoce a média.

Tabela 4.2.2 - Média da produtividade agroindustrial (ATR em t.ha⁻¹) de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), cultivar RB966928, entre os meses de abril a novembro em sete locais avaliados

Meses	Empresas							M*	Nº Locais
	A	C	E	F	G	H	I		
ABR	8,43	--	12,82	--	6,76	9,40	--	9,35	4
MAIO	10,34	6,51	13,49	9,86	--	--	7,11	9,46	5
JUN	--	--	14,55	14,33	9,95	9,95	7,99	11,35	5
JUL	12,92	13,78	16,07	11,08	11,42	11,42	9,06	12,25	7
AGO	--	12,75	19,46	17,91		16,77	9,13	15,20	5
SET	13,17	14,00	20,16		16,77	12,77	9,50	14,40	6
OUT	16,70	11,37	19,07	13,81	12,77	11,73	10,16	13,66	7
NOV	15,00	10,92	--	--	11,73	10,48	--	12,03	4

M*: média aritmética da produtividade; -- : dados não disponíveis

Em relação às demais cultivares, a RB966928 apresentou as menores produtividades. Tal resultado pode estar associado ao estresse hídrico sofrido pela cultivar naquele ano (2012), no período mais crítico do seu desenvolvimento vegetativo (Figura 4.2.2).

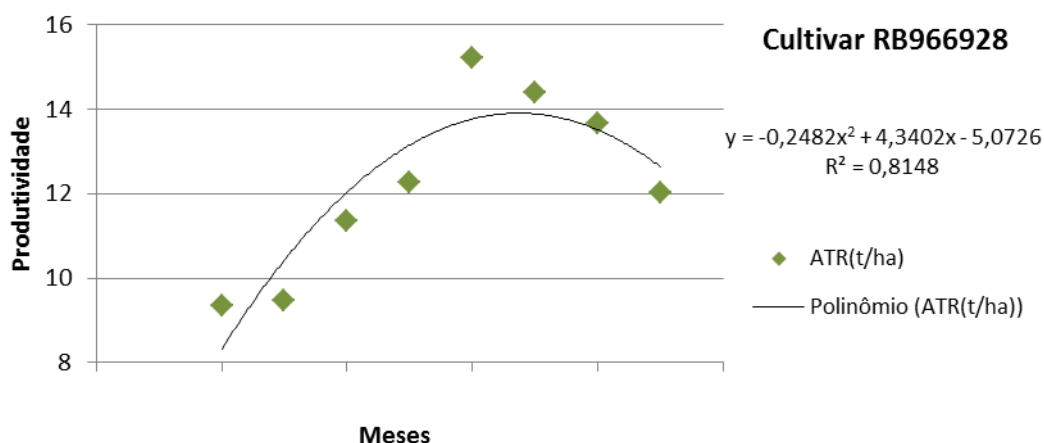


Figura 4.2.2 - Estimativa da produtividade de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) da cultivar RB966928 nos diferentes meses no Estado de Goiás, 2012.

A deficiência hídrica na fase inicial afeta o rendimento da cana-de-açúcar, reduzindo o tamanho das plantas e a produção de perfilhos; número, altura e diâmetro de colmos industrializáveis; área foliar e o peso individual dos colmos (GONÇALVES, 2008).

A cultivar RB855453 apresentou o maior acúmulo de sacarose (ATR) em seu colmo totalmente desenvolvido entre os meses de agosto a outubro, quando atingiu a máxima produtividade, com aproximadamente 19 t.ha⁻¹ no mês de setembro (Figura 4.2.3). Verificou-se que essa mesma cultivar apresentou maturação média, em oito locais avaliados (Tabela 4.2.3).

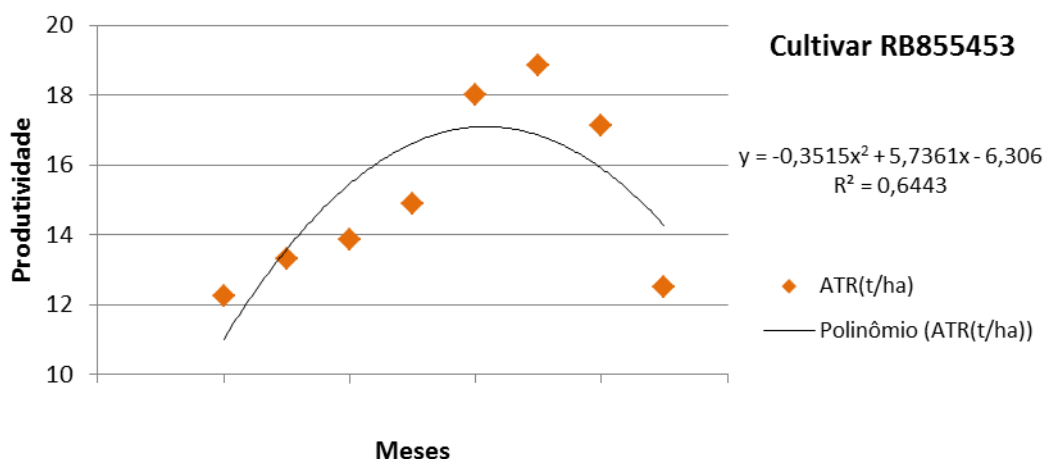


Figura 4.2.3 - Estimativa da produtividade de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) da cultivar RB855453 nos diferentes meses no Estado de Goiás, 2012.

Tabela 4.2.3 - Média da produtividade agroindustrial de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), cultivar RB855453, entre os meses de abril a novembro em oito locais avaliados.

Meses	Empresas								M*	Nº Locais
	A	B	C	D	E	F	G	H		
ABR	11,06	14,85		15,91	9,05	--		10,34	12,24	5
MAIO	14,17	15,62	15,91	17,84	14,62	9,15	5,81	--	13,30	7
JUN	--	--	--	17,65	23,13	11,85	7,55	9,13	13,86	5
JUL	15,52	15,79	17,84	--	20,82	13,25	8,04	13,06	14,90	7
AGO	--	18,84	17,65	22,09	21,38	13,21	--	14,97	18,02	6
SET	16,51	18,75	22,09	22,28	20,37	--	16,97	14,89	18,84	7
OUT	19,34	20,78	22,28	--	19,99	12,12	14,72	10,58	17,12	7
NOV	13,06	15,69	8,78	--	--	--	--	--	12,51	3

M*: média aritmética da produtividade; -- : dados não disponíveis

Segundo a Ridesa (2010), a cultivar RB855453 apresenta alta produtividade agrícola, com maturação precoce. Portanto, pode ser colhida entre os meses de maio a julho e apresenta PUI curto. Em função do seu ciclo perene, a cana-de-açúcar sofre a influência das variações climáticas durante todo o ano, característica que pode ter contribuído para que esta cultivar apresentasse maturação média, e não precoce, nas regiões avaliadas.

Para atingir alta produção de sacarose a planta precisa de temperatura e umidade adequadas para permitir o máximo crescimento na fase vegetativa seguida de restrição hídrica ou térmica para favorecer o acúmulo de sacarose no colmo na época do corte. Conforme afirmam Alfonsi et al. (1987), a cana-de-açúcar encontra suas melhores condições de desenvolvimento quando ocorre um período quente e úmido, com intensa radiação solar durante a fase de crescimento, seguida de um período seco durante as fases de maturação e colheita.

A cultivar RB988082 apresentou maturação média, de acordo com o resultado das médias das produtividades avaliadas em nove locais (Tabela 4.2.4). A maior produtividade em ATR desta cultivar foi encontrada entre os meses de julho a setembro, aproximadamente 20 t.ha⁻¹ no mês de setembro. Esta foi considerada a cultivar mais produtiva no referido mês, tendo sido a mais responsiva às condições edafo-climáticas das regiões em estudo (Figura 4.2.4).

Tabela 4.2.4 - Média da produtividade agroindustrial de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), cultivar RB988082, entre os meses de abril a novembro nos nove locais avaliados.

Meses	Empresas									M*	Nº Locais
	A	B	C	D	E	F	G	H	J		
ABR	13,35	16,14	--	12,25	11,73	--	--	8,99	--	12,49	5
MAIO	19,07	14,21	5,97	17,35	10,31	14,11	12,42	--	6,98	12,55	8
JUN	--	--	--	15,14	20,68	20,02	15,59	12,78	6,23	15,07	6
JUL	22,95	19,66	14,17	--	22,88	19,16	17,92	16,67	17,73	18,89	8
AGO	--	21,01	13,58	23,7	24,89	21,32	--	24,81	30,19	22,79	7
SET	19,70	25,61	14,92	22,45	25,78	--	20,13	14,73	16,93	20,03	8
OUT	26,65	16,74	11,86	--	17,47	17,43	21,20	10,72	18,46	17,57	8
NOV	21,63	18,57	--	--	--	--	--	--	11,25	17,15	3

M*: média aritmética da produtividade; -- : dados não disponíveis

A cana-de-açúcar na forma nativa é perene, de hábito ereto e levemente decumbente no estágio inicial de desenvolvimento. Já, nos estádios seguintes, a planta sofre seleção dos perfilhos por auto-sombreamento. O crescimento em altura continua até a ocorrência de alguma limitação no suprimento de água, de baixas temperaturas ou, ainda, devido ao florescimento, dependendo da resposta de cada genótipo às diferentes condições ambientais (DIOLA; SANTOS, 2010).

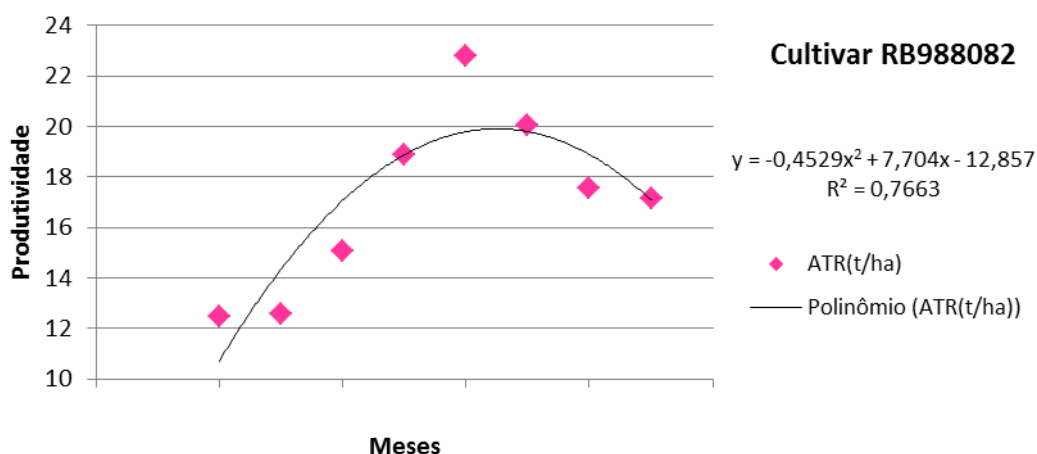


Figura 4.2.4 - Estimativa da produtividade de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) da cultivar RB988082 nos diferentes meses no Estado de Goiás, 2012.

A cultivar RB92579 foi avaliada em cinco locais distintos, apresentando a maior produtividade a partir do mês julho (Tabela 4.2.5). Nota-se que não houve um decréscimo da produtividade com o passar dos meses. Portanto, verificou-se que essa cultivar apresentou maturação média/tardia, pois atingiu a máxima produtividade a partir do mês de julho, que se manteve até o final do período avaliado (Figura 4.2.5). Segundo o Boletim divulgado pela Ridesa (2010), essa cultivar possui alta produtividade agrícola e maturação média a tardia.

Tabela 4.2.5 - Média da produtividade agroindustrial de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), cultivar RB92579, entre os meses de abril a novembro em cinco locais avaliados.

Meses	Empresas					M*	Nº Locais
	A	B	C	G	I		
ABR	13,06	12,62	--	--	--	12,84	2
MAIO	22,20	19,09	5,90	6,70	6,86	12,15	5
JUN	19,76	23,36	12,55	11,84	10,17	15,54	5
JUL	--	21,77	16,11	--	11,05	16,31	3
AGO	16,91	18,17	12,54	17,57	11,38	15,31	5
SET	24,20	10,86	10,61	16,62	12,34	14,93	5
OUT	20,65	17,11	10,32	--	16,39	16,12	4
NOV	13,06	12,62	--	--	--	12,84	2

M* = média aritmética da produtividade; -- = dados não disponíveis

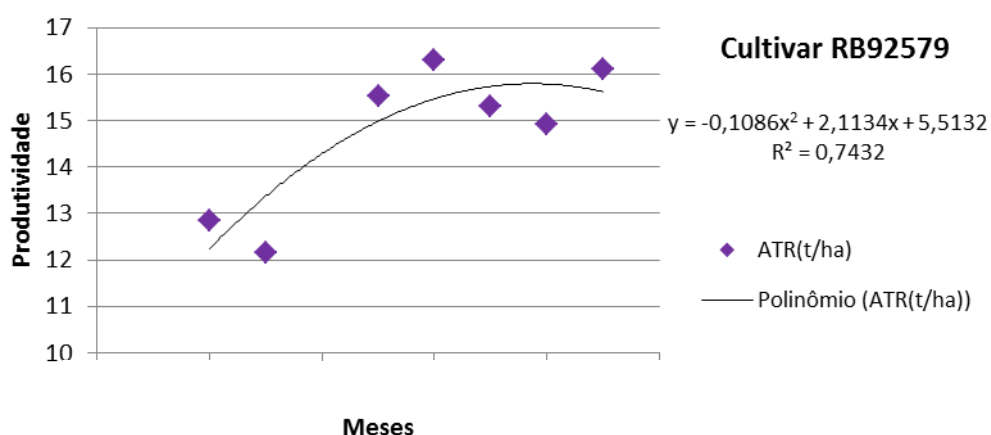


Figura 4.2.5 - Estimativa da produtividade de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) da cultivar RB92579 nos diferentes meses no Estado de Goiás, 2012.

A obtenção de novas cultivares de cana-de-açúcar continuou a representar um dos fatores que mais contribuiu para o aumento da produtividade. Para isto, buscou-se diversas alternativas (cultivares precoces, médias e tardias) para os diversos ambientes agroecológicos do Brasil, proporcionando níveis adequados de produtividade nas cultivares liberadas (RIDESA, 2010).

Em algumas regiões, muitas vezes as condições de precipitação e temperatura nos meses de abril, maio e junho, que correspondem ao início da safra, favorecem o desenvolvimento vegetativo da cana em detrimento do acúmulo de sacarose, retardando a possibilidade de atingir os valores mínimos. Consequentemente tem-se matéria-prima de baixa qualidade tecnológica ou mesmo a falta desta para o adequado funcionamento da indústria (RODRIGUES, 1995).

5 CONCLUSÕES

i) Os resultados obtidos na presente pesquisa permitem concluir que as cultivares RB855453 e RB986928 foram as que apresentaram o maior acúmulo de sacarose nos primeiros meses de colheita, com valores de ATR mais elevados, porém com menor produtividade de TCH quando comparadas com as demais cultivares por local.

ii) As cultivares RB92579, RB988082 e RB867515 apresentaram as maiores produtividades agroindustriais em quase todos os meses nos locais, sendo que cultivar RB988082 foi a cultivar mais produtiva em ATR (t.ha^{-1}) na maioria dos locais e na maioria dos meses avaliados.

iii) A cultivar RB92579 apresentou a maturação mais tardia. Todas as cultivares atingiram a máxima produtividade agroindustrial entre os meses de julho a outubro.

6 REFERÊNCIAS

ALFONSI, R. R.; PEDRO JR, M. J.; BRUNINI, O.; BARBIERI, V. Condições climáticas para a cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S. B. (Ed). **Cana-de-açúcar: Cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, v. 1, 1987. p. 42-55.

ALVES, A. Análise de Mercado de Cana-de-açúcar. **Sistema FAEG**, 2013. Disponível em: <<http://sistemafaeg.com.br/mercados-e-cotacoes/cana-de-acucar/8628-analise-de-mercado-de-cana-de-acucar-jun-13>>. Acesso em: 21 maio 2014.

ALVES, P. Vendas de carros flex registram aumento de 8,44% em 2010. **InfoMoney**, 2011. Disponível em: <<http://www.infomoney.com.br/minhas-financas/carros/noticia/2018868/vendas-carros-flex-registram-aumento-2010>>. Acesso em: 21 maio 2014.

ARALDI, R.; SILVA, F. M. L.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J.D. Florescimento em cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 3, p. 694-702, mar., 2010.

AZEVEDO, H. J. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Araras: Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar, 1981. 108 p. Apostila.

BERMANN, C. Crise ambiental e as energias renováveis. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 60, n. 3, 2008.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - LSPA**. Brasília: IBGE, 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 jan. 2014.

BURNQUIST, W. L.; REDSHAW, K.; GILMOUR, R.F. Evaluating sugarcane R&D performance: evaluation of three breeding programs. **International Society Sugar Cane Technologists**, Florida, v. 27, 2010. p. 1-15.

CÂMARA, G. M. S Ecofisiologia da cultura da cana-de-açúcar. In: CÂMARA, G. M. S. **Produção da cana-de-açúcar**. ESALQ: Piracicaba, 1993. p. 31-64.

CARNAÚBA, B. A. O nitrogênio e a cana-de-açúcar. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 8, n. 3-4, 1990. p. 24-39.

CARVALHO, L. C. C. Cana-de-açúcar, um mundo de oportunidades. **Atualidades Agrícolas**, São Paulo: Agro BASF, 2004. p. 4-9.

CARVALHO, M. L. **Estudo cinético da hidrólise enzimática de celulose de bagaço de cana-de-açúcar**. 103 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

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

CASAGRANDE, A. A.; VASCONCELOS, A. C. M. Fisiologia da parte aérea. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: IAC, 2008. p. 57-78.

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

CESAR, M. A. A.; DELGADO, A. A.; CAMARGO, A. P.; BISSOLI, B. M. A.; SILVA, F. C. Capacidade de fosfatos naturais e artificiais em elevar o teor de fósforo no caldo de cana-de-açúcar (cana-planta), visando o processo industrial. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.6, 1987. p. 32-38.

CESNIK, R.; MIOCQUE, J. J. Y. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Brasília: Embrapa, 2004.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira – Cana-de-açúcar – Safra 2011/12**. 2012. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_08_30_13_41_19_boletim_cana_portugues_-_agosto_2011_2o_lev..pdf>. Acesso em: 21 maio 2014.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira – Cana-de-açúcar – Safra 2013/14**. 2014. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_08_08_09_39_29_boletim_cana_portugues_-_abril_2013_1o_lev.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2014.

CONSECANA. **Regulamento dos negócios de compra e venda de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo**: Manual de Instruções. Piracicaba: 2006. 16 p. Apostila.

COX, M. C.; STRINGER, J. K.; CERVELLIN, R. J. Productivity increases from new varieties in the Queensland sugar industry. **Australian Society of Sugar Cane Technologists**, Queensland, v. 27, 2005. p. 124-132.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2 ed. Universidade Federal de Viçosa: 2006. 585 p.

CRUZ, J.; C. S., JERONIMO, J. M., PERDONÁ, M. J. Informações sobre a ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar. **Pesquisa & Tecnologia**, São Roque, vol. 11, n. 1, 2014.

CTC - CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA. Pragas e doenças da cana-de-açúcar. **“ROGUING”**. Piracicaba, SP. 2013. Apresentação.

DIAS, F. L. F. **Relação entre a produtividade, clima, solos e cultivares de cana-de-açúcar, na Região Noroeste do Estado de São Paulo**. 64 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

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

DUNKELMAN, P. H.; BLANCHARD, M. A. Controlled photoperiodism in basic sugarcane breeding. **Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol**, Florida, v.4, p. 80-85, 1974.

FARONI, C. E., TRIVELIN, P. C. O. Quantificação de raízes metabolicamente ativas de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, 2006. P. 1007-1013.

FERNANDES, A. C. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. Piracicaba: STAB, 2003.

FERNANDES, A. C. Refratômetro de campo. **Boletim Técnico Copersucar**, São Paulo, v. 19, 1982. p. 5-12.

FERNANDES, O. W. B. **Avaliação de cultivares de cana-de-açúcar para a produção de cachaça artesanal e a interferência dos resultados no comportamento do produtor na região de Salinas-MG**. 83p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2005.

GUELLER, A. C. A. Resultados da aplicação de maturadores vegetais em cana-de-açúcar, variedades RB72454 e RB835486 na região de Araras, SP. In: JORNADA CIENTÍFICA DA UFSCAR, 4., 2001, São Carlos. **Resumos...** São Carlos, 2001.

GONÇALVES, E. R. **Fotossíntese, osmorregulação e crescimento inicial de quatro cultivares de cana-de-açúcar submetida à deficiência hídrica**. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Produção Vegetal) - Universidade Federal do Alagoas, Rio Largo, 2008.

GOUVÊA, J. R. F. **Mudanças Climáticas e a expectativa de seus impactos na cultura de cana-de-açúcar na região de Piracicaba**. 100 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

GUIMARÃES, L. D. A. **Ecologia e Conservação de Anfíbios Anuros do Estado de Goiás**. 145 p. Dissertação (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

HOFFMANN, H. P.; SANTOS, E. G. D.; BASSINELLO, A. I.; VIEIRA, M. A. **Variedades RB de Cana-de-açúcar**. Araras: CCA/UFSCar, 2008. 30 p.

JACKSON, P. A. Breeding for improved sugar content in sugarcane. **Field Crops Research**, Maryland Heights, v. 92, 2005. p. 277-290.

KANG, M. S.; MILLER, J. D. Genotype-environment interactions for cane and sugar yield and their implications in sugarcane breeding. **Crop Science**, v. 24, p. 435-440, 1984.

LANDELL, M. G. A.; BRESSIANI, J. A. Melhoramento genético, caracterização e manejo varietal. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELLOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. p. 101-155.

LEITE, R. C. C. **Pró-Alcool**: a única alternativa para o futuro. Campinas: UNICAMP, 1987. 86 p.

LEPSCH, I. F. Influência dos fatores edáficos na produção. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. (Coord.) **Ecofisiologia da produção**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p. 83-98.

LOBATO, E. J. V.; SACRAMENTO, G. L.; ANDRADE, R. S.; ALEIXO, V.; GONÇALVES, V. A. **Atlas Climatológico do Estado de Goiás**. Goiânia: Editora da UFG, 2002. 99 p.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Anuário Estatístico da Agroenergia**. 2010. Disponível em:

<<http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimentosustentavel/agroenergia/estatistica>>.

Acesso em: 21 maio 2014

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

MARQUES, D. M. F.; SILVA, T. C. M.; ZOPELARI, A. L. M. S.; FIGUEIREDO, R. S. Produção e preço da cana-de-açúcar em Goiás. **Conjuntura Econômica Goiana**, n. 23. Goiânia: Secretaria de Gestão e Planejamento do Estado de Goiás, 2011. 73 p.; il. Disponível em: <<http://www.seplan.go.gov.br/sepin/down/conjuntura23.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2014.

MAULE, R. F.; MAZZA, J. A.; MARTHA JR., G. B. Produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 295-301, 2001.

MATSUOKA, S.; GARCIA, A. A. F.; CALHEIROS, G. G. Hibridação em cana-de-açúcar. In: BORÉM, A. (Ed.). **Hibridação Artificial de Plantas**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa : Editora da UFV, v.1, p.221-254, 1999.

MATSUOKA, S.; GARCIA A. A. F.; ARIZONO, H. Melhoramento da cana-de-açúcar. In: BORÉM, A. (Ed.) **Melhoramento de espécies cultivadas**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa: Editora da UFV, 2005. p. 205-251, 2005.

MING, R.; MOORE, P.H.; D'HONT, A.; GLASZMANN, J.C.; TEW, T.L.; MIRKOV, T.E.; DA SILVA, J.; JIFON, J.; RAI, M.; SCHELL, R.J.; BRUMBLEY, S.M.; LAKSHMANAN, P.; COMSTOCK, J.C.; PATERSON, A.H. Sugarcane Improvement through Breeding and Biotechnology. In: JANICK, J. **Plant breeding reviews**. New York, John Wiley & Sons, 2006, cap. 2, p. 15-118.

MIRANDA, J. R.; MIRANDA, E. E. **Sistemas de Produção Orgânica de Cana-de-açúcar**: Monitoramento qualificado de biodiversidade. Campinas: Embrapa

Monitoramento por Satélite, 2004. 6 p., il. (Comunicado Técnico, 13). Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/publicacoes/etanol/monitoramentoBiodCanaOrg_Embrapa.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2014.

NIMER, E. Climatologia da região Centro-Oeste. In: _____. **Climatologia do Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. p. 391-419.

NUNES JR, D. M. S. Cultivares de cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S. B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. São Paulo: Fundação Cargill, 1987. v. II, p. 187-259.

OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E.; ZAMBOM, J. L.; WEBER, H.; IDO, O. T.; BESPALHOK FILHO, J. C.; ZUFFELLATO RIBAS, K. C.; SILVA, D. K. T. Desenvolvimento da área foliar em três cultivares de cana-de-açúcar e sua correlação com a produção de biomassa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 2, 2007. p. 71-76.

PITELLI, M. M.; VIAN, C. E. F. O Processo Recente de Formação dos Campos Organizacionais da Carne Bovina e Açúcar Orgânicos: Análise Preliminar e 16 perspectivas. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 43, Ribeirão Preto. **Anais...** Brasília: SOBER, 2005. 18 p.

PRIMAVESI, A. **A agricultura em regiões tropicais: o manejo ecológico do solo**. São Paulo: Nobel, 1980. 541 p

RAMESH, P. Effect of different levels of drought during the formative phase on growth parameters and its relationship with dry matter accumulation in sugarcane. **Journal of Agronomy & Crop Science**, Oxford, v. 185, 2000. p. 83-89.

RIBEIRO, N. V.; FERREIRA, L. G.; FERREIRA, N. C. Expansão da Cana-de-Açúcar no Bioma Cerrado: Uma análise a partir da modelagem perceptiva de dados cartográficos e orbitais. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Natal, 2009. **Anais...** Natal: INPE, 2009. p. 4287-4293. Disponível em <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.15.00.06/doc/4287-4293.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2014.

RICAUD, R. B., COCHRAN, M. Methods of planting sugarcane for sugar and biomass production in Louisiana. In: CONGRESS OF INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 17, Louisiana, 1980. **Proceedings...** Louisiana: ISSCT, 1980. p. 118-120.

RIDESA - REDE INTERUNIVERSITÁRIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO. **Catálogo Nacional de Cultivares “RB” de Cana-de-Açúcar**. Curitiba, 2010. Catálogo.

RIDESA - REDE INTERUNIVERSITÁRIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO. **Catálogo Nacional de Cultivares “RB” de Cana-de-Açúcar**. Curitiba, 2012. Catálogo.

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: Instituto de Biociência, 1995. 101 p. Apostila.

ROSSETO, R.; SANTIAGO, A. D. Doenças da cana-de-açúcar e seu controle. **Informações Agronômicas**, n. 67, set., 1994. Encarte. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/InformacoesAgronomicas_67ID-fdwBc3usO9.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2014.

ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F.; VITTI, A. C.; CANTARELLA, H.; LANDELL, M. G. A. Manejo conservacionista e reciclagem de nutrientes em cana-de-açúcar. **Informações Agronômicas**, n. 124, dez., 2008.

SANTOS, D. L. **Zoneamento da favorabilidade climática para a ocorrência da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar nas principais regiões produtoras do Brasil e da Austrália**. 100 p. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

SANTOS, D. S.; SPAROVEK, G. Retenção de sedimentos removidos de área de lavoura pela mata ciliar, em Goiatuba (GO). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 5, 2011. p. 1811-1818. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v35n5/a35v35n5.pdf>>. Acesso em: 08 nov 2014.

SCARPARI, M. S., BEAUCLAIR, E. G. F. **Anatomia e botânica**: Cana-de-açúcar. Campinas: IAC, v. 882. 2008.

SEVERIANO, E. C.; OLIVEIRA, G. C.; CURI, N.; DIAS JR., M. S. Potencial de uso e qualidade estrutural de dois solos cultivados com cana-de-açúcar em Goianésia-GO. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 2009, vol. 33, n. 1, p. 159-168.

SIEG - SISTEMA ESTADUAL DE GEOINFORMAÇÃO. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br/>>. Acesso em: 23 mar. 2014.

SIFAEG - SINDICATO DA INDÚSTRIA DE FABRICAÇÃO DE ÁLCOOL DO ESTADO DE GOIÁS. Disponível em: <www.sifaeg.com.br/index.html>. Acesso em: 10 jun. 2014.

SILVA, F. A. M.; MÜELLER, G. A.; LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M.; MARIN, F.; LOPES, T. S. S. Avaliação da oferta e demanda hídrica para o cultivo de cana-de-açúcar no estado de Goiás. In: IX SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, II SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAL. **Anais...** Brasília: Embrapa Cerrados, 2008. Disponível em: < <http://www.cpac.embrapa.br/download/782/t>>. Acesso em: 10 jun 2014

SILVA, G. M. et al. The use of ethephon to manage sugarcane varieties in different locations of the central - southern region of Brazil. In: CONGRESS OF I.S.S.C.T., 1989, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 1989. v. 20. p. 623-645.

SILVA, S. C.; SANTANA, N. M. P; PELEGRINI, J. C. **Caracterização Climática do Estado de Goiás**. Goiânia: Secretaria de Indústria e Comércio - Superintendência de Geologia e Mineração, 2006. 133p. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/downloads/Livro_Clima.pdf>. Acesso em: 23 mar 2014.

SILVEIRA, L. C. I. **Adaptabilidade e estabilidade de clones de cana-de-açúcar no Estado de Minas Gerais**. 60 p. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) – Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

SILVEIRA, J. A. G.; CROCOMO, O. J. Assimilação de nitrogênio em cana-de-açúcar cultivada em presença de elevado nível de N e de vinhaça no solo. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 2, n. 2, 1990. p. 7-15.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.

TOPPA, E. V. B., JADOSKI, C. J., JULIANETTI, A., HULSHOF, T, ONO. E.O., RODRIGUES, J.D. Aspectos da fisiologia de produção da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 3, n. 3, set.-dez., 2010. p. 215-221.

TRIVELIN, P.C.O.; VITTI, A.C.; OLIVEIRA, M.W.; GAVA, G.J.C.; SARRIÉS, G.A. Utilização de nitrogênio e produtividade da cana-de-açúcar (cana-planta) em solo arenoso com incorporação de resíduos da cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa v.26, p.636-646, 2002.

UNICA. UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. São Paulo. Setor Sucroenergético - Consecana. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/consecana>>. Acesso em: 01 jul 2014.

WACLAWOVSKY, A. J.; SATO, P. M.; LEMBKE, C. G.; MOORE, P. H.; SOUZA, G. M. Sugarcane for bioenergy production: an assessment of yield and regulation of sucrose content. **Plant Biotechnology Journal**, Oxford, v. 8, 2011. p. 263-276.

ZAMBOLIM, L. **Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade**. Viçosa: UFV, 2000. 394 p.

ZENI NETO, H. **Adaptabilidade e Estabilidade Fenotípica de Clones RB (República do Brasil) Precoces de Cana-de-Açúcar no Estado do Paraná**. 78 p. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) – Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

ZHU, J. K. Cell signaling under salt, water and cold stresses. **Current Opinion in Plant Biology**, Oxford, v. 4, 2001. p. 401-406.