



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA - FAV

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO CALDO DE
CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR EM ARRANJOS
DE ESPAÇAMENTOS ENTRE FILEIRAS NO CERRADO**

Douglas Gomes Guimarães

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Brasília-DF
Julho/2017

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO CALDO DE
CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR EM ARRANJOS
DE ESPAÇAMENTOS ENTRE FILEIRAS NO CERRADO**

DOUGLAS GOMES GUIMARÃES

**Orientador: Prof. MARCELO FAGIOLI
Co-orientador: Pesquisador Dr. ARTUR GUSTAVO MULLER**

Trabalho de Conclusão de Curso para Graduação em Agronomia, apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como requisito para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

**Brasília-DF
Julho/2017**

Universidade de Brasília - UnB
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV

Produtividade e qualidade do caldo de cultivares de cana-de-açúcar em arranjos de espaçamentos entre fileiras no Cerrado.

Douglas Gomes Guimarães
Matrícula: 11/0157346

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Fagioli
Matrícula: 1035649

Co-orientador: Pesquisador Dr. Artur Gustavo Muller

Projeto final de Estágio Supervisionado, submetido à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA:

Professor Dr. Marcelo Fagioli
Universidade de Brasília - UnB
Orientador

Professora Dra. Lurdeneide de Araújo Barbosa Borges
Universidade de Brasília - UnB
Examinadora

Engenheira Agrônoma MSc. Nayara Carvalho
Universidade de Brasília - UnB, Doutoranda em Agronomia
Examinadora

FICHA CATALOGRÁFICA

GUIMARÃES, D.G.

Produtividade e qualidade do caldo de cultivares de cana de cana-de-açúcar em arranjos de espaçamentos entre fileiras no Cerrado / Douglas Gomes Guimarães; orientação de Marcelo Fagioli - Brasília, 2017.

Monografia - Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2017.

1. Cana-de-açúcar - Sistema de Plantio 2. Cana-de-açúcar – Cultivares. 3. Espaçamentos entre fileiras.

I. Fagioli. M. de II. Título

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

GUIMARÃES, D.G. **Produtividade e qualidade do caldo de cultivares de cana de cana-de-açúcar em arranjos de espaçamentos entre fileiras no Cerrado.** 2017. 26f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2017.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: Douglas Gomes Guimarães

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Produtividade e qualidade do caldo de cultivares de cana-de-açúcar em arranjos de espaçamentos entre fileiras no Cerrado.

Grau: 3º **Ano:** 2017

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Douglas Gomes Guimarães
Matrícula: 11/0157346
End.: Qnl 8, Bloco i, Casa 5, Taguatinga-DF.
Tel.: (61) 99550-2655
e-mail: douglasguimaraes.df@hotmail.com

DEDICATÓRIA

À Deus por colocar sempre em minha vida os obstáculos possíveis de serem vencidos. Pela compaixão e por nunca ter me abandonado, por ter me dado força e ter me consolado e me mostrado o seu amor em todos os momentos dessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela serenidade e força concedidas para alcançar os meus objetivos e superar os obstáculos impostos em minha caminhada.

Aos meus pais, Francisca Almeida Gomes e Rubelmar Jose dos Reis Guimarães pelos exemplos de humildade e honestidade e por terem sempre mostrado que educação é essencial em nossas vidas. Por tornar essa caminhada o mais serena possível.

Ao Professor Dr. Marcelo Fagioli, pelo exemplo de profissional, pela sabedoria transmitida e pela amizade.

Aos professores do curso de Agronomia, pelo comprometimento, pelo conhecimento dissipado e pela dedicação ao ensinar.

À todos os meus familiares, pelas boas vibrações e pelo apoio.

Aos queridos amigos que estiveram muito presentes nos momentos de estudo e de descontração.

À minha namorada Taiane de Barros, pela paciência, apoio e pelo seu carinho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	iv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1. A cana-de-açúcar.....	3
3.1.1. Classificação botânica, origem e evolução.....	3
3.1.2. Importância econômica.....	3
3.1.3. Aspectos climáticos e ambientais.....	5
3.1.4. Espaçamentos entre fileiras.....	6
3.1.5. Espaçamentos entre fileiras no Brasil.....	9
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4.1. Localização e caracterização da área experimental.....	11
4.2. Clima.....	11
4.3. Genótipo utilizado.....	11
4.4. Práticas culturais dentro da área experimental.....	12
4.5. Características avaliadas em campo.....	14
4.5.1 Produtividade cana planta e cana soca.....	14
4.5.2 Produtividade de açúcar.....	14
4.5.3 °Brix.....	14
4.6. Características avaliadas em laboratório.....	14
4.7. Análise estatística.....	14
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
6. CONCLUSÕES.....	21
7. REFERÊNCIAS.....	22

RESUMO

Na atualidade o setor de sucroenergético é o nosso mais importante meio de geração de energias renováveis, a cana de açúcar é também responsável pelo fornecimento do açúcar brasileiro e de grande parte do mundo, tornando o seu papel ainda mais amplo na indústria e no comércio internacional. O objetivo desse trabalho foi avaliar características tecnológicas da cana de açúcar em diversos espaçamentos com duas cultivares (IAC 91-1099 e RB 86-7515). O experimento foi conduzido em condições de campo no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados-CPAC no período de julho de 2013 a outubro de 2015. Foram avaliadas as cultivares de cana-de-açúcar IAC 91-1099 e RB 86-7515, ambas submetidas aos espaçamentos estreito, base larga, normal e fileira dupla. As características avaliadas em campo foram produtividade de cana planta e cana soca, produtividade de açúcar, °Brix, Fibra e Pol da cana. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial com médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa de produtividade dentro de espaçamentos e cultivares, tanto para cana planta quanto para cana soca. Na avaliação tecnológica observou-se que não houve diferença estatística para °Brix, Fibra e Pol da Cana dentro de espaçamento, mas houve diferença significativa de Pol da Cana dentro de cultivar. AR (açúcares redutores) mostrou diferença significativa, tanto para cultivar quanto para espaçamento. ATR (açúcar total recuperável) e produtividade de açúcar não apresentaram diferenças significativas dentro de espaçamentos, porém apresentaram diferença significativa para cultivares. Como conclusões o espaçamento não influencia na produtividade das cultivares, tanto para cana planta quanto para cana soca. A qualidade do caldo (°Brix, Pol da Cana e Fibra) não demonstra diferença entre cultivar x espaçamento, exceto o Pol da Cana é menor na cultivar IAC 91-1099. O teor de AR (açúcares redutores) apresenta diferença entre cultivares e nos espaçamentos entre fileiras. A cultivar RB 86-7515 apresenta maior valor para ATR (açúcar total recuperável) do que a cultivar IAC 91-1099.

Palavras-chave: *Sacharum* spp., espaçamento entrelinhas, qualidade do caldo.

1. INTRODUÇÃO

A busca por fontes de energias renováveis menos poluentes e que tenham ótima eficiência e viabilidade, tem se tornado cada vez mais discutido na sociedade. Diante de acontecimentos e desordens climáticas verificadas com dados alarmantes quanto ao planeta, encontrar meios para produzir o máximo degradando o mínimo tem sido o objetivo da maioria dos estudos agrônômicos.

A cana de açúcar tem demonstrado grande importância na geração de energia, de primeira (utilizando o caldo da cana) e segunda geração (utilizando a palha da cana), além do domínio no mercado do açúcar. O Brasil é reconhecido mundialmente pela capacidade de geração de energia sustentável utilizando a cana de açúcar, domina todos os processos de produção da cultura e pela vasta experiência no cultivo da planta.

A cana de açúcar é uma planta C4 com alta eficiência na transformação de energia luminosa em energia química e as condições de luminosidade da planta devem estar perfeitas para que ela tenha seu desempenho otimizado a campo.

A relação entre espaçamentos e produtividade é algo que muitos autores (por exemplo: Casagrande, Ripoli e Ripoli, Bernardes e Belardo) já constataram como fator determinante no ótimo desenvolvimento da planta, por influenciar na interceptação de luminosidade, tendo assim reflexo direto na produtividade. Dessa forma o uso dos espaçamentos ideais aliados à escolhas das cultivares é de grande relevância no sistema produtivo da cultura (SEGATO et al., 2006).

Novas formações de espaçamento são cogitadas pelas usinas e envolvem mudanças muito importantes, inclusive na bitola dos tratores e até mesmo na criação de novos maquinários para buscar uma maior eficiência na atividade da colheita com foco em diminuir a compactação e o pisoteio das soqueiras. Pensando em melhoras na eficiência produtiva da cultura é importante estudar novas possibilidades de arranjos, que irão atender tendências e que manterá nosso País na posição de importância que se encontra quanto ao cultivo da cana-de-açúcar.

2. OBJETIVO

Avaliar a influência na produtividade e qualidade do caldo de duas cultivares de cana-de-açúcar em diferentes arranjos de espaçamentos entre fileiras em cultivo no Cerrado.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. A cana-de-açúcar

3.1.1. Classificação botânica, origem e evolução

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma planta alógama, pertencente à divisão *Magnoliophyta*, Classe *Liliopsida*, sub-classe *Commelinidae*, ordem *Cyperales*, família *Poaceae*, tribo *Andropogonae* e sub-tribo *Saccharininae* (CASTRO et al., 2001). Tem como centro de origem a Oceania (Nova Guiné) e Ásia (China e Índia) (DIOLA; SANTOS, 2010). A princípio a espécie *Saccharum officinarum* L. era a principal espécie cultivada, entretanto sofreu severos danos causados por doenças e dificuldades de adaptação ecológica. A expansão da cultura da cana foi possível no mundo graças a programas de melhoramento genético que produziram híbridos interespecíficos, resistentes e melhores adaptados a diversas condições ambientais (FIGUEIREDO et al., 1999; MATSUOKA et al., 1999).

3.1.2. Importância econômica

A cana-de-açúcar tem se mostrado umas das mais importantes culturas cultivadas no Brasil e isso se deve ao crescente incremento em produtividade com o passar dos anos, o que gerou ao Brasil reconhecimento internacional como o maior produtor de álcool e açúcar mundial (FAO, 2010).

Os biocombustíveis na história do Brasil são datados do início do Século 20 quando iniciaram as primeiras experiências com a produção de energia a partir do açúcar. O Instituto do Álcool (IAA) foi criado em 1933 e apontava para o positivo desenvolvimento dessa tecnologia no país, entretanto foi a criação do PROÁLCOOL - Programa Nacional do Álcool pelo Governo Federal no ano de 1975 que tornou-se responsável pela pioneira produção de etanol a partir da cana-de-açúcar (RODRIGUES, 2010). Desde meados da década passada, o país vem se destacando pelo ótimo potencial para a agricultura de energia visando gerar biocombustíveis, com 596 usinas operando no ano de 2010 (SUGARCANECROPS, 2010).

A importância do segmento canavieiro no Brasil é evidente quando se apresenta a sua participação na geração de resultados. Segundo Ferreira-Neto (2005) reitera, o país possui outras vantagens, como os custos de produção mais competitivos. Pode-se citar também a grande disponibilidade de terras adequadas, topografia pouco íngreme no centro Oeste e com solo argiloso, tecnologia agrícola e industrial, escala de produção e clima favorável. Na questão climática vale ressaltar

que esse permite que a colheita seja realizada de cinco a seis vezes antes do plantio, representando uma vantagem a outros países produtores, como por exemplo a Índia que necessitam replantio a cada duas ou três colheitas.

De acordo com dados da CONAB em 2017, a área colhida no país com destinação a produção sucroalcooleira na safra 2017/2018 deverá atingir área de produção equivalente a 8.838,5 mil hectares, representando uma redução de 2,3% ao ocorrido na safra anterior (CONAB, 2017).

Ainda em relação a safra de 2017/2018 deverá apresentar decréscimo de produção (-1,5%) em relação à safra anterior. E em números absolutos, presume-se que haverá uma produção de 647,6 milhões de toneladas de, ante aos 657,1 milhões da safra 2016/17. Isso se dará pela intensa diminuição de área nos principais estados produtores da região Centro-Sul, mesmo com expectativa de condições climáticas mais favoráveis em comparação ao mesmo período da safra passada. O leve incremento, observado em relação à safra passada (0,9%), é em decorrência da expectativa de recuperação das lavouras na Região Norte-Nordeste (9,1%) e em menor escala na Região Centro-Sul, principal produtora nacional (0,4%), em comparação com a safra passada. As causas estão relacionadas à melhoria esperada das condições climáticas (CONAB, 2017).

Na relação entre os países emergentes o Brasil ganhou destaque pelo uso de energias renováveis produzindo biocombustíveis (BALAT, 2011), e pela cogeração de energia elétrica a partir do bagaço (NEVES; CONEJERO, 2007). Vem surgindo então uma nova oportunidade no setor sucroalcooleiro que é o uso da palhada da cana de açúcar para a geração de etanol de segunda geração (GOLDEMBERG, 2007).

Em relação ao parque industrial canavieiro o Brasil possuía, nessa época, cerca 420 usinas/destilarias, sendo que desse montante, metade (210) se encontrava no Estado de São Paulo, seguido de Minas Gerais e Paraná e ainda se estimou que em 2010, 35 novas unidades em construção entrariam em operação (BRASIL, 2008).

Impactos sobre a agricultura tem importância especial para o Brasil, uma vez que quase 30% do produto interno bruto brasileiro está relacionado ao agronegócio (BARROS, 2009). Embora apresente números bem expressivos, o setor da cana de açúcar passa por dificuldades com origem em três causas principais: 1) Aumento da necessidade de capital financeiro para formar estoques de etanol e garantir a oferta do produto na entressafra; 2) a má remuneração da atividade alcooleira nas safras 2007/2008 e 2008/2009 e 3) inexistência de artifícios comerciais para tornar o etanol

competitivo frente a gasolina, pressupondo que os preços do etanol e açúcar continuando como estão manterão o setor com a expansão mantida atualmente (BRESSAN-FILHO, 2009).

3.1.3. Aspectos climáticos e ambientais

A cana é considerada uma planta tropical em sua essência e possui cultivo de longa duração, convivendo assim com todas as estações do ano, chuvosas, inverno e verão durante o seu ciclo de vida. Os componentes climáticos mais fundamentais que compõem a boa produção e qualidade da planta são luz, temperatura e umidade disponível. A planta se adapta muito bem em áreas quentes e ensolaradas, e a produção máxima de açúcar se dá em estação longa, quente, com alta incidência de radiação solar e boa umidade, sendo que a planta usa 148 a 300 g de água para produzir 1 g de substância seca. Tempo razoavelmente seco, com sol e fresca, porém sem a presença de geada, favorece amadurecimento. Durante o amadurecimento da planta a umidade cai de 83% em cana jovem para 71% em cana madura, enquanto a sacarose se eleva de menos que 10% para mais de 45% do peso seco (CASAGRANDE, 1991). A cana-de-açúcar encontra suas melhores condições de crescimento quando há um período quente e um período úmido de intensa radiação solar no seu crescimento (ALFONSI et al., 1987).

De acordo com Magro et al. (2011), a temperatura é um fator altamente relevante e influencia bastante o crescimento dos colmos. Colmos submetidos a temperaturas abaixo de 25 °C tornam-se eretos, para temperaturas abaixo de 20 °C o crescimento é quase zero e levando em conta temperaturas máximas o crescimento seria lento acima de 35 °C e não haveria crescimento acima de 38 °C, concluindo então que a faixa ótima para o crescimento de colmos de cana de açúcar seria entre 25 °C e 35 °C, sem deixar de levar em consideração a temperatura com a radiação solar, principalmente nos primeiros estádios de desenvolvimento da cultura.

Para haver alta produção de sacarose a planta precisa de temperatura e umidade adequada, isso vai permitir o máximo crescimento na fase vegetativa, seguida de restrição hídrica ou térmica para favorecer o acúmulo de sacarose no colmo na época de colheita (ALFONSI et al., 1987).

3.1.4. Espaços entre fileiras

Ripoli e Ripoli (2004) informaram que pesquisas sobre espaçamentos da cultura da cana-de-açúcar datam desde 1890 (por exemplo é Webter em 1891 no Havaí); essas diversas pesquisas até os dias de hoje, apresentaram argumentos favoráveis tanto para os espaçamentos largos como para os reduzidos. Segundo o autor sabe-se atualmente que existem variedades de cana de açúcar capazes de alcançar produtividade de 150 até 300 toneladas por hectare, mas isso não se reflete na real produtividade que é alcançada em nossas áreas, sendo a nossa média por volta de 80 toneladas por hectare. A esse questionamento não cabe resposta simples, uma vez que existem diversos fatores que implicam em aumentar ou diminuir a produtividade, entre eles: tipos de solos, índices pluviométricos, quantidade de radiação solar, manejo da cultura, intensivo uso do solo, compactação demasiada e espaçamento adotado no plantio. A interação entre todos esses fatores é a resposta mais adequada. As usinas que conseguem atingir produtividades acima de 100 toneladas por hectare se enquadram como sendo usinas que utilizam melhores práticas agrônomicas e que conseguem minimizar os impactos e aumentar a produtividade (BERNARDES; BELARDO, 2015).

A cana-de-açúcar a produtividade esta principalmente relacionada com a quantidade de radiação recebida pela planta e absorvida pelo dossel da cultura. A relação produtividade e fotossíntese é bem complexa, fazendo com que não haja sempre relação direta, já que existem outros processos envolvidos, entre eles, a translocação de fotoassimilados da copa e seu metabolismo nas partes úteis da planta. Entre os vários parâmetros responsáveis por medir a densidade de cobertura de área foliar, o IAF (índice de área foliar) se comporta como o mais importante e usual, sendo esse a relação entre a área que a planta ocupa e a área do terreno ocupado pela vegetação (BERNARDES; BELARDO, 2015).

O IAF pode ser manejado e entre os mais relevantes métodos para aumentar o IAF e conseqüentemente a interceptação e absorção solar. O aumento populacional que em culturas cultivadas é feito com a combinação do espaçamento entre fileiras e com o número de plantas por unidade de distância (BERNARDES, 1987). Segundo Fabris et al. (2013) e Galvani et al. (1997) as produtividades de cana de açúcar são maiores por terem maior IAF, maior interceptação de radiação e conseqüentemente maior taxa fotossintética.

Desde o início do cultivo da cana de açúcar no Brasil, veem sendo utilizados espaçamentos diversos para plantio e com o início da expansão da mecanização esses espaçamentos passaram a se adaptar e ser ajustados com distância entre fileiras para atender melhor a distância do rodado das máquinas (BERNARDES; BELARDO, 2015).

De acordo com Bernardes e Belardo (2015) um dos fatores que contribuem na produtividade final em cana de açúcar é a distância entre fileiras de plantio. Escolher espaçamento adequado é também de fundamental importância, já que torna otimizada as atividades com uso intensivo de máquinas, principalmente de colheita. O espaçamento adequado contribui para o aumento de produção, pois interfere positivamente na disponibilização de recursos como água, luz e temperatura, variáveis de grande importância para o aumento de produção.

Existem vários estudos, sendo alguns até pioneiros, referentes ao espaçamento em cana de açúcar. Stubs (1897) *apud* Bernardes e Belardo (2015) já mostrava que a produtividade era maior nos espaçamentos de 1,0 m em comparação à aqueles situados em torno de 2,0 m. Segundo Irvine e Brenda (1980) existe uma relação direta entre espaçamento e quantidade de colmos, sendo que em espaçamentos mais reduzidos há a diminuição na quantidade de colmos, porém, seu crescimento geométrico gera aumento de produtividade.

De acordo com Galvani et al. (1997) as condições do meio físico são muito relevantes constatando melhor desenvolvimento da cana de açúcar em altas latitudes utilizando espaçamentos estreitos, e isso resulta em maior produtividade. Esse fato se dá pelo melhor aproveitamento do solo e da radiação durante a estação de crescimento, uma vez que a radiação solar é mais curta devido ao longo período com baixas temperaturas e menor incidência de radiação. Ocorre que esse fato se dá pela maior velocidade de crescimento dá área foliar em espaços curtos, coincidindo com a melhor estação de crescimento (SHIH; GASCHO, 1980).

Em Java, Dillewijn (1952) *apud* Bernardes e Belardo (2015) concluiu que para cada cultivar há um espaçamento ótimo, no qual se obtém ótima produtividade. Variedade com folhas eretas são mais responsivas em espaçamentos menores devido ao melhor aproveitamento de radiação e menor aquecimento da superfície da folha pois as folhas eretas obtém-se pelo aumento no ângulo médio de incidência solar comprovando que o porte e a variedade tem influência direta para definir o espaçamento. Segundo Rosenfeld (1963) *apud* Bernardes e Belardo (2015) cada

cultivar tem um potencial de produção máxima teórica, que será alcançado sob condições perfeitas de clima e solo, estando às plantas em espaçamentos ideais. Segundo Webster (1931) *apud* Bernardes e Belardo (2015), espaçamentos menores geram maiores produções, porém deve-se fazer uma análise financeira para constatar se os espaçamentos menores produzem o suficiente para cobrir o maior custo de produção. Em boletim técnico publicado pela COPERSUCAR (1989) deve-se também levar em conta que, com espaçamentos menores há uma exploração mais intensa do solo, extraíndo maior quantidade de nutrientes e por isso é necessário suprir a necessidade nutricional requerida pela cultura para garantir aumento de produtividade.

Veiga e Amaral (1952) *apud* Bernardes e Belardo (2015) chegaram à conclusão de que o espaçamento simples (0,9 m e 1,0 m) reduzido apresentou maior quantidade de colmos e teve produtividade agrícola significativamente maior quando comparada aos espaçamentos de 1,5 m e 1,8 m. Porém constataram também que a diferença da distância entre os sulcos de plantio sobre a produtividade é maior em cana planta e some no terceiro corte e a cada ciclo anual da cultural, podendo no quinto ano ou mais inverter a diferença, fenômeno esse também observado por Claret et al. (1993).

A opinião entre autores é unânime no sentido de que, em áreas experimentais a produtividade aumenta com a redução do espaçamento entre fileiras e que a cada 10 cm de redução no espaçamento, da ordem de 1 a 3,3% Claret et al. (1993), 1,6 a 3,3% Coleti (1994), 3,3% COPERSUCAR (1989), 1,0 a 2,5% Galvani et al. (1997). É válido saber que esses dados foram realizados a algum tempo e que atualmente não são encontrados facilmente estudos relacionando espaçamento e produtividade dos canaviais. Além disso o fator colheita mecanizada não foi utilizada por se tratar de áreas colhidas sem maquinário e esse fator interfere diretamente nos números de produtividade de cana soca, uma vez que a colheita mecanizada afeta compactando o solo, pisoteando o canavial, arrancando e abalando a soqueira de forma a gerar menor longevidade da lavoura. Isso mostra também que existe grande necessidade de se estudar espaçamento correlacionado a produtividade, pois se utiliza conjunto trator+transbordo quase em todas as lavouras do Brasil e que nos próximos anos deve atingir 100%. É fundamental que novos experimentos sejam conduzidos por pelo menos cinco anos e com a utilização de colheita mecanizada, pois somente dessa maneira poderemos representar de forma efetiva a realidade do campo (BERNARDES; BELARDO, 2015).

3.1.5. Espaços entre fileiras no Brasil

No Brasil, inicialmente no cultivo de cana-de-açúcar foram utilizados espaçamentos de plantio de 0,9 m, 1,0 m e 1,10 m entre fileiras, espaçamentos esses ainda adotados em algumas áreas do país nas quais os solos são mais fracos e onde há menor utilização de mecanização. Com a intensificação da mecanização e a devida restrição à queimada para colheita como técnica de despalha e baixa disponibilidade de mão de obra surgiu a necessidade de adequar os espaçamentos às máquinas e os espaçamentos simples de 1,4 m e 1,5 m passaram a predominar por serem os espaçamentos menores que permitem o uso de mecanização com o mínimo de pisoteio em soqueira, sendo esses, ainda hoje, os espaçamentos que predominam (RIPOLI; RIPOLI, 2004; RIPOLI et al., 2006; BERNARDES; BELARDO, 2015).

Em meados da década de 80, os espaçamentos de base larga (1,8 m, 1,9 m, 2,0 m e 2,20 m) foram reconhecidos como sendo os espaçamentos mais recomendados para o cultivo de cana de açúcar com uso de mecanização na colheita e eram os espaçamentos adotados em países como EUA e Austrália e quem vem sendo utilizados nesses países até hoje. Espaçamentos combinados reduzidos foram testados e utilizados, vulgarmente conhecidos como espaçamentos em W ou abacaxi (ex: 0,40 x 1,50 m e 0,50 x 1,50 m), que apareceram na década de 90 como sendo os espaçamentos que trariam aumento de produtividade da lavoura e diminuição do pisoteio, aumentando também a eficiência de colheita podendo cortar duas fileiras de cana em uma única passada com a colhedora. Mais recentemente, espaçamentos conhecidos como duplos alternados (0,90 m x 1,50 m e 0,90 m x 1,60 m) apareceram nas lavouras nacionais e tem trazido consigo benefícios econômicos, com o aparecimento de colheitadeiras que conseguem colher duas fileiras de uma só vez, proporcionando assim aumento da capacidade de campo operacional do maquinário (RIPOLI; RIPOLI, 2004; BERNARDES; BELARDO, 2015).

Análises e acompanhamentos históricos feitos pelas usinas de cana nacionais apontam dados que auxiliam o produtor na escolha do espaçamento que será adotado para obtenção de maior produtividade, sem deixar de lado os outros inúmeros fatores que também podem intervir na produtividade da cana de açúcar no ciclo de 5 anos. Os estudos mostram que para solos com granulometria arenosa e com fertilidade baixa os espaçamentos reduzidos simples (1,0 m ou 1,1 m) se comportam como

sendo os mais indicados, os espaçamentos em W (0,5 x 1,5 m) e os espaçamentos duplos alternados são ótimas opções para obter incremento de produtividade (BERNARDES; BELARDO, 2015).

Em solos mais férteis e argilosos os espaçamentos simples de 1,4 m e 1,5 m tem sem mostrado com taxas maiores de produtividade, dados confirmados pela consultoria Instituto de Direito Econômico Aplicado - IDEA que premia usinas campeãs em produtividade anualmente, mostram que as usinas que adotam espaçamento de 1,5 m, são as que obtêm produtividades acima de 100 toneladas por hectare (BERNARDES; BELARDO, 2015).

Portanto, além de ter a escolha do espaçamento como aliado para diminuir custos e gerar longevidade dos canaviais, torna-se fator importante de produtividade. O sucesso no setor sucroalcooleiro esta relacionado a técnicas de baixo custo marginal em que se ganha mais em produtividade como é o caso da escolha do espaçamento (BERNARDES, 2010; DIAS et.al., 2001).

Conforme Casagrande (2000), Ripoli e Ripoli (2004), Ripoli et al. (2006) e Segato et al. (2006) além de diversos fatores que envolvem a adoção do tipo ou forma de espaçamento, há também a importância da escolha da variedade que pode ser afetada pela conformação do espaçamento e que poderá impactar na qualidade da produção industrial da cana.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi realizado em condições de campo na Embrapa CPAC em Planaltina-DF, que se limita ao Parque Nacional de Águas emendadas ao norte, ao sul com o Bairro de Planaltina Mestre d'Armas. A área total do Centro compreende 3.500 ha entre culturas, pastagens e Reservas Ecológicas. A cana-de-açúcar foi utilizada como objeto desta pesquisa, plantada em LATOSSOLO VERMELHO nos limites da área experimental do CPAC.

4.2. Clima

O clima da região é Aw (tropical estacional de Savana), segundo a classificação climática de Köppen, tendo como característica a sazonalidade do regime de chuvas, com um período chuvoso de outubro a abril e um período seco de maio a setembro.

4.3. Cultivares utilizadas no experimento

4.3.1. RB 86-7515

Foi desenvolvida na Universidade Federal de Viçosa - UFV que faz parte da Rede Interuniversitária para Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro - RIDESA (BARBOSA; SILVEIRA, 2010). Suas características agrônômicas foram descritas por Canaoeste (s.d.), Andrade e Cardoso (2004) e Landell et al. (2006) possuindo maturação média (colheita de julho a novembro), médio a alto teor de sacarose, boa brotação de soqueiras, médio perfilhamento, resistência ao acamamento, fácil despalha, ausência de joçal, pouco florescimento e chochamento/isoporização, resistência à ferrugem comum e alaranjada (*Puccinia* spp), ao carvão (*Ustilago scitaminea* Syd), escaldadura (*Xanthomonas albilineans*) e intermediária resistência à broca do colmo/podridão. A cultivar RB 86-7515 foi caracterizada em função do desempenho em vários ambientes de produção como sendo uma cultivar estável e responsiva.

4.3.2. IAC 91-1099

A cultivar IAC 91-1099, desenvolvida em 2007 no Instituto Agrônomo - IAC. Possui boa adaptação para colheita mecânica crua, porte muito ereto, maturação média a tardia, altíssima produtividade agrícola, sendo indicada para ambientes mais favoráveis, apresentando excelente soca com ótimo perfilhamento e manutenção da

produtividade em cortes avançados e ótimo fechamento de entrelinhas. Ótima brotação de soqueira sob palhada, possui perfil estável, com ótimo desempenho em plantio de inverno, e resposta à aplicação de maturador de crescimento. Indicada para ambientes meios/restritivos com a colheita ocorrendo na segunda quinzena de maio e em ambientes médios/favoráveis em junho e julho (IAC, 2007).

4.4. Práticas culturais dentro da área experimental

Em meados de agosto de 2012 amostragens de solo foram realizadas no local de implantação do experimento e enviados ao Laboratório da Embrapa CPAC. Conhecendo então a necessidade de calagem em novembro de 2012 foram aplicados na área 2 toneladas de Calcário, foi feita aração do local e em seguida houve plantio de crotalaria.

No dia 10/07/2013 ocorreu irrigação com lâmina de 40 mm utilizando aspersão convencional para umedecer solo antes do preparo, a fim de facilitar a instalação da cultura. No dia 12/07/2013, antes do plantio houve a aplicação de 500 kg de gesso (CaSO_4), 300 kg por hectare de MAP (P_2O_5), 180 kg por hectare de potássio (K_2O), 100 kg FTE por hectare. No dia 13 de julho ocorreu a passagem de grade niveladora para preparo do solo. O plantio foi realizado de 17 a 20/07/2013 utilizando o método de pé com ponta tendo como padrão 12 gemas por metro linear utilizando mudas oriundas da Usina Goiasa de Goiatuba-GO.

Após o plantio e instalação da cultivar foi realizado no local a adubação de cobertura, utilizando 300 kg por hectare de Sulfato de Amônio (04/11/2013), 18 kg por hectare de Bórax (04/11/2013).

Na área experimental da cana planta foram realizadas duas irrigações de salvamento, uma de 30 mm no dia 21 e 22/07/2013 e irrigação de 40 mm em 18 e 19/08/2013.

Em 2014 o início da colheita manual foi iniciado ao constatar °BRIX 21 na cultura ocorrendo no dia 30 de maio, abrangendo a área de bordadura e no dia 13 de junho foi iniciado a colheita da área útil com término no dia 05/07/2014.

A palhada foi triturada com a utilização do equipamento Triton e foi espalhada de forma uniforme por toda a área no dia 09/06/2014. Para conter as plantas invasoras foi utilizado Diuron $1,5 \text{ kg ha}^{-1}$ + Tebutiuron $2,4 \text{ kg ha}^{-1}$, e nos dias 22 e 23/06/2014 foi feita irrigação de salvamento por aspersão convencional de (50 mm) efetivo 39,6 mm e 19/07/2014 (42 mm) efetivo 27,4 mm e a adubação: 29/09/2014 utilizando 140

kg ha⁻¹ N (Sulfato de Amônio), 40 kg ha⁻¹ P₂O₅ (MAP), 180 kg ha⁻¹ K₂O (Cloreto de Potássio) e 70 kg ha⁻¹ S (Enxofre).

No ano de 2015, foi feita amostragem tecnológica 10/06/2015 e enviado para Goiatuba-GO em 11/06/2015. Houve início da colheita da bordadura 08/06/2015 e colheita da área útil de 11/06/2015 a 24/06/2015 e término da colheita da bordadura no dia 25/06/2015 com 140 kg ha⁻¹ N (Sulfato de Amônio), 80 kg ha⁻¹ P₂O₅ (MAP), 180 kg ha⁻¹ K₂O (Cloreto de Potássio).

A 2ª passagem do Triton e espalhamento da palhada ocorreu no dia 27/06/2015 e irrigação no dia 28 e 29 de junho com 40 mm e no dia 22 e 23 de julho com 30 mm de irrigação.

A adubação foi realizada no dia 01/10/2015, e a aplicação de herbicida na área no período de junho, utilizando Diuron 1,5 Kg ha⁻¹ + Tebutiurum 1,8 Kg ha⁻¹.

A área de aproximadamente 3.500 m² onde foi feito o plantio, fora anteriormente preparada com o uso de enxada-rotativa acoplada ao trator. O croqui da área experimental é apresentado na Figura 1.

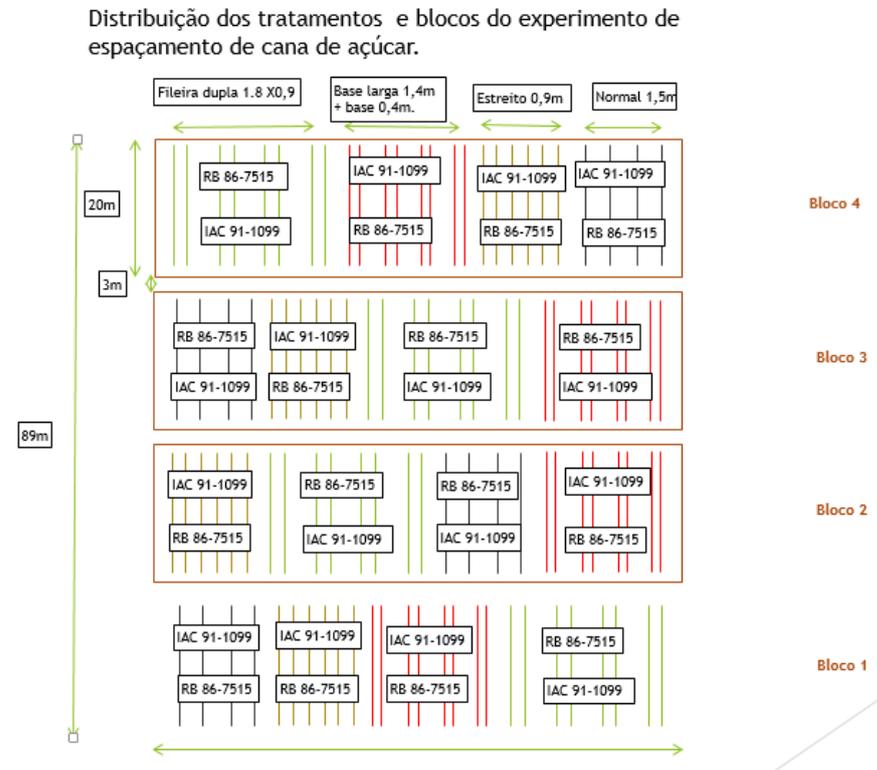


Figura 1. Croqui de identificação do experimento em campo, com as distribuições das cultivares, dos blocos e dos tratamentos de espaçamento entre fileiras.

4.5. Características avaliadas em campo

4.5.1. Produtividade cana planta e cana soca(ton/ha): Medida em quilogramas por parcela. Todos os colmos viáveis do tratamento sem as folhas e sem o ponteiro (corte transversal um nó abaixo do palmito) foram pesados através de uma balança móvel apoiada a um tripé com capacidade para 350 Kg.

4.5.2. Produtividade de açúcar: Valor obtido pela multiplicação do parâmetro Açúcar Total Recuperável - ATR em kg com a respectiva produtividade das parcelas das canas planta e soca.

4.5.3. °Brix: Determinado com auxílio do aparelho refratômetro digital, mede a quantidade de sólidos solúveis contidos na solução do caldo obtido do 5º entrenó acima do nível do solo em vários pontos, obtendo a média. A determinação para o início da colheita se deu quando o °Brix atingiu o valor de 21 pontos, quando se considera a cana madura e apta para colheita.

4.6. Características avaliadas em laboratório

Após a colheita e avaliação da produtividade nas parcelas, foram feitas coletas das amostras representativas destas cultivares e montado um feixe de colmos amarrado com identificação, perfazendo 30 kg/parcela, que foi enviado para a Usina Goiasa de Goiatuba-GO. Várias análises laboratoriais sucroalcooleiras foram requeridas, mas para este trabalho foram aproveitados os seguintes parâmetros tecnológicos do caldo: Pol da Cana (PC); Fibra; teor de Açúcares Redutores (AR); Açúcar Total Recuperável (ATR).

4.7. Análise estatística

O delineamento adotado foi em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial sendo 2 cultivares (IAC 91-1099 e RB 86-7515) x 4 espaçamentos (estreito (0,9 m); fileira dupla (1,8 m x 0,9 m); normal (1,5 m) e base larga (1,4 m mais 0,4 m de sulco de plantio de base)), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Utilizou-se o software “AgroEstat” para análise dos dados (BARBOSA; MALDONADO-JUNIOR, 2015).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística em esquema fatorial para produtividades entre cultivares e espaçamentos (V x E) não foi significativa ($P>0,05$). Portanto, os efeitos principais isolados são apresentados e verificou-se para ambas produtividades (cana planta e cana soca) que não existiu diferença significativa ($P>0,05$) nas cultivares e nos espaçamentos (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios de produtividade nas cultivares e nos espaçamentos de cana-de-açúcar.

CULTIVAR	PRODUTIVIDADE	
	CANA PLANTA	CANA SOCA
	----- t/ha -----	
RB 86-7515	168,41 a ¹	126,72 a
IAC 91-1099	161,52 a	128,04 a
Teste F	2,85 ^{NS}	0,14 ^{NS}
DMS (Tukey 5%)	8,48	7,32
ESPAÇAMENTO	----- t/ha -----	
NORMAL	167,35 a	125,10 a
ESTREITO	171,24 a	128,90 a
FILEIRA DUPLA	160,59 a	131,69 a
BASE LARGA	160,68 a	123,83 a
Teste F	1,65 ^{NS}	1,04 ^{NS}
DMS (Tukey 5%)	16,08	13,87
Teste F (A x B)	1,72 ^{NS}	0,94 ^{NS}
Blocos	3,13*	0,93 ^{NS}
CV (%)	6,99	7,82

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem, entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS}Valor não significativo e *valor significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Os valores médios de produtividade para os dois cortes variaram de 160,59 a 171,24 t/ha na cana planta e 123,83 a 131,69 t/ha na cana soca, utilizando colheita manual, sendo muito superior as médias dos estados que utilizam colheita mecanizada na sua maioria, como em Goiás (74,9 t/ha), São Paulo (77,5 t/ha) e Brasil com média de 73,2 t/ha na safra 2016/2017 segundo CONAB (2017).

De acordo com dados da FAO (2017), as duas maiores produtividades de cana dentro de um ranque de 11 países são ocupadas Colômbia, obtendo média de 85,9 t/ha e Austrália com 82,4 t/ha também confirmam que o experimento foi bem

conduzido tecnicamente e apresentou condições climáticas favoráveis corroborando com essa afirmação Bull e Glasziou (1975) *apud* Bernardes e Belardo (2015) observaram produtividades de colmos de 250 t/ha quando o manejo foi intensivo, sem restrição de água, nutrientes e competição de plantas daninhas, fato confirmado por Muchow et al. (1994).

Notou-se que a diferença entre as cultivares na resposta aos diferentes espaçamentos não existiu para cana planta e cana soca, discordando da argumentação de Casagrande (2000) e Ripoli et al. (2006) que relataram não se esperar uma diferença quando cultivares são comparadas.

Com relação aos tipos de espaçamentos neste trabalho, não foram observadas diferenças nas produtividades das canas planta e soca. Contudo, Casagrande (2000), Ripoli e Ripoli (2004), Ripoli et al. (2006) e Bernardes e Belardo (2015) não concordam com estes resultados, informando que de maneira geral, espaçamentos reduzidos ou menores tem uma tendência de apresentarem um aumento de produtividade, fato observado em diversas pesquisas e ou em modelagens matemáticas.

Nas avaliações da qualidade do caldo, °Brix, Pol da Cana (PC) e da Fibra não apresentaram a interação V x E significativa estatisticamente ($P > 0,05$). Para °Brix, Fibra e PC no espaçamento não existiram diferenças significativas ($P > 0,05$), apenas para PC nas cultivares foi observada a diferença estatística significativa ($P < 0,05$).

Dentre os principais fatores responsáveis pela qualidade da cana entregue à indústria, um deles é a cultivar, como reforçaram Santos et al. (2013) e Barbosa et al. (2012) por ser a base da tecnologia de produção da biomassa e do caldo. Neste trabalho o °Brix e a %Fibra mostraram igualdade entre as cultivares. Porém, no Pol da Cana (PC) a cultivar RB 86-7515 apresentou maior valor e a cultivar IAC 91-1099 o menor valor. Como o Pol da Cana é considerado o principal fator na avaliação da qualidade da cana para fins de pagamento, assim como a porcentagem da fibra, a pureza e os açúcares redutores (AR), conforme destacaram Ripoli e Ripoli (2004) e Segato et al. (2006), logo, maior vantagem teria a cultivar RB 86-7515 que proporcionaria maior receita.

Em um censo varietal da safra 2013/2014 efetuado pelo Programa de Melhoramento do Centro de Tecnologia Canavieira-CTC para a região Centro-Sul a variedade RB 86-7515 é a mais cultivada conforme Santos et al. (2013) e a Revista Censo CTC (2017), com 25,4% da área brasileira, aproximadamente 2,3 milhões de

hectares; além de ser uma das cultivares mais produtivas e relevante para a produção de açúcar e etanol (SANTOS et al., 2013).

Tabela 2. Valores médios de °BRIX, Pol da Cana (PC) e Fibra, dados em %, do efeito principal nas cultivares e nos espaçamentos de cana-de-açúcar.

CULTIVAR	°BRIX	PC	FIBRA
----- % -----			
RB 86-7515	19,24 a ¹	17,02 a	11,11 a
IAC 91-1099	19,45 a	16,19 b	11,14 a
Teste F	0,37 ^{NS}	8,03**	0,01 ^{NS}
DMS (Tukey 5%)	0,73	0,60	0,36
ESPAÇAMENTO			
----- % -----			
NORMAL	19,13 a	16,61 a	11,20 a
ESTREITO	19,41 a	16,82 a	11,14 a
FILEIRA DUPLA	19,23 a	16,67 a	11,09 a
BASE LARGA	19,62 a	16,35 a	11,07 a
Teste F	0,37 ^{NS}	0,46 ^{NS}	0,12 ^{NS}
DMS (Tukey 5%)	1,39	1,15	0,69
Teste F (A x B)	0,67 ^{NS}	0,43 ^{NS}	0,33 ^{NS}
Blocos	0,96 ^{NS}	0,96 ^{NS}	1,99 ^{NS}
CV (%)	5,15	4,95	4,45

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem, entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS}Valor não significativo e **valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Os resultados deste trabalho encontram-se inseridos dentro da faixa aceitável de fibra, com valores próximos a 11%. Segundo Amorin, (1999), Legendre (2002), Ripoli e Ripoli (2004) e Segato et al. (2006), uma vez que os parâmetros de indicadores de qualidade da cana para a porcentagem de fibra devem-se situar entre 11 a 13%.

A interação do teor de AR foi significativa estatisticamente ($P < 0,05$) para o fatorial V x E. Na Tabela 3 o desdobramento dos valores médios mostraram que os AR foram maiores na cultivar IAC 91-1099 do que na RB 86-7515 e entre os espaçamentos na cultivar RB 86-7515 os maiores valores de AR foram nos tratamentos de espaçamento Normal e Base Larga e na IAC 91-1099 o maior valor de AR foi observado no espaçamento Base Larga. O valor ideal do teor de AR dentro dos parâmetros de indicadores de qualidade da cana deve apresentar valores menores

que 0,8% (AMORIN, 1999; LEGENDRE, 2002; RIPOLI; RIPOLI, 2004; SEGATO et al., 2006).

Tabela 3. Desdobramento dos valores médios dos teores de Açúcares Redutores (AR), em %, da interação significativa entre cultivares e espaçamentos de cana-de-açúcar.

ESPAÇAMENTO	CULTIVAR	
	RB 86-7515	IAC 91-1099
	----- % -----	
NORMAL	0,53 ABb ¹	0,60 Ca
ESTREITO	0,48 Bb	0,68 Ba
FILEIRA DUPLA	0,49 Bb	0,60 Ca
BASE LARGA	0,57 Ab	0,76 Aa
Teste F (A x B)	8,35**	
Blocos	0,83 ^{NS}	
DMS (Tukey 5%) Variedade dentro de Espaçamento		0,0481
DMS (Tukey 5%) Espaçamento dentro de Variedade		0,0645
CV (%)	5,51	

¹Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem, entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS}Valor não significativo e **valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Verificou-se neste trabalho que todos os valores do teor de AR encontraram-se abaixo de 0,8%, podendo ser assim considerado que o caldo de cana das cultivares em todos os espaçamentos foi um bom indicador de qualidade. Os menores teores de AR apresentados que tanto a contaminação bacteriana como a colheita de colmos imaturos foram evitados ao longo da colheita do experimento, segundo informaram Ripoli e Ripoli (2004).

Como comentado anteriormente, os teores de açúcares redutores (AR) são também importantes para o pagamento, como um de seus componentes (RIPOLI; RIPOLI, 2004; SEGATO et al., 2006). Vale informar que os açúcares redutores (AR) são glicose e frutose, que afetam diretamente a pureza, refletindo na recuperação do açúcar pela fábrica; no caldo o que interessa é o teor de sacarose, glicose, frutose e cinzas, sendo que a maior quantidade de sacarose presente no caldo é fundamental para o melhor rendimento industrial (SEGATO et al., 2006; SANTOS et al., 2013).

O açúcar total recuperável (ATR) e a produtividade de açúcar não apresentaram diferenças significativas estatisticamente ($P > 0,05$). Na Tabela 4 os valores médios de ATR foram apresentados e verificou-se que apenas os valores de ATR para cultivar apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$). A cultivar RB 86-7515

apresentou o maior valor e a IAC 91-1099 o menor valor para ATR. Comparados aos valores de ATR divulgados pela CONAB (2017) para pagamento de cana nos estados de São Paulo (132,1 kg/t) e Goiás (137,6 kg/t) e em média no Brasil (133,1 kg/t), verificou-se que os valores obtidos neste trabalho foram superiores para ambas cultivares e também em todos os espaçamentos.

Tabela 4. Valores médios de ATR, em kg, e produtividade de açúcar, em kg/ha do efeito principal nas cultivares e nos espaçamentos de cana-de-açúcar.

CULTIVAR	ATR ----- kg -----	PRODUTIVIDADE DE
		AÇÚCAR ----- kg/ha -----
RB 86-7515	145,74 a ¹	18.465,91 a
IAC 91-1099	139,81 b	16.867,00 a
Teste F	6,33*	1,82 ^{NS}
DMS (Tukey 5%)	4,90	2.463,35
ESPAÇAMENTO		
		----- t/ha -----
NORMAL	142,47 a	17.808,19 a
ESTREITO	143,84 a	18.613,81 a
FILEIRA DUPLA	143,18 a	18.864,18 a
BASE LARGA	141,61 a	15.379,63 a
Teste F	0,17 ^{NS}	1,80 ^{NS}
DMS (Tukey 5%)	9,29	4.669,24
Teste F (A x B)	0,65 ^{NS}	0,27 ^{NS}
Blocos	1,43 ^{NS}	1,75 ^{NS}
CV (%)	4,67	18,96

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem, entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS}Valor não significativo e *valor significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

No caso da cultivar RB 86-7515 há vantagem em remunerar mais o produtor por tonelada de cana entregue na unidade de processamento industrial se comparada à cultivar IAC 91-1099. Segato et al. (2006) informaram que o atual modelo de pagamento de cana é denominado sistema de remuneração de tonelada de cana pela qualidade, chamado sistema CONSECANA.

Os valores de produtividade de açúcar não diferiram estatisticamente ($P > 0,05$), tanto para cultivares como para os espaçamentos (Tabela 4). Apesar da produtividade de colmos, na cana planta e cana soca, e de açúcar não apresentarem diferenças estatísticas entre as cultivares, deve-se destacar que o Pol da Cana (PC), ATR e os

menores teores de AR podem indicar com base em Ripoli e Ripoli (2004) que uma cultivar apresenta mais riqueza em açúcares do que outra, no caso a melhor em açúcar foi a RB 86-7515.

Quanto ao ATR nos espaçamentos, ficou evidente que a resposta das cultivares foi semelhante, não possibilitando indicar os melhores, o que não é corroborado com Casagrande (2000), Ripoli e Ripoli (2004) e Bernardes e Belardo (2015) os quais relataram que deveria se esperar encontrar maiores produtividades no tratamento com menores espaçamentos.

Por outro lado, segundo Bernardes e Belardo (2015), em função do número de fileiras colhidas mecanicamente, recomenda-se quando a colheita for de uma fileira adotar o espaçamento normal de 1,50 m entre fileiras (atualmente o mais usado no Brasil) ou o de base larga e para colheitas de duas fileiras de cana ao mesmo tempo é recomendado o de fileira dupla 1,80 m x 0,90 m. Deve ser lembrado que Casagrande (2000), Ripoli e Ripoli (2004) e Ripoli et al. (2006) comentaram resultados vantajosos e promissores para o espaçamento de base larga.

6. CONCLUSÕES

Pela interpretação dos resultados pode-se concluir que:

- O espaçamento não influencia na produtividade das cultivares, tanto para cana planta quanto para cana soca;
- A qualidade do caldo (°Brix, Pol da Cana e Fibra) não demonstra diferença entre cultivar x espaçamento, exceto o Pol da Cana é menor na cultivar IAC 91-1099;
- O teor de AR (açúcares redutores) apresenta diferença entre cultivares e nos espaçamentos entre fileiras;
- A cultivar RB 86-7515 apresenta maior valor para ATR (açúcar total recuperável) do que a cultivar IAC 91-1099.

7. REFERÊNCIAS

- ALFONSI, R.R., PEDRO JÚNIOR, M.J., BRUNINI, O. Condições climáticas para a cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.42-55. v.1.
- AMORIN, H.V. Qualidade da matéria-prima e desempenho na indústria. In: REUNIÃO AGRÍCOLA DA FERMENTEC, 4., 1999, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: Fermentec, 1999. p.1-9.
- ANDRADE, L.A.B.; CARDOSO, M.B. **Cultura da cana-de-açúcar**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 45p.
- BALAT, M. Production of bioethanol from lignocellulosic materials via the biochemical pathway: a review. **Energy Conversion and Management**, v.52, p.858-875, 2011.
- BARBOSA, J.C.; MALDONADO-JUNIOR, W. **Experimentação agrônômica & AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal: Gráfica Multipress, 2015. 396p.
- BARBOSA, V.F.A.M. Plantio. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. (Eds.). **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool - tecnologia e perspectivas**. Viçosa: UFV, 2010. p.51-71.
- BARROS, G.S.A.C. Brazil: the challenges in becoming an agricultural superpower. In: BRAINARD, L.; MARTINEZ-DIAZ, L. (Eds.). **Brazil as an economic superpower?: Understanding Brazil's changing role in the global economy**. Washington: The Brookings Institution, 2009. p.81-109.
- BERNARDES, M.S.; BELARDO, G.C. Espaçamento de plantio: espaçamentos para a cultura da cana-de-açúcar. In: BELARDO, G.C.; CASSIA, M.T.; SILVA, R.P. (Eds.). **Processos agrícolas e mecanização da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: SBEA, 2015. p.243-258.
- BERNARDES, M.S. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: CASTRO, P.R.C.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. (Eds.). **Ecofisiologia das plantas cultivadas**. Piracicaba: POTAFOS, 1987. p.13-48.
- BERNARDES, M.S. Modelos matemáticos - ideótipo de cana: romantismo, idealização ou tomada de rumo. **Revista Opiniões: Açúcar e Álcool**, Ribeirão Preto, p. 66-68, abr./jun., 2010.
- BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, 2008. Disponível em: www.mapa.gov.br. Acesso em: 30 Jul. 2017.
- BRESSAN-FILHO, A. Os fundamentos da crise do setor sucroalcooleiro no Brasil. In: CONAB. **Os fundamentos da crise do setor sucroalcooleiro no Brasil**. Brasília: CNP, 2009. 86p.
- CANAOESTE. **Guia varietal: características de manejo das principais variedades**. Ribeirão Preto: Canaoeste, s.d. 4p. (Folder Técnico).

CASAGRANDE, A.A. Informações da literatura sobre espaçamentos da cultura da cana-de-açúcar. In: **SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE MECANIZAÇÃO E PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR**, 200, Ribeirão Preto. Ribeirão Preto: IDEA, 2000. p.48-54.

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

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R. A. (Eds.). **Ecofisiologia de culturas extrativas**. Cana-de-açúcar, seringueira, coqueiro, dendezeiro e oliveira. Cosmópolis: Stoller do Brasil, 2001. 138p.

CLARET, A.C. ; CONCEIÇÃO NETO, A.D. de; CASAGRANDE, A.A.; ALMEIDA, M.J. de; BITENCOURT, V.C. de; BEAUCLAIR, E.G.F. de. Efeito do aumento da população de plantas e da adubação na produtividade da cana-de-açúcar, variedade SP 71-1406. **STAB**, v.11, n.3, p.20-24, 1993.

COLETI, J.T. Uma avaliação de espaçamentos reduzidos em cana-de-açúcar. **STAB**, v.12, n.4, p.18-23, 1994.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar: primeiro levantamento - abril/2017**. Brasília: CONAB, 2017. 62p.

COPERSUCAR. Redução de espaçamento na cultura de cana-de-açúcar. **Caderno Copersucar**, n.13, Piracicaba, 1989.

DIAS, F.L.F.; CASAGRANDE, A.A.; CAMPOS, M.S.; ANDRIOLI, I. Estudo agroeconômico de sistemas de preparo de solo, em área de colheita mecanizada de cana crua. **STAB**, v.20, p.26-29, 2001.

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

FABRIS, L.B.; FOLONI, J.S.S.; CALONEGO, J.C.; SANTOS, G.S.; SILVA, P.C.G. Produtividade e desempenho de cana soca cultivada em diferentes espaçamentos e doses de adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Agrarian**, Dourados, v.6, n.21, p. 252-258, 2013.

FAO. **Statistics division**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org>>. Acesso em: 30 Jun. 2017.

FERREIRA-NETO, J. **Competitividade da produção de cana-de-açúcar no Brasil**. 2005. 87f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.

GALVANI, E.; BARBIERI, V.; PEREIRA, A.B.; VILLA NOVA, N.A. Efeito de diferentes espaçamentos entre sulcos na produtividade agrícola da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Scientia Agricola**, v.56, n.1/2, p. 62-68, 1997.

GOLDENBERG, J. "Programa de bioenergia do Estado de São Paulo". In: **CONFERÊNCIA NACIONAL DE BIOENERGIA**. São Paulo, 2007. Org. Francisco Costa. USP/CCS/Coordenadoria de Comunicação Social, 2007.

IAC. Instituto Agrônômico. Descrição de cultivares de cana-de-açúcar. Disponível em: www.iac.sp.gov.br/cultivares. Acesso em: 30 Jul. 2017.

IRVINE, J.E.; BRENDA, G.T.A. Sugarcane spacing on the plant. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 17.; Manila, 1980. **Proceedings...** Manila: ISSCT, 1980. p.357-367.

LANDELL, M.G.A.; XAVIER, M.A.; ANJOS, I.A.; VASCONCELOS, A.C.M.; PINTO, L.R.; CRESTE, S. Manejo varietal em cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V.; SENE PINTO, A.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. (Orgs.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP2, 2006. p.57- 65.

LEGENDRE, B.L. The quest for quality in Louisiana sugarcane and sugar. In: CONFERENCE ON SUGAR PROCESSING RESEARCH, 2002, New Orleans. **Proceedings...** New Orleans: Sugar Processing Research Institute, 2002. p.5-25.

MAGRO, F.J.; TAKAO, G.; CAMARGO, P.E.; TAKAMATSU, S.Y. **Biometria em cana-de-açúcar**. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". USP. Piracicaba, SP. Jun. 2011.

MATSUOKA, S.; GARCIA, A.A.F.; ARIZONO, H. Melhoramento da cana-de-açúcar. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2.ed. Viçosa: UFV, 1999. P. 205-251

MUCHOW, R.C.; SPILLMAN, M.F.; WOOD, A.W.; THOMAS, M.R. Radiation interception and biomass accumulation in a sugarcane crop under irrigated crop conditions. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.45, p.37-49, 1994.

NEVES, M.F.; CONEJERO, M.A. Sistema agroindustrial da cana: cenários e agenda estratégica. **Revista de Economia Aplicada**. v.11, n.4, p.587-604. 2007.

REVISTA CENSO CTC. **Safra 2013/2014** - Brasil. Disponível em: <www.ctcanavieira.com.br/downloads/censo13-14.pdf>. Acesso em: 30 Jun. 2017.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C. **Biomassa de cana-de-açúcar**: colheita, energia e ambiente. 2.ed. Piracicaba: Edição dos autores, 2004. 302p.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C.; CASAGRANDE, D.V.; IDE, B.Y. **Plantio de cana-de-açúcar**: estado da arte. Piracicaba: RIPOLI, T.C.C., 2006. 216p.

RODRIGUES, L.D. **A cana-de-açúcar como matéria-prima para a produção de biocombustíveis**: impactos ambientais e o zoneamento agroecológico como ferramenta para mitigação. 2010. 64f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Análise Ambiental) - Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.

SANTOS, F.; QUEIROZ, J.H.; COLODETTE, J.L.; RABELO, S.C. Qualidade da cana-de-açúcar para processamento industrial. In: SANTOS, F.; BORÉM, A. (Eds.). **Cana-de-açúcar: do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2013. p.245-257.

SEGATO, S.V.; ALONSO, O.; LAROSA, G. Terminologias no setor sucroalcooleiro. In: SEGATO, S.V.; SENE-PINTO, A.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. (Orgs.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP2, 2006. p.397-405.

SHIH, S.F.; GASCHO, G.J. Relationships among stalk length, leaf area and dry biomass of sugarcane. **Agronomy Journal**, Madison, v.72, n.2, p.309-313, 1980.

SUGARCANECROPS. Disponível em: <http://www.sugarcanecrops.com/p/climate/>> Acesso em: 04 Jul. 2017.