

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

TIAGO RODRIGUES DE SOUZA

**COMPONENTES MORFOLÓGICOS E DE RENDIMENTO DE DUAS VARIEDADES
DE CANA DE AÇUCAR EM ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO SIMPLES E DUPLOS**

CURITIBA

2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

TIAGO RODRIGUES DE SOUZA

**COMPONENTES MORFOLÓGICOS E DE RENDIMENTO DE DUAS VARIEDADES
DE CANA DE AÇUCAR EM ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO SIMPLES E DUPLOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do Título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Augusto de Oliveira

Co-Orientador: Prof. Dr. Edelclaiton Daros

CURITIBA

2012



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA - PRODUÇÃO VEGETAL



PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pelo candidato **TIAGO RODRIGUES DE SOUZA**, sob o título "**COMPONENTES MORFOLÓGICOS E DE RENDIMENTO DE DUAS VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR EM ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO SIMPLES E DUPLOS**", para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação.

Curitiba, 28 de Fevereiro de 2012.

Professora Dra. Louise Larissa May De Mio
Coordenadora do Programa

Professor Dr. Pedro Soares Vidigal Filho
Primeiro Examinador

Professor Dr. José Luis Camargo Zambon
Segundo Examinador

Professor Dr. Ricardo Augusto de Oliveira
Presidente da Banca e Orientador

À minha família e à amada esposa Anelise

Dedico

Aos meus pais Luiz Carlos e Marta Regina, amigos e educadores, que sempre nos proporcionaram condições para seguir adiante. Ao meu querido irmão Lucas companheiro e aos meus amados avós Aécio e Lourdes, Maria e Hildebrando (in memoriam).

Ofereço

“Posso todas as coisa naquele que me fortalece”
(Filipenses, 4:13)

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida e força maior, presente em em todos os momentos.

À minha família que sempre me motivou a seguir em frente.

À minha amada Anelise, esposa e companheira.

À Universidade Federal do Paraná, que fez-se a extensão de nosso lar.

Ao programa REUNI que financiou nossos estudos e nos propiciou condições de finalizar este trabalho.

À RIDESA/UFPR, que sempre proporcionou todo o recurso necessário, juntamente a Usina Ivaicana parceira do programa, disponibilizando o local para a realização deste experimento.

Ao meu orientador, professor e grande amigo Ricardo Augusto de Oliveira, que desde o estágio na graduação nos dedicou atenção, ensino e amizade.

Ao meu co-orientador Edelclaiton Daros, que por muitas vezes excedeu o cuidado de professor para o paterno, nos motivando em todos os momentos, fazendo superar dificuldades.

Ao professor José Luis Camargo Zambon, que sempre tinha além de um aperto de mão firme, um abraço paterno.

Ao professor e amigo, João Carlos Bespalhok Filho, por todos os conselhos e orações.

Ao professor Oswaldo Teruyo Ido, amigo e conselheiro.

Ao professor Heroldo Weber, que contribuiu significativamente para com este trabalho e nossa formação, nosso carinho e gratidão.

Aos professores e amigos, Geraldo Veríssimo S. Barbosa, Luiz José Tavares Melo, Antonio Marcos Iaia e Luis Claudio Inácio da Silveira, que acompanharam grande parte do desenvolvimento deste trabalho e proporcionaram por meio da amizade, a condição de seguir adiante.

À secretária Lucimara da pós-graduação, pela dedicação e carinho.

À Engenheira Agrônoma Maria Emília, pela atenção e carinho desde o estágio.

Ao Engenheiro Agrônomo Francisco Gerber do grupo de pesquisa da cana-de-açúcar, pelo apoio e amizade.

Aos demais colegas do grupo de pesquisa da cana-de-açúcar, RIDESA/UFPR, companheiros de estudo e trabalho.

À todos os professores da Universidade Federal do Paraná, do curso de Agronomia e da Pós-graduação em Produção Vegetal, pelo ensino e dedicação.

Ao amigo e Mestre Engenheiro Agrônomo Almir Luis de Souza, que nos mostrou o caminho a seguir quando iniciamos a caminhada dos estudos na Agronomia.

À todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Uma vez mais agradeço a Deus, o qual peço, que retribua a cada um, todo bem que me fizeram.

BIOGRAFIA DO AUTOR

TIAGO RODRIGUES DE SOUZA, filho de Luiz Carlos Rodrigues de Souza e Marta Regina Pereira de Souza, nasceu em Curitiba, Estado do Paraná, em 20 de junho de 1985.

Ingressou na Universidade Federal do Paraná, no curso de Agronomia, no segundo semestre de 2003, na qual recebeu o grau de Engenheiro Agrônomo no ano de 2010. Iniciou com estágios junto ao Departamento de Fitotecnia, auxiliando no trabalho de dissertações e teses em Sistemas de Produção Integrados, com trabalhos ao Norte do Paraná em 2004. Ainda no mesmo ano, estagiou junto à empresa BIOSSEG do Brasil, onde trabalhou com controle de pragas urbanas e tratamento de grãos armazenados até o ano de 2005. Ainda no mesmo ano, iniciou estágio junto ao programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar RIDESA/UFPR, onde principiou seus estudos com a cultura, permanecendo no programa como aluno bolsista em iniciação científica até o ano de 2008, auxiliando também trabalhos de dissertação e teses. Em 2010 no período das férias, estagiou junto à empresa Sertão Agrícola situada em Lucas do Rio Verde, Sorriso e Sinop, cidades ao Norte do Mato Grosso, onde trabalhou com assistência técnica nas culturas da soja, milho e arroz de sequeiro, auxiliando e acompanhando eventos técnicos da região. Como último estágio na graduação, desenvolveu trabalhos junto ao departamento de fitossanitarismo, direcionando estudos práticos em tecnologias de aplicação de defensivos agrícolas.

Em junho de 2010 iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	vi
BIOGRAFIA DO AUTOR.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
RESUMO.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
1 INTRODUÇÃO.....	17
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1 Cana-de-açúcar.....	18
2.2 Espaçamentos em cana-de-açúcar.....	22
2.2.1 Espaçamento simples.....	24
2.2.2 Espaçamento duplo.....	26
2.3 Referências.....	27
3. CAPÍTULO I	
ANÁLISE DOS COMPONENTES DE RENDIMENTO E MORFOLÓGICOS DE DA	
VARIEDADE SP81-3250	
3.1 Resumo.....	34
3.2 Abstract.....	35
3.3 Introdução.....	36
3.4 Material e Métodos.....	37
3.5 Resultados e discussão.....	41
3.5.1 Componentes de Rendimento.....	43
3.5.2 Componentes morfológicos.....	48
3.5.3 Correlações entre variáveis para espaçamentos simples.....	50
3.5.4 Correlações entre variáveis para espaçamentos duplos de base estreita.....	52
3.6 Conclusões.....	54
3.7 Referências.....	55
4 CAPÍTULO II	
ANÁLISE DOS COMPONENTES DE RENDIMENTO E MORFOLÓGICOS DE DA	
VARIEDADE RB855453	
4.1 Resumo.....	59
4.2 Abstract.....	60
4.3 Introdução.....	61
4.4 Material e Métodos.....	62
4.5 Resultados e discussão.....	66
4.5.1 Componentes de rendimento.....	68
4.5.2 Componentes morfológicos da planta.....	73
4.5.3 Correlações entre variáveis para espaçamentos simples.....	76
4.5.4 Correlações entre variáveis para espaçamentos duplos de base estreita.....	78
4.6 Conclusões.....	79
4.7 Referências.....	81
5. CONCLUSÃO GERAL.....	83
6. ANEXOS.....	84

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1 Resultados da análise químicas do solo da área experimental da variedade SP81-3250, camadas de 0-20 cm e 20-40cm. Região de Itambé-PR Sitio Salino, Usina Ivaicana, 2008.....38
- TABELA 2. Espaçamentos simples e duplos, e seus respectivos metros lineares, utilizados como os diferentes tratamentos para a variedade SP81-3250 em Itambé-PR, 2010.....40
- TABELA 3. Coeficientes dos contrastes (Y_k) utilizados para análise dos tratamentos (espaçamentos entre sulcos de plantio).....41
- TABELA 4. Resumo da ANOVA para a variedade SP81-3250, nas características avaliadas: toneladas de cana por hectare (TCH), número de colmos por m^2 (NC/ m^2), número de colmos por metro linear (NCM), massa média de colmos (M1C), diâmetro de colmos, estatura de colmos, área foliar (AF), índice de área foliar (IAF) e toneladas de açúcares redutores totais por hectare (TARTha).Itambé, PR, 2010.....42
- TABELA 5. Probabilidade alfa para as diferentes médias dos tratamentos nos componentes de rendimento toneladas de cana por hectare (TCH), número de colmos por m^2 (NC/ m^2), número de colmos por metro linear (NCM) e toneladas de açúcar redutores totais por hectare (TARTha). Comparação por contraste ortogonal de médias entre os distintos tratamentos, espaçamentos duplos, simples, duplos de base estreita (DBE), duplo de base larga (DBL). Variedade SP81-3250.....44
- TABELA 6. Probabilidade alfa para as diferentes médias dos tratamentos para os componentes morfológicos estatura de colmos e índice de área foliar (IAF). Comparação por contraste ortogonal de médias entre os distintos tratamentos, espaçamentos duplos, simples, duplos de base estreita (DBE), duplo de base larga (DBL), variedade SP81-3250, Itambé, PR, 2010.....48
- TABELA 7. Análise de correlação e associação, comprovados pelo teste t, das características toneladas de cana por hectare (TCH) e número de colmos por metro quadrado (NC/ m^2), em relação a metros lineares de sulco de plantio, decorrente dos espaçamentos simples, variedade SP81-3250.....51
- TABELA 8. Análise de correlação e associação, comprovados pelo teste t, das características toneladas de cana por hectare (TCH), índice de área foliar (IAF) e estatura de colmos, em relação ao número de colmos por metro quadrado (NC/ m^2), decorrente dos espaçamentos simples, variedade SP81-3250.....51

- TABELA 9. Análise de correlação e associação, comprovados pelo teste t, das características toneladas de cana por hectare (TCH) e número de colmos por metro quadrado (NC/m²), em relação a metros lineares de sulco de plantio, decorrente dos espaçamentos duplos de base estreita, variedade SP81-3250.....53
- TABELA 10. Análise de correlação e associação, comprovados pelo teste t, das características toneladas de cana por hectare (TCH), índice de área foliar (IAF) e estatura de colmos, em relação ao número de colmos por metro quadrado (NC/m²), decorrente dos espaçamentos duplos de base estreita, para a variedade SP81-3250.....54
- TABELA 11. Resultados da análise químicas do solo da área experimental da variedade RB855453, camadas de 0-20 cm e 20-40cm. Região de Itambé-PR, Sitio Salino, Usina Ivaicana, 2008.....63
- TABELA 12. Espaçamentos simples e duplos, e seus respectivos metros lineares, utilizados como os diferentes tratamentos para a variedade SP81-3250 em Itambé-PR, 2010.....64
- TABELA 13. Coeficientes dos contrastes (Yk) utilizados para análise dos tratamentos (espaçamentos).....65
- TABELA 14. Resumo de ANOVA para a variedade RB855453, nas características: toneladas de cana por hectare (TCH), número de colmos por m² (NC/m²), número de colmos por metro linear (NCM), massa média de colmos (M1C), diâmetro de colmos, estatura de colmos, área foliar (AF), índice de área foliar (IAF) e toneladas de açúcares redutores totais por hectare (TARTha).....66
- TABELA 15. Probabilidade alfa referente às diferentes médias de toneladas de cana por hectare (TCH), número de colmos por m² (NC/m²), número de colmos por metro linear (NCM) e toneladas de açúcar redutores totais por hectare (TARTha). Comparação por contraste ortogonal de médias entre os distintos tratamentos, espaçamentos duplos, simples, duplos de base estreita (DBE), duplos de base larga (DBL), variedade RB855453.....68
- TABELA 16. Probabilidade alfa para as diferentes médias de estatura de colmos e índice de área foliar (IAF). Comparação por contraste ortogonal de médias entre os distintos tratamentos, espaçamentos duplos, simples, duplos de base estreita (DBE), duplo de base larga (DBL), variedade RB845453.....73
- TABELA 17. Análise de correlação e associação, comprovados pelo teste t, das características toneladas de cana por hectare (TCH) e número de colmos por metro quadrado (NC/m²), em relação a metros lineares de sulco de plantio, decorrente dos espaçamentos simples, para a variedade RB855453.....77

- TABELA 18. Análise de correlação e associação, comprovados pelo teste t, de toneladas de cana por hectare (TCH), índice de área foliar (IAF) e estatura de colmos, em relação ao número de colmos por metro quadrado (NC/m²), decorrente dos espaçamentos simples, variedade RB855453.....77
- TABELA 19. Análise de correlação e associação, comprovados pelo teste t, de toneladas de cana por hectare (TCH) e número de colmos por metro quadrado (NC/m²), em relação a metros lineares de sulco de plantio, decorrente dos espaçamentos duplos de base estreita, variedade RB855453.....79

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1. Precipitação pluvial acumulada e temperatura média, correspondentes ao ciclo de cana-soca, Junho de 2009 a junho de 2010, Maringá-PR (Dados SIMEPAR, 2011).....37
- FIGURA 2. Valores médios de TCH para os respectivos espaçamentos simples e duplos. Variedade SP81-3250, em cana de primeira soca.....45
- FIGURA 3. Regressão linear entre os espaçamentos simples de 1,00m(0), 1,20m (0,2), 1,40m (0,4), 1,60m (0,6), 1,80m (0,8) e 2,00m (1), respectivamente, expressando os valores de TCH, variedade SP81-3250, em cana de primeira soca.....46
- FIGURA 4. Número de colmos por m² (NC/m²) em espaçamentos simples, em cana de primeira soca, variedade SP81-3250.....46
- FIGURA 5. Regressão linear entre os espaçamentos simples de 1,00m(0), 1,20m (0,2), 1,40m (0,4), 1,60m (0,6), 1,80m (0,8) e 2,00m (1), respectivamente, referente aos valores de NCM, variedade SP81-3250, cana de primeira soca.....47
- FIGURA 6. Estatura média de colmos (m), comparadas nos diferentes espaçamentos, simples e duplos, para a variedade SP81-3250, em cana de primeira soca.....49
- FIGURA 7. Índice de área foliar (IAF) de cana-de-açúcar, variedade SP81-3250, em cana de primeira soca.....50
- FIGURA 8. Precipitação pluvial acumulada e temperatura média, correspondentes ao ciclo de cana de primeira soca, Junho de 2009 a junho de 2010, Maringá-PR (Dados SIMEPAR, 2011).....62
- FIGURA 9. Valores médios de TCH para os respectivos espaçamentos duplos. Variedade RB855453, em cana de primeira soca.....69
- FIGURA 10. Equação da regressão linear entre os espaçamentos simples de 1,00m(0), 1,20m (0,2), 1,40m (0,4), 1,60m (0,6), 1,80m (0,8) e 2,00m (1), respectivamente, expressando os valores de TCH, para a variedade RB855453, cana de primeira soca.....70
- FIGURA 11. Valores de NC/m², espaçamentos duplos, em cana de primeira soca, variedade RB855453.....72
- FIGURA 12. Número de NC/m² finais, para espaçamentos simples, em cana de primeira soca, para a variedade RB855453.....72

- FIGURA 13. Estatura média de plantas (m), comparadas nos diferentes espaçamentos, simples e duplos, para a variedade RB855453, cana de primeira soca.....74
- FIGURA 14. Equação da regressão linear entre os espaçamentos simples de 1,00m(0), 1,20m (0,2), 1,40m (0,4), 1,60m (0,6), 1,80m (0,8) e 2,00m (1), respectivamente, expressando os valores de NCM, para a variedade RB855453, cana de primeira soca.....75
- FIGURA 15. Índice de área foliar (IAF) de cana-de-açúcar, em cana de primeira soca, para os distintos espaçamentos. Variedade RB855453.....76

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo, estudar o comportamento de duas variedades de cana-de-açúcar, em relação a 11 espaçamentos diferentes de plantio, simples e duplos, em cana de primeira soca. Foram realizados dois experimentos ao noroeste do Paraná, no município de Itambé, em área de ocorrência de solos argilosos de alta fertilidade natural. As variedades utilizadas foram RB855453 e SP81-3250, alocadas em áreas experimentais separadas, porém presentes no mesmo ambiente de estudo. Os tratamentos foram constituídos pelos espaçamentos de plantio simples de 1,00m, 1,20m, 1,40m, 1,60m, 1,80m e 2,00m, assim como os espaçamentos duplos de base estreita de 1,20 x 0,40m, 1,20 x 0,60m, 1,20 x 0,80m, seguidos dos espaçamentos duplos de base larga de 1,40 x 0,40m e 1,40 x 0,60. As características avaliadas foram os componentes de rendimento toneladas de cana.ha⁻¹ (TCH), número de colmos por metro linear (NCM), massa média de colmos (M1C), número de colmos.m⁻², toneladas de açúcares redutores totais.ha⁻¹ e os componentes morfológicos da planta diâmetro médio de colmos, estatura de colmos, área foliar (AF) e índice de área foliar (IAF). Os resultados obtidos pela análise de variância e contrastes ortogonais de médias, foram comprovados pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, realizados pelo software SISVAR. Procederam-se também análises complementares por correlação de Pearson e teste de associação entre as variáveis de estudo, comprovadas pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade. Os resultados comprovaram que o melhor espaçamento em cana de primeira soca, para a variedade SP81-3250, neste ambiente de estudo, foi o espaçamento de 1,00 m simples, com 199 toneladas de cana.ha⁻¹. Por sua vez, o experimento com a variedade RB855453, revelou que o espaçamento que propiciou maior produção de colmos por área, foi o espaçamento duplo de base larga de 1,40 x 0,40 (212 t.cana.ha⁻¹). No espaçamento simples, para ambos os experimentos, assim como para a variedade RB855453, como para a SP81-3250, ocorreram incrementos de 81 toneladas de cana.ha⁻¹ e 30 toneladas de cana.ha⁻¹, respectivamente, a cada metro em que se reduz a distância entre os sulcos de plantio. Em ambas as variedades ocorreram, nos distintos experimentos, comportamentos adversos quanto ao IAF e estatura de colmos, influenciados pelo número de colmos por área, repercutindo diretamente na produtividade.

Palavras-chave: Espaçamentos simples, espaçamentos duplos, componentes morfológicos, componentes de rendimento.

MORPHOLOGICAL AND YIELD COMPONENTS OF TWO VARIETIES OF SUGAR CANE PLANTATION IN SPACING OF SINGLE AND DOUBLE

This work aimed to study the behavior of two varieties of cane sugar, compared to 11 different planting spacings, single and double in the first ratoon cane. Two experiments were conducted to the northwest of Paraná, in the municipality of Itambé in the area of occurrence of clay soils of high natural fertility. The varieties used were RB855453 and SP81-3250, placed in separate experimental areas, but present in the same study environment. The treatments consisted of the simple planting spacings of 1.00 m, 1.20 m, 1.40 m, 1.60 m, 1.80 m and 2.00 m, as well as double spacing narrow base of 1.20 x 0.40 m, 1.20 x 0.60 m, 1.20 x 0.80 m, followed by broad-based double spacing of 1.40 m and 1.40 x 0.40 x 0.60. The characteristics evaluated were the yield tons of cana.ha⁻¹ (TCH), number of stems per meter (NCM), mean stalk weight (M1C), number of square-colmos.m, tons of total reducing sugars . ha⁻¹ and morphological components of the plant stalk diameter, stalk height, leaf area (LA) and leaf area index (LAI). The results obtained by analysis of variance and orthogonal contrasts of means were confirmed by F test at 5% probability SISVAR performed by software. We conducted additional analyzes also by Pearson correlation and test of association between the study variables, as proven by t test at 5% probability. The results showed that the best spacing in the first ratoon cane, for the variety SP81-3250, this study environment, the spacing was 1.00 m simple, with 199 tons of cana.ha⁻¹. In turn, the experiment with a variety RB855453 revealed that the spacing that resulted in higher straw yield per area, was the broad-based double spacing of 1.40 x 0.40 (212 t.cana.ha⁻¹). In spaced, for both experiments, as well as to the variety RB855453, as for the SP81-3250, there was an increase of 81 tonnes of cana.ha⁻¹ and 30 tons of cana.ha⁻¹, respectively, each meter in which reduces the distance between the planting rows. In both varieties occurred in different experiments, adverse behaviors for LAI and height of culms, influenced by the number of stems per unit area has a direct impact on productivity.

Keywords: Spacing simple, double spacing, morphological components, yield components.

1 INTRODUÇÃO

A adoção da colheita mecanizada da cana-de-açúcar no Brasil implica diretamente em alterações no manejo da lavoura. Um dos principais aspectos a se considerar, é a necessidade de se adequar o espaçamento de plantio da cultura, para evitar o pisoteio do maquinário sobre os sulcos de plantio. Este fato reflete sobre a rebrota das soqueiras, comprometendo a produtividade final de colmos. Deve-se levar em consideração que a escolha do espaçamento, não está restrita apenas ao maquinário disponível, mas também para cada variedade de cana-de-açúcar, haverá um espaçamento ótimo, proporcionando maiores rendimentos. Tendo em vista que numa área de produção canavieira, encontra-se um número grande de variedades, se torna difícil conciliar um espaçamento único que atenda as exigências de cada uma. Por isto, de forma geral, os espaçamentos entre sulcos de plantio, estão determinados a partir do maquinário disponível.

Trabalhos realizados no Brasil apesar de terem apresentado os melhores resultados nos menores espaçamentos, encerravam recomendações pelos mais largos, em vista das facilidades de mecanização, condicionando assim a cultura às características das máquinas e implementos da época. Na atualidade, pode-se afirmar que o espaçamento tradicional adotado pelas áreas cultivadas no Brasil e diversos países produtores, situam-se em torno de 1,40m entre sulcos de plantio. Muitos pesquisadores têm trabalhado com espaçamentos chamados duplos ou combinados a fim de gerar alternativas que se adéquem a colheita mecanizada e favoreçam o tráfego de máquinas na área de cultivo, minimizando os impactos sobre o solo e mesmo o pisoteio e compactação da linha de plantio. Contudo estes espaçamentos, de forma geral, têm demonstrado resultados totalmente adversos para diferentes ambientes e variedades, carecendo de maiores pesquisas e resultados. Este tema tem sido explorado no mundo por diversos pesquisadores da área, que se renova a cada nova variedade ou colhedora lançada no mercado. Existem diferentes formas de se abordar o problema, o que torna o assunto complexo e muitas vezes de difícil interpretação.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de duas variedades de cana-de-açúcar, RB855453 e SP81-3250, em 11 espaçamentos diferentes de plantio, simples e duplos, a partir de variáveis dos componentes de rendimento e componentes morfológicos da planta. Foram realizados dois experimentos, sendo um para cada variedade, presentes no mesmo ambiente de estudo, avaliados em cana de primeira soca.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cana-de-açúcar

No cenário mundial, o Brasil aparece como o maior produtor de cana-de-açúcar, seguido da Índia e China (CONAB, 2011). Essa posição vem sendo ocupada principalmente em função da área cultivada e pelos elevados índices de produtividade alcançados nas principais regiões produtoras do país, atrelado ao aumento do potencial produtivo das novas variedades (SILVEIRA, 2011).

No ano agrícola 2010/11, foram cultivados cerca de 8 milhões de hectares em todo o país, a partir dos quais foram produzidas 624.991.000 t de cana-de-açúcar, o que corresponde a uma produtividade média de 77,8 t ha⁻¹ (CONAB, 2011). Em relação à safra anterior, esses valores correspondem a aumentos de 8,4% na área cultivada e de 3,4% na produção. Dentre os principais produtores nacionais, destacaram os estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Paraná. Nessa última safra agrícola, 2010/11, foram produzidas nesses estados 359.235,5 mil t, 55.198,1 mil t, 47.980,8 mil t e 43.905,2 mil t, respectivamente, o que representa mais de 80% da produção nacional (CONAB, 2011).

A planta da cana-de-açúcar, apresenta duas características distintas para Fernandes (1985), quanto ao seu desenvolvimento, é semi-perene por permanecer quatro anos ou mais na mesma área, mas como planta, não deixa de ser anual, considerando cada um dos ciclos que a cultura pode atingir, em função de seu manejo podendo ser cultivada como cana-de-ano (12 meses) e cana de ano-e-meio (18 meses). Conforme Cronquist (1981), a cana-de-açúcar é pertencente a família

Poaceae, do Gênero *Saccharum spp.*, neste gênero podemos encontrar em torno de 5 espécies basicamente, *S. officinarum*, *S. spontaneum*, *S. sinensis*, *S. barbieri* e *S. robustum*. Matsuoka et al. (1999) argumenta que as atuais variedades comerciais, tratam-se de híbridos entre estas espécies, com maior contribuição dos genes pertencentes a *S.officinarum*.

A cana-de-açúcar se desenvolve em forma de touceira, sendo que a parte aérea é formada por colmos, folhas, inflorescências e cariopses e a subterrânea por raízes e rizomas (SEGATO et al. 2006). Considerando as características inerentes as gramíneas, onde a planta da cana-de-açúcar apresenta o perfilhamento, deve-se considerar que este comportamento afeta as práticas de plantio, capacidade de rebrota e o processo de desenvolvimento em geral da planta. De acordo com Dinardo-Miranda, Vasconcelos e Landell (2008), cada perfilho comporta-se como uma planta independente e autônoma, pois tem órgãos próprios tais como raízes, folhas e frutos, mas todos aqueles que compõem a touceira continuam tendo ligações entre si e podem eventualmente trocar alguns nutrientes e água. O perfilhamento é influenciado por vários fatores como luz, temperatura, umidade do solo e nutrientes, que são manejados pelo espaçamento, profundidade e época de plantio, época de corte, controle de pragas e doenças (ALEXANDER, 1973).

Conforme Taiz e Zeiger (2004), as plantas de metabolismo C₄, como a cana-de-açúcar, em maiores temperaturas (30 – 40 °C) possuem alto desempenho fotossintético, quando comparado com plantas C₃, pois necessitam concentrações menores de CO₂, devido aos mecanismos da planta que têm a função de concentração de CO₂. Sinclair et al. (2004), relata que o crescimento e desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar encontra-se relacionado com a temperatura incidente em cada estágio de desenvolvimento. Eles observaram ao estudar o efeito das temperaturas mínimas ideais para o desenvolvimento das folhas, limites diferentes de temperatura para cada variedade avaliada, tendo observado que a temperatura base para desenvolvimento dos aparatos foliares estaria em torno de 10 °C.

As folhas são alternadas, opostas e presas aos nós dos colmos, e podem ser basicamente divididas em duas partes, a parte superior conhecida como lâmina e a inferior, envolvendo o colmo, chamado bainha (DINARDO-MIRANDA, VASCONCELOS E LANDELL 2008). Leme et al. (1984) citam que o índice de área foliar (IAF) é efetivo para avaliar o rendimento final, sendo que os maiores valores

obtidos durante o ciclo de desenvolvimento estariam relacionados com a maior produção final de colmos. Machado et al. (1982) relatam que o IAF ideal estaria em torno de 4,0, o que seria suficiente para interceptar aproximadamente 95% da radiação solar incidente. Para atingir este índice de área foliar, conforme Oliveira et al. (2007), seria necessário cerca de oito folhas dispostas alternadamente, em fase de pleno perfilhamento. Ao contrário de Leme et al. (1984), o mesmo autor ainda argumenta, que os maiores índices de área foliar, não necessariamente repercutem nas maiores produtividades. No início do ciclo da cultura o IAF é pequeno e apresenta crescimento lento. Depois, o IAF aumenta rapidamente até o máximo permanecendo praticamente, constante ou diminuindo em condições climáticas desfavoráveis (GOSNELL, 1967; MACHADO et al. 1982, IRVINE, 1983; SILVEIRA, 1985). O desenvolvimento do dossel da planta difere entre variedades (SINGELS e DONALDSON, 2000), e é influenciado pelo plantio, colheita e início da rebrota (INMAN-BAMBER, 1994), espaçamento de plantio (SINGELS e SMIT, 2002) e densidade de plantio (GARSIDE e BELL, 2005). O IAF representa a capacidade que uma comunidade vegetal tem de explorar o espaço disponível. A área foliar de uma planta depende do número e do tamanho das folhas e, por conseqüência, do estágio de desenvolvimento da planta. O número de folhas depende do número de pontos de crescimento, do período que eles produzem folhas e da duração destas, assim como numa cultura, o IAF depende da área foliar por planta e do número de plantas por unidade de área. A fotossíntese da cultura depende diretamente do IAF e quanto mais rápido a cultura atingir o IAF máximo e quanto mais tempo a área foliar permanecer ativa, maior será a produtividade biológica da cultura. (PEREIRA e MACHADO, 1982).

As raízes da cana-de-açúcar são fasciculadas, sendo que 85% delas encontram-se nos primeiros 50 cm e aproximadamente 60% entre os primeiros 20-30 cm de profundidade, havendo pequenas variações, conforme o ambiente e o comportamento da variedade. Buso (2006) em seu trabalho realizou um importante estudo sobre o processo de crescimento e desenvolvimento das raízes da cana-de-açúcar, em condições de campo, verificando que as variedades RB835486, RB855536 e SP80-1842, apresentaram comportamentos distintos ao longo do ciclo de desenvolvimento, com destaque para a variedade RB835486 que apresentou maior comprimento radicial no início e término do ciclo. Daros et al. (1999) relatam, que o desenvolvimento de pesquisas relacionadas com o sistema de raízes tem

avançado rapidamente, dado os resultados obtidos com interações positivas do manejo e o conseqüente reflexo na produtividade de muitas culturas, como no caso do cultivo da cana-de-açúcar.

Conforme Machado (1987), a cana-de-açúcar como sistema produtivo é constituído basicamente, por um sítio de produção representado pelas folhas fotossinteticamente ativas, um sistema de escoamento e distribuição do produto fotossintetizado, vários sítios de consumo (raízes, colmos, folhas jovens, tecidos meristemáticos e órgãos reprodutores) e um sítio de acúmulo e armazenamento de sacarose, representado pelos vacúolos das células dos internódios dos colmos. Inman-Bamber et al. (2002) comenta que produção efetiva de açúcar é representada diretamente pela sacarose armazenada nos parênquimas dos colmos. A eficiência da integração destes sistemas determina a produtividade da cultura. No entanto, como sistema biológico sua dinâmica é influenciada, tanto por fatores intrínsecos à planta (genéticos e fisiológicos), como pelo ambiente (IDO, 2003). Como exemplo, Inman-Bamber (1995) e Muchow et al. (1997), relatam que o incremento de produtividade no cultivo da cana-de-açúcar na Austrália e África do Sul, é limitado por radiação, temperatura e água. Para a cana-de-açúcar, 4 grandes estádios de crescimento podem ser distinguidos, conforme Kuyjper, citado por Doorenbos e Kassan (1994). A cultura não só acumula massa seca, como também passa por vários estágios fenológicos: 1) estabelecimento, 2) vegetativo, 3) formação da produção e 4) maturação. Durante estes estágios ocorre a partição dos produtos fotossintetizados (IDO, 2003).

A produtividade final da cana-de-açúcar, seja cana planta ou cana soca, está relacionada a fatores ambientais, genéticos, fisiológicos e de manejo da cultura (CARNEIRO et al., 1995). Os diferentes fatores interagem continuamente na planta e provavelmente não há um só processo limitante, a eventual limitação está na forma de interação (MUNDSTOCK, 1999).

2.2 Espaçamentos em cana-de-açúcar

Estudos com espaçamentos em cana-de-açúcar, são realizados desde 1890, com trabalhos de Stubbs (Paranhos, 1972). Apesar de ser um tema debatido com maior frequência na década de 70 e 80, ainda nos dias atuais, encontram-se dificuldades para se definir o melhor espaçamento para o cultivo da cana-de-açúcar. A definição do espaçamento de plantio não está voltado apenas a uma maior expressão do potencial das diversas variedades existentes, em seus respectivos ambientes, mas também ao maquinário disponível para plantio e colheita. Ismael et al.(2007), comenta que o espaçamento ótimo não depende somente das condições agro-climáticas, variedades ou considerações econômicas quanto a insumos, mas também a adaptação as operações mecanizadas da cultura.

Conforme Dinardo-Miranda, Vasconcelos e Landell (2008), espaçamento de plantio vem a ser a distância entre sulcos ou fileiras de plantio, adjacentes, podendo ser de três tipos: uniforme, alternado e combinado. Casagrande (2000, citado por Ripoli e Ripoli, 2004) apresenta um resumo abrangente sobre estudos com espaçamentos em cana-de-açúcar, onde de forma geral, observa-se que ocorre um aumento de produtividade em espaçamentos menores no primeiro corte e os trabalhos com espaçamentos duplos nem sempre demonstram respostas desejadas, assim como a resposta da cultura em relação a diferentes espaçamentos não é a mesma para diferentes variedades.

Portanto, este tema se renova a cada variedade nova lançada no mercado assim como o maquinário para colheita e tratos culturais. Definir o espaçamento mais adequado, visando potencializar o número de colmos por área na época da colheita, assim como otimizar o uso da área agrícola, tem sido uma busca constante de diversos pesquisadores para a cultura da cana-de-açúcar. Paranhos (1972) em seu trabalho comenta que a produção da cana-de-açúcar por área é conseqüência do número de colmos na época da colheita, o que acentua a importância do conhecimento dos valores ótimos dos fatores determinantes da população final, bem como de suas características. Singel e Smit (2009) trabalham desde 2002 com experimentos de espaçamento entre sulcos de plantio, buscando elucidar questões voltadas à compreensão fisiológica das respostas da planta de cana-de-açúcar. No

que diz respeito à compreensão dos fatores que interferem nos diferentes componentes de rendimento e morfológicos da planta, muitos autores divergem quanto as conclusões e conforme Singels e Smit (2009), poucos direcionam seus estudos para a compreensão efetivamente de efeitos fisiológicos, como por exemplo, competição por luz.

Sendo a população de plantas uma função do número de gemas por metro linear (densidade de plantio) e do número de metros lineares de sulcos (espaçamento entre linhas) por área, estas seriam as primeiras variáveis a serem estudadas, por conseguinte, teríamos o estudo da resposta da planta em relação ao estabelecimento de uma maior ou menor competição por água, nutrientes e luz.

Os trabalhos realizados no Brasil apesar de terem apresentado os melhores resultados nos menores espaçamentos (0,90 – 1,20 m), encerravam recomendações pelos mais largos, em vista das facilidades de mecanização, condicionando assim a cultura as características das máquinas e implementos da época. Pode-se afirmar que o espaçamento tradicional adotado pelas áreas cultivadas no Brasil e diversos países produtores, situam-se em torno de 1,40 m entre sulcos de plantio. Algumas investigações que apontam a possibilidade de espaçamentos diferentes interferirem no perfilhamento, aliados às outras características varietais de sistema radicial, comprimento e posição de folhas, fundamentam a existência de distâncias ótimas para cada variedade ou grupo de variedades (Paranhos, 1972).

Apesar de vários autores comentarem sobre grandes incrementos na produtividade, dado o aumento da densidade de plantas provenientes de altas populações em espaçamentos estreitos, para atingir de forma mais rápida um maior desenvolvimento da área foliar (Bull and Bull, 2000), Garside et al. (2002) em seu trabalho comentam que existem equívocos quando se compara resultados subseqüentes de ensaios individuais e áreas comerciais. Bull and Bull (2000), comentam de incrementos na produtividade na ordem de 20 a 50% apenas pela alteração do espaçamento de plantio, favorecendo maior população de plantas.

2.2.1 Espaçamento simples

Espaçamentos simples são assim comumente chamados, por aqueles espaçamentos que se configuram no campo, por meio de distâncias eqüidistantes e regulares entre os sulcos de plantio. Coleti et al (1987) citam estes espaçamentos em seus trabalhos, sendo que nesta categoria de espaçamentos, enquadra-se o que se chama de espaçamento tradicional da cana-de-açúcar no Brasil, espaçamento simples de 1,50 m.

Diversos pesquisadores têm realizado trabalhos, avaliando o comportamento de variedades e produção de biomassa. Como trabalho recente, realizado no Brasil, Muraro, Rossi Junior e Schogor (2011) utilizaram os espaçamentos simples de 0,90 e 1,30 com a variedade RB72454, observando maior produtividade no primeiro corte e decréscimo acentuado logo na cana de primeira soca, devido período de restrição hídrica, onde a redução do espaçamento foi efetiva no aumento da produtividade da variedade RB72454, predominantemente para a freqüência de 2 cortes. Paes (1997), embasado em trabalhos que comprovaram maiores produtividades em espaçamentos simples reduzidos, utilizou espaçamentos simples de 1,00 m, 1,30 m, 1,60 m e 1,90 m, associado a doses de nitrogênio, fechando com maior produtividade no espaçamento de 1,00 m para a variedade RB739359, atingindo 191,50 t.ha⁻¹ em cana planta, respondendo linearmente as doses de nitrogênio. Aguirre (1940) variando o espaçamento de 1,25 m a 2,00 m para a variedade POJ213, concluiu que houve um aumento de produção proporcional conforme se reduzia o espaçamento, tanto em cana de primeiro corte como nos consecutivos. Em quatro cortes a maior produção de cana por hectare foi a 1,33 m entrelinhas.

Boyce (1968) na África do Sul, estudando espaçamentos variando de 0,90 m a 2,20m. concluiu que para cada 30 cm de aumento no espaçamento o rendimento de cana decresceu 5,75 t/ ha por ano, em todos os lugares onde a umidade não foi fator limitante. Verificou também que o aumento de produção nos espaçamentos reduzidos, estava relacionado ao aumento do número de metros lineares de sulco de plantio, proporcionando maior quantidade de colmos por área. Não houve diferença em comprimento dos colmos, assim como nenhum efeito apreciável de espaçamento sobre a porcentagem de sacarose e rendimentos de cana-de-açúcar.

Singels e Smit (2009), trabalharam na África do Sul, com espaçamentos simples que variaram de 2,78 m a 0,64 m entre sulcos de plantio, e avaliaram o efeito da competição por luz sobre a área foliar e perfilhamento, assim como a captura da radiação solar incidente e conversão de biomassa, nos diferentes espaçamentos, para a variedade NCo376, comprovando maior eficiência na captura da radiação total incidente nos espaçamentos reduzidos, repercutindo diretamente sobre a produtividade final de colmos.

Thompson e Dutoit (1965) na África do Sul testaram os espaçamentos de 0,45m, 0,90 e 1,35m com toletes duplos e simples e dois níveis de fertilidade. A interação fertilizantes x espaçamentos foi significativa em termos de tonelada de colmos, porcentagem de sacarose, e produção de sacarose por área e as altas populações geradas pelos espaçamentos mais juntos em níveis altos de fertilidade levaram a um aumento de mortalidade e diminuição do número de colmos na colheita. No espaçamento mais reduzido o diâmetro dos internódios da ponta foram maiores do que os da base, o oposto também, sendo real para a distância maior.

A South African Sugar Association Experiment Station (1967), publicou resultados com experimentos utilizando 0,22; 0,35; 0,57; 0,90; 1,42; 2,25; e 3,60m como espaçamentos em plantio quadrado, com as variedades NCo 376 e CB36-14 e diferentes níveis de N, P e K. Efeitos na altura da cana e na população de brotos foram muito marcantes nas plantas com 11 semanas de idade. Nos espaçamentos estreitos, as plantas foram incapazes de perfilhar extensivamente e os brotos primários cresceram mais. Por sua vez, as plantas bem espaçadas perfilharam plenamente, mas ficaram mais curtas. Foi observado também que a mortalidade dos brotos ocorreu nos espaçamentos mais estreitos já dentro de 10 semanas, enquanto os mais largos ainda apresentaram um acréscimo de perfilhos até 22 semanas. Conforme os autores, o número final de colmos para a CB36-14 sugere que somente os brotos primários sobreviveram.

Paranhos (1972) trabalhando com três variedades, dois espaçamentos, 0,90 m e 1,50 m, em três localidades de Porto Rico, concluiu que houve aumento da população de colmos por hectare no menor espaçamento, mas uma redução no número de colmos por metro linear. Observou-se que os espaçamentos não afetaram a qualidade da cana, e aumentaram a produtividade de colmos na entrelinha. Foi observada também, uma tendência dos colmos tornarem-se mais finos, mais longos e mais leves a 0,90 m, embora sem efeito significativo.

Arruda (1961) estudou os espaçamentos de 1,00; 1,20; 1,40; 1,60; 1,80 m entre linhas para as variedades CP 34-120, CO 290, CO 419, encontrando diferenças significativas entre os espaçamentos de 1,00 e 1,20 m para produção final de colmos. O autor relatou que não houve interação significativa entre variedades e espaçamentos em seu trabalho. Stubbs (1895, citado por Galvani et al., 1997), conduziu experimentos precursores com cana-de-açúcar, em espaçamentos de 1,50 e 0,90m entre sulcos de plantio, com aumento de produtividade, tanto em cana planta como cana de primeira soca, de 23%.

2.2.2 Espaçamento duplo

A utilização de sulcos duplos ou “espaçamentos abacaxi”, como uma possibilidade de contornar o problema das bitolas dos tratores, sem prejuízos da população, já havia sido tentada em outras regiões como Hawai, Guianas, Índia. Paranhos (1972) comenta a importância de ser estudada a evolução da produção de colmos, através das soqueiras e as possíveis interações entre espaçamentos, características fisiológicas e fatores ambientais.

Como resultados obtidos com espaçamentos duplos Paranhos (1972 em Piracicaba-SP, utilizou as variedades CB40-69, CB41-76 e CB36-24, plantados em espaçamentos simples de 1,30 a 1,90m, e espaçamentos duplos de 1,00 x 0,50m e 1,50 x 0,50, ao longo de cinco cortes consecutivos. O referido autor conclui que nos anos agrícolas em que não houveram restrições hídricas, os espaçamentos duplos foram superiores, invertendo esta condição nos anos de déficit hídrico, sendo que os principais efeitos dos espaçamentos decorreram das diferenças de populações iniciais, que se mantiveram nos cinco cortes.

Coleti, Walder e Rodrigues. (1987), avaliaram o comportamento da variedade NA56-79 ao longo de cinco cortes, em relação a espaçamentos simples de 1,10m e 1,40m e duplos de 1,30 x 0,50m e 1,40 x 0,50. Demonstram em seus resultados os autores, que o espaçamento duplo não diferiu dos demais, e como ocorreu déficit hídrico severo, corroborando com Paranhos (1972), o espaçamento simples de 1,10 apresentou média de produção de colmos dos cinco cortes, superior as demais com 110,8 t.cana.ha⁻¹.

Morelli (2004, citado por Salata et al., 2006), apresenta resultados oriundos da comparação de espaçamentos simples de 1,10m e 1,40, e duplos de 1,40 x 0,60m e 1,40 x 0,80, em relação a dois ambientes distintos, um solo de alta e outro de baixa fertilidade. Os resultados evidenciaram que em solos de maior fertilidade os espaçamentos duplos propiciaram resultados satisfatórios, onde na média de quatro cortes, os espaçamentos duplos atingiram 121 t.cana.ha.ano⁻¹ em relação a 118 t.cana.ha.ano⁻¹ obtida no espaçamento simples de 1,40. O espaçamento simples de 1,10m destaca-se novamente em relação ao duplo, em solos de baixa fertilidade, onde apresentou média de 99 t.cana.ha.ano⁻¹.

Norris et al. (2000), dá exemplos em seu trabalho, onde na Austrália os produtores de cana-de-açúcar foram adotando lentamente os sistemas de plantio com linhas duplas, devido as modificações que exigiam no maquinário para plantio e colheita.

2.3 Referências

AGUIRRE JR., J.M. **Relatório Secção de Cana de Açúcar**. Instituto Agrônomo de Campinas: São Paulo, 1940.

ALEXANDER, A.G. **Sugarcane physiology**. Amsterdam: Elsevier Scientific, 1973. p. 752.

ARRUDA, H.C. **Contribuição para o estudo da técnica da cultura da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo**. Tese (Doutorado em Agronomia) – ESALQ, Universidade Federal de São Paulo. 1961

BARBIERI, V.; MANIERO, M. A.; PEREIRA, A. R. Espaçamento e características agroindustriais de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB,⁴ 1987, Olinda-PE. **Anais...**Olinda: STAB, 1987. p. 23-27.

BELL, M.J.; GARSIDE, A.L. Shoot and stalk dynamics and the yield of sugarcane crops in tropical and subtropical Queensland, Australia. **Field Crops Research**. v.92, p 231-248, 2005.

BOYCE, J.P. Plant crop results of a row spacing experimenta at Pangola. **Proc. Ann. Congress South African Sugar Tech. Assoc**, v. 42, p. 136-142, 1968.

BOLONHEZI, A.C.; ERNANDES, M.L.; VALÉRIO FILHO, W.V.; SCHMITZ, G.A.. Variedades de cana-de-açúcar cultivadas em espaçamentos simples e Duplos. In:

CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 90 2008, Maceió-AL. **Anais...** Maceió: STAB, 2008. p. 699-703.

BULL, T.A., BULL, J.K. High density planting as an economic production strategy. (a). Overview of potential benefits. **Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol**, v. 22, p. 9–15, 2000.

BUSO, P.H.M. **Estudo do sistema radicial de cana-de-açúcar no plantio de gema e tolete**. 88 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Setor de ciências agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

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

CARNEIRO, A.E.V., TRIVELIN, P.C.O., VICTORIA, R.L. Utilização da reserva orgânica e de nitrogênio do tolete de plantio (colmo-semente) no desenvolvimento da cana-planta. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, p.199-209, 1995.

COLETI, J. T. ; WALDER, L. A. M. ; RODRIGUES, J. C. S. Estudo de espaçamento em duas variedades de cana-de-açúcar: SP70-1143 e NA 56-79. **STAB**, v.6, n.2, p. 32-34, 1987.

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

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Central de informações agropecuárias**: safras – cana. 2011. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> acesso em 20/1/2011.

COPERSUCAR. Quarta geração de variedades de cana-de-açúcar. **Boletim Técnico COPERSUCAR**. COPERSUCAR: São Paulo, 1993. 16 p.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press.,1981. 126 p.

DAROS, E.; ZAMBON, J.L.C.; WEBER, H.; IDO, O.T.; GRACIANO, P.A. Efeito da densidade de plantio em duas variedades de cana-de-açúcar. In:CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 7, Londrina, 1999. **Anais...** Londrina – PR, 1999. p. 137-140.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.;LANDELL, M.G.A. (Eds.). **Cana-de-açúcar**. 1.ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. p.588.

DILLEWIJN, C. Van. **Botany of sugarcane**. Waltham: The Chronica Botanica, 1952. 371p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Tradução de GHEYI, H. R; SOUSA, A.A.; DAMASCENO, F.A.V.; MEDEIROS, J.F.. Campina Grande: UFPB, 1994. p.220-226.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPSo, 1999. 421p.

ERNANDES, M.L. **Comportamento de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) Cultivadas em espaçamentos simples e duplos.** 56 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Sistemas de Produção) – Setor de Ciências Agrárias, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, São Paulo, 2005.

FERNANDES, J.. Observações sobre o sistema radicular da cana-de-açúcar. **Álcool e Açúcar**, v.5, n.23, p.51-52, 1985.

FERNANDES, J. ; FURLANI NETO, V. L. ; IVAM, D. C. Sulcos de base larga para cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 1, 1979, Maceió. **Anais...**Maceió: STAB, 1980. p. 440-447.

FERNANDES, J.. **A subsolagem no controle da compactação do solo na cana soca (*Saccharum spp*) variedade CB-4176 e seus efeitos no rendimento agrícola e no sistema radicular.** 157p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Setor de Ciências Agrárias, Escola Superior Agrícola Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1979.

FERREIRA, D.F. SISVAR. **Programa de Análise Estatística.** UFLa, 2000.

FIGUEIREDO FILHO C. P. Efeito da redução do espaçamento na produtividade da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB 8º, 2002, Pernambuco. **Anais...** Pernambuco: STAB, 2002. p. 533-537.

GALVANI, E. ; BARBIERI, V. ; PEREIRA, A. B. ; VILLA NOVA, N. A. Efeitos de diferentes espaçamentos entre sulcos na produtividade agrícola da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Scientia Agrícola**, v.54, n.2, p.1-8, 1997.

GALVANI, E. *et al.* Efeito de diferentes espaçamentos ente sulcos na produtividade agrícola da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Scientia Agrícola**, v.54, p.62-68, 1997.

GARSIDE, A.L. and BELL, M.J. Row spacing and planting density effects on the growth and yield of sugarcane.3. Responses with different cultivars. **Crop & Pasture Science**. Queensland, v.60, p.555-565, 2009.

GARSIDE, A.L.; BERTHELSEN, J.E.; PANKHURST, C.E.; BLAIR, B.L.; MAGAREY, R.C.; D'AMATO, C.; BULL, J.I. Effect of breaks from sugarcane monoculture and biocides on the growth and yield of a subsequent sugarcane crop. **Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol**, v 24, p 82-91, 2002.

GOSNELL, J.M. **Some effects of environmental factors and cultural treatments on the growth of sugarcane.** Thesis (Ph.D), University of Natal, 1967.

HERMANN, E.R.; CÂMARA, G.M.S. Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açúcar. **Stab. Açúcar, Álcool & Subprodutos**, v.17, n.5, p. 32-34, 1999.

IDO, O. T.; **Desenvolvimento radicial e caulinar, de três variedades de cana-de-açúcar, em Rizotron, em dois substratos.**141p. Tese (Doutorado em Agronomia, Produção Vegetal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas Climáticas do Estado do Paraná 1994**. Londrina, 1994, 49 p. (IAPAR. Documento, 18)

INMAN-BAMBER, N.G.; MUCHOW, R.C.; ROBERTSON, M.J. Dry matter partitioning of sugarcane in Australia and South Africa. **Field Crops Research**, Australia, v. 76, p. 71-84, 2002.

INMAN-BAMBER, N. G. Temperature and seasonal effects on canopy development and light interception of sugarcane. **Field Crops Research**, v.36, n.1, p.41-51, 1994.

INMAN-BAMBER, N. G. Sugarcane water stress criteria for irrigation and drying off. **Field Crops Research**, v.89, p.107-122, 2004

ISMAEL, F.M.; SEERUTTUN, S.; BARBE, C.; GAUNGOO. Improving cane productivity with dual row planting in Mauritius. **Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol**, Mauritius, v. 26, p. 220-226, 2007.

IRVINE, J. E. & BENDA, T. A. Sugarcane spacing. Historical and theoretical aspects. In: CONGRESS ISSCT, 17^o. **Proceedings**. Manila: 1980.p. 350-355.

IRVINE, J.E. Sugarcane. In: SYMPOSIUM ON POTENTIAL PRODUCTIVITY OF FIELD CROPS UNDER DIFFERENT ENVIROMENTS. **International Rice Research Institute**, Los Baños: Philippines, 1983. p.361-381.

LEME E.J.A.; MANIERO, M.A.; GUIDOLIN, J.C. Estimativa da área foliar da cana-de-açúcar e sua relação com a produtividade. **Cadernos Planalsucar**, v.2, p.3-22, 1984.

MACHADO, E.C. Fisiologia de produção de cana-de-açúcar. In: Paranhos, S.B. (Coord.). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, v.1, 1987.

MACHADO, E.C.; PEREIRA, A.R.; FAHL, J.I.; ARRUDA, H.V.; CIONE, J. Índices biométricos de duas variedades de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, p. 1323-1329, 1982.

MATSUOKA, S. **Botânica e ecofisiologia da cana-de-açúcar**: In: CURSO DE QUALIFICAÇÃO EM PLANTAS INDUSTRIAIS – Cana-de-açúcar. Maringá : UFPR/SENAR, 1996. 34p. (Apostila)

MATSUOKA, S.; GARCIA, A. A. A.; ARIZONO, H. Melhoramento da cana-de-açúcar. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa : Editora UFV, 1999. p.205-251.

MORAES NETO, L. Aumento do espaçamento de plantio de cana e o reflexo na colheitamecanizada. In: MAGRO, J. A. (Coord.) **SEMINARIO DE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA: PERDA DE PRODUTIVIDADE**, Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, STAB, Ribeirão Preto. 2002. CD-ROOM.

MORELLI, J. ; NELLI, E. ; DALBEN, A.E. ; ALMEIDA, J. O. ; DEMATTÊ, J. L. I.

Influência do espaçamento na produção da cana-de-açúcar em função do tipo de solo e da variedade. CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 1993, Águas de São Pedro. **Anais...** Águas de São Pedro: STAB, 1993. p.20–24.

MORELI, J. *et al.* Influência do espaçamento na produção da cana-de-açúcar em função do tipo de solo e da variedade. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 5., 1993, Águas de São Pedro. **Anais...** Águas de São Pedro: STAB, 1993.p.20-24.

MUCHOW, R.C.; ROBERTSON, M.J.; KEATING, B.A. Limits to the Australian sugar industry: climatic and biological factors. In: KEATING, B.A.; WILSON, J.R. (Ed.). **Intensive sugarcane production: meeting the challenges beyond 2000.** Wallingford: CAB International, 1997. p. 37-54.

MUNDSTOCK, C.M. Bases fisiológicas para aumentar o rendimento do milho no sul do Brasil. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO n.2.Lages-SC. **Resumos...**Lages: UDESC - CAV, 1999, p.31-33.

MURARO, G.B.; ROSSI JUNIOR, P.; SCHOGOR, A.L.B. Produção de biomassa de cana-de-açúcar em dois espaçamentos e duas freqüências de cortes. **Ciênc. Agrotec.** Lavras, v. 35, n.1, p. 131-136, 2011.

NORRIS, C.P.; ROBOTHAM, B.G.; BULL, T.A. High density planting as na economic production strategy: farming system and equipment requirements. **Proc. Aus. Soc. Sugar Cane Technol**, Australia, v. 22, p. 113-118, 2000.

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**, v.37, n.2, p.71-76, 2007.

PAES, J.M.V.; MARCIANO, N.; BRITO, C.H.; CARDOSO, A.A.; MARTINEZ, H.H.P.; MENDES, A. Estudo de espaçamentos e doses de nitrogênio na produção e em algumas características biométricas de três variedades de cana-de-açúcar. **STAB – Açúcar, Alcool e Subprodutos**, v. 15, n. 6, p. 18-20, 1997.

PARANHOS. S. B. **Espaçamento e densidades de plantio em Cana-de-Açúcar.** 109 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Instituto Agronômico de Campinas Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972.

PEREIRA JUNIOR, A.C.G. **Efeitos da irrigação e do espaçamento no desenvolvimento e na produção de três variedades de cana-de-açúcar (Saccharum spp.).** 142p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1984.

PLANALSUCAR. **Cultura da cana-de-açúcar:** manual de orientação. Piracicaba: IAA, Coordenadoria Regional Sul, 1986. 56p.

PRADO, H. **Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação, levantamento, manejo agrícola e geotécnico.** 3 ed. ver. amp. Piracicaba - SP, 2003.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. Piracicaba: T.C.C. Ripoli, 2004. 302 p.

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

SALATA, J. ; SANTI, E. ; BENEDITO, E. ; DEMATTÊ, J. L. I. Efeitos do espaçamento na produção da cana-de-açúcar em função de épocas de corte e de variedades na região de Quatá Sudoeste do estado de São Paulo. CONGRESSO NACIONAL DA STAB – STAB, 1993, Águas de São Pedro. **Anais...** Águas de São Pedro: STAB, 1993. p. 25-29.

SEGATO S. V. et al. (org.) **Atualização em produção de Cana-de-açúcar**.1.ed. Piracicaba: CP 2, 2006.

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

SINCLAIR, T. R.; GILBERT, R. A.; PERDOMO, R. E.; SHINE Jr., J. M.; POWELL, G.; MONTES, G. Sugarcane leaf area development under field conditions in Florida, USA. **Field Crops Research**, v.88, p.171-178, 2004.

SINGELS, A.; SMIT, M.A. Sugarcane response to row spacing-induced competition for light. **Field Crops Research**, v. 113, p. 149-155, 2009.

SINGELS, A., DONALDSON, R.A. A simple model of unstressed sugarcane canopy development. **Proc. S. Afr. Sugar Technol. Assoc**, v. 74, p. 151–154, 2000.

SINGELS, A., SMIT, M.A. The effect of row spacing on an irrigated plant crop of sugarcane variety NCo376. **Proc. S. Afr. Sugar Technol. Assoc**, v. 76, p. 94–105, 2002.

SOUTH AFRICAN SUGAR ASSOCIATION EXPERIMENT STATION. **Varieties and plant population**. Experiment Station Ann. Report, p. 48-51, 1967.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; trad. SANTARÉM, E. R. et al. **Fisiologia vegetal**. 3.ed., Porto Alegre : Editora Artmed, 2004. 719p.

THOMPSON, G.C.; DUTOIT, J.L. Sugarcane plant populations. **South African Sugar Jour.**, v. 46, p. 961-963, 1965.

TORRES, J.S.; VILLEGAS, F.; DURÁN, A. Modified dual row planting system for green cane management in the tropics. **Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol.**, v. 27, p. 1-6, 2010.

CAPÍTULO I

COMPONENTES MORFOLÓGICOS E DE RENDIMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR VARIEDADE SP81-3250 EM ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO SIMPLES E DUPLOS, EM CANA DE PRIMEIRA SOCA.

3 CAPÍTULO I

COMPONENTES MORFOLÓGICOS E DE RENDIMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR VARIEDADE SP81-3250 EM ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO SIMPLES E DUPLOS, EM CANA DE PRIMEIRA SOCA.

3.1 Resumo

Avaliou-se o comportamento da variedade de cana-de-açúcar SP81-3250, em relação a 11 espaçamentos de plantio, simples e duplos, em cana de primeira soca. O presente trabalho foi realizado a Noroeste do estado do Paraná. As variáveis que compuseram os componentes de rendimento, apresentando diferenças significativas foram: toneladas de cana por hectare, número de colmos por metro linear e número de colmos por área, seguido de toneladas de açúcares redutores totais por hectare. A média de 180 toneladas de cana.ha⁻¹, obtida entre os espaçamentos simples, foi superior significativamente a encontrada nos espaçamentos duplos com 162 toneladas de cana.ha⁻¹. A cada metro em que se reduzem a distância entre sulcos de plantio, no espaçamento simples, obteve-se um incremento de 30 toneladas de cana.ha⁻¹. A redução do espaçamento simples proporcionou incremento no número de colmos por área e redução do número de colmos por metro linear. Dos componentes morfológicos avaliados, a estatura de colmos apresentou média superior nos espaçamentos simples havendo uma relação inversa em relação ao índice de área foliar (IAF).

Palavras-chave: *Sacharum* spp., Espaçamentos simples, espaçamentos duplos.

MORPHOLOGICAL AND YIELD COMPONENTS OF CANE SUGAR IN VARIETY SP81-3250 SPACING OF SINGLE AND DOUBLE PLANTING IN CANA OF FIRST RATOON.

3.2 Abstract

Was evaluated the behavior of the variety of cane sugar SP81-3250, compared to 11 planting spacings, single and double in the first ratoon cane. This work was carried out in the northwest of Paraná state. The variables that made up the yield, significant differences were tons of cane per hectare, number of stems per meter and number of stems per unit area, followed by tons of total reducing sugars per hectare. The average of 180 tons of cana.ha⁻¹, obtained by spacing simple, was significantly higher than that found in double spacing with 162 tons of cana.ha⁻¹. Each meter in which they reduce the distance between planting rows in single spacing, we obtained an increase of 30 tons of cana.ha⁻¹. The reduction in single spacing provided an increase in the number of stems per area and reducing the number of stems per meter. Morphological components measured, the height of stems presented higher in the gaps there is a simple inverse relationship with respect to leaf area index (LAI).

Keywords: *Saccharum* spp., spacing simple, double spacing.

3.3 Introdução

No manejo da lavoura canavieira, dentre as diversas variáveis que afetam diretamente a produtividade final de colmos, está a distância entre sulcos de plantio. Considerando a importância do manejo adequado ao sistema de colheita proposto atualmente, Muraro, Rossi Junior e Schogor (2011) argumentam que a cana-de-açúcar quando cultivada para o corte mecanizado, deve ser adaptada para tal atividade. Cada variedade de cana-de-açúcar possui uma característica varietal particular, inerente ao seu hábito de crescimento, ao seu padrão de perfilhamento, à velocidade de emergência dos perfilhos, entre outras características que determinam sua adaptabilidade e estabilidade fenotípica.

Dada a importância de se adequar o cultivo da cana-de-açúcar ao sistema mecanizado de colheita, diferentes trabalhos no Brasil e exterior tem procurado elucidar a questão de qual seria o melhor espaçamento a ser proposto, a fim de se amenizar as injúrias causadas pelo pisoteio das máquinas na linha de plantio. Contudo, é evidente que se ocorre padrões de crescimento distintos para cada variedade, haverá conseqüentemente um espaçamento ótimo para cada uma, atenuando ou não a competição entre plantas, por água, luz e nutrientes. Como numa área de produção de cana-de-açúcar encontram-se diversas variedades, determinar um espaçamento que esteja ajustado ao maquinário disponível, torna-se a opção mais acessível e adequada no momento. Em resposta a algumas pesquisas com espaçamentos, o setor de produção de maquinários agrícolas tem atualmente lançado no mercado novas colhedoras que permitem a utilização de espaçamentos simples reduzidos e duplos. Este fato demonstra a importância dos resultados gerados nas pesquisas de campo com espaçamentos, que visam não somente o incremento na produtividade, mas também, a longevidade do canavial, com redução dos impactos sobre o ambiente.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os componentes morfológicos e de rendimento da variedade de cana-de-açúcar SP81-3250, disposta em 11 espaçamentos distintos, simples e duplos, avaliados em cana de primeira soca.

3.4 Material e métodos

O experimento foi conduzido a campo, no ano agrícola de 2008/2010, no município de Itambé-PR, região situada entre as coordenadas 23°40'35" latitude Sul e 52°01'00" longitude Oeste, com altitude média de 386 m. Os dados climatológicos referentes ao período de estabelecimento do experimento, avaliado em cana de primeira soca, encontram-se na Figura 1 (Fonte: SIMEPAR, 2011 – Dados Estação Experimental de Maringá-PR).

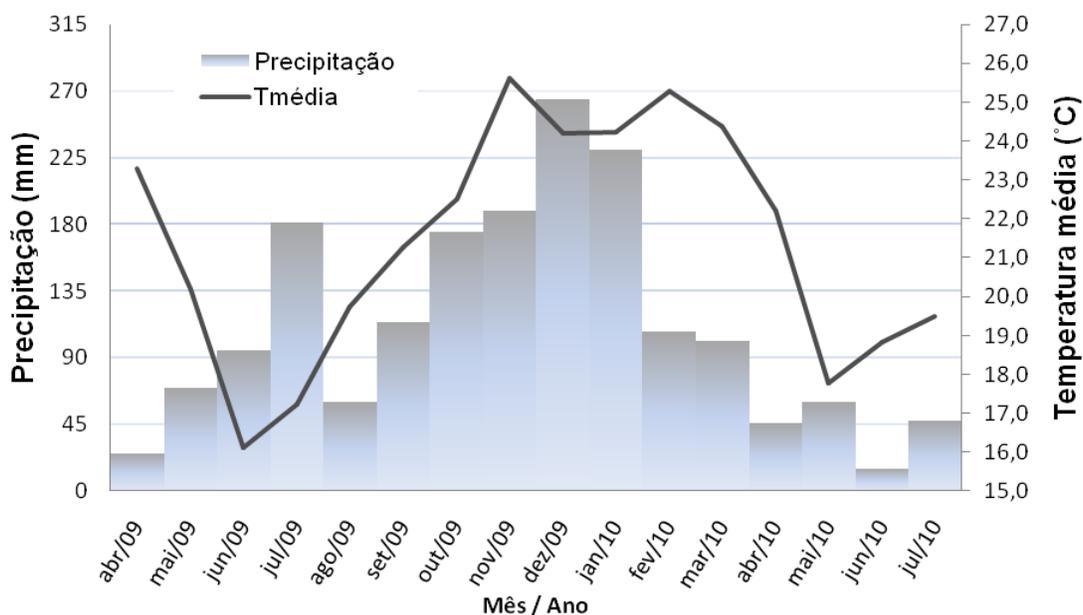


FIGURA 1. Precipitação pluvial acumulada e temperatura média, correspondentes ao ciclo de cana de primeira soca, Junho de 2009 a junho de 2010, Maringá-PR (Dados SIMEPAR, 2011)

O experimento foi instalado em solo tipo Latossololo roxo eutrófico, horizonte A moderado e textura argilosa e de relevo plano, solo profundo, com material de origem do Basalto (Embrapa, 1999; Prado, 2003). As características químicas estão apresentadas na Tabela 01.

TABELA 1 Resultados da análise químicas do solo da área experimental da variedade SP81-3250, camadas de 0-20 cm e 20-40cm. Região de Itambé-PR Sitio Salino, Usina Ivaicana, 2008

Amostra	pH	Al	H+Al	Ca+Mg	Ca	K	CTC	P	MO	pH	V
	CaCl ₂				cmolc dm ⁻³			mg dm ⁻³	g dm ⁻³	SMP	%
0-20 cm	6,05	0	3,60	17,22	14,04	0,60	21,42	18,82	48,70	6,45	81,22
20-40 cm	5,50	0	3,87	8,74	7,22	0,23	12,84	3,78	47,30	6,23	64,85

Análise realizada no Laboratório de Análises Agronômicas - Integrado - Campo Mourão-PR.

Para o plantio da cana-de-açúcar, realizado em março de 2008, foram utilizadas mudas tratadas termicamente, com três gemas por tolete, numa densidade de plantio de 18 gemas por metro linear. A adubação de base foi 430 kg do formulado 5-30-15 (NPK) e 350 kg do formulado 27-00-12 (NPK), para a manutenção das rebrotas. A variedade utilizada no experimento foi a SP81-3250, conforme Silveira (2011) “informação verbal”, esta variedade apresenta porte ereto, ótimo perfilhamento e excelente capacidade de rebrota, mesmo sob temperaturas amenas e sob palha, com bom rendimento em colheita mecanizada e transporte, apresentando bom fechamento entre linhas.

As análises procederam-se ao final do ciclo da cultura, em cana soca, quando já se tinham definido os colmos produtivos. As variáveis resposta que compuseram os componentes de rendimento foram número colmos por metro linear (NCM), feita a contagem dos colmos em um metro linear, número de colmos por metro quadrado (NC/m²), obtido a partir do valor obtido para população de colmos dividido pelo fator de conversão de dez mil. Massa média de colmos (M1C) mensurado a partir de 20 colmos sem as ponteiros, tirando-se o valor médio em Kg e açúcares redutores totais (ART), foram encaminhadas as amostras de 10 colmos de cada repetição, provenientes dos espaçamentos presentes nos trabalho, para o laboratório de análises industriais da Usina Ivaicana. A Partir dos valores determinados em NCM e M1C, obteve-se então os valores de toneladas de cana por hectare (TCH), calculado pela fórmula $TCH = NCM \times M1C \times ML / 1000$, onde ML corresponde ao valor total de metros lineares de sulco de plantio, conforme o espaçamento utilizado, o valor total obtido divide-se por mil a fim de se transformar o valor para hectare. A quantidade de açúcares redutores totais por hectare (TARTha) foi determinado a partir da fórmula $TARTha = ART \times TCH / 100$, sendo ART a quantidade de açúcares redutores totais e TCH o valor de toneladas de cana por hectare, ao final o valor obtido na multiplicação divide-se por cem para transformar o valor para hectare.

Para se determinar os componentes morfológicos da planta, foi mensurado o diâmetro médio entre 10 colmos com auxílio de um paquímetro (cm), medindo o diâmetro do colmo do quarto entre nó. Para estatura média de colmos mediu-se com auxílio de régua graduada em mm, a estatura dos colmos em metros, desde o corte do colmo rente ao solo, até a primeira aurícula visível, classificada como folha +1, conforme descrição de Kuijper (Dillewijn, 1952). A área foliar por colmo foi determinada por meio da contagem do número de folhas verdes (folha totalmente expandida com o mínimo de 20% de área verde, contada a partir da folha +1) e pelas medições realizadas nas folhas +3, sendo medido o comprimento e a largura da folha na porção mediana, segundo metodologia descrita por Hermann e Câmara (1999) onde tem-se $AF = C \times L \times 0,75 \times (N+2)$, sendo C o comprimento da folha, L a largura, 0,75 o fator de correção da forma e N o número de folhas verdes. Para se determinar o Índice de Área Foliar (IAF) foi utilizado a área foliar (AF), o número de colmos por metro e a superfície do solo sombreada pelas folhas, segundo metodologia de Watson¹ citado por Larcher (2000), onde tem-se $IAF = AF \times NCM / S$, sendo AF a área foliar, NCM o número de colmos por metro e S a superfície de solo sombreada pelas folhas.

O delineamento utilizado no presente trabalho foi inteiramente casualizado, constando 4 repetições e 11 tratamentos, espaçamentos simples e duplos conforme Tabela 2. Os espaçamentos duplos de plantio foram separados em duas classes: duplos de base larga (1,40 x 0,40m e 1,40 x 0,40m) e duplos de base estreita (1,20 x 0,40m; 1,20 x 0,60m; 1,20 x 0,80m), conforme Tabela 3.

¹ WATSON, D. J. **Comparative physiological studies on the growth of field crops. I: variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years.** Ann. Bot. p.41-76, 1947.

TABELA 2. Espaçamentos simples e duplos, e seus respectivos metros lineares, utilizados como os diferentes tratamentos para a variedade SP81-3250 em Itambé-PR, 2010.

ESPAÇAMENTOS SIMPLES (m)	ESPAÇAMENTOS DUPLOS (m)
1,00 (10.000 m.lineares)	1,40 x 0,40 (11.111 m.lineares)
1,20 (8.333 m.lineares)	1,40 x 0,60 (10.000 m.lineares)
1,40 (7,143 m.lineares)	1,20 x 0,40 (12.500 m.lineares)
1,60 (6.250 m.lineares)	1,20 x 0,60 (11.111 m.lineares)
1,80 (5.555 m.lineares)	1,20 x 0,80 (10.000 m.lineares)
2,00 (5.000 m.lineares)	

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância e análise por contraste ortogonal de médias, analisados utilizando o software SISVAR. Entende-se por contrastes de médias ortogonais, se m_1, \dots, m_{11} são as médias dos 11 tratamentos do experimento, todos com o mesmo número (r) de repetições. Conforme Pimentel Gomes (2009), o que caracteriza um contraste é que, as médias que nele ocorre forem todas iguais, o contraste deverá ser nulo, conferindo um contraste ortogonal.

$$\sum_i c_{ik} = 0$$

(Pimentel Gomes, 2009)

Para que isto ocorra, a soma algébrica dos coeficientes deve ser nula e posteriormente estes contrastes podem ser comprovados pelo teste F, apresentando ainda a estimativa de quanto uma média foi ou não superior a outra média comparada. Os coeficientes utilizados para contrastes constam na Tabela 3, adaptada das tabelas de coeficientes de interpolação de polinômios ortogonais de Pimentel Gomes (2009). Ainda na mesma tabela pode se observar os espaçamentos duplos separados por duas classes sendo duplos de base estreita (DBE) e duplos de base larga (DBL).

TABELA 3. Coeficientes dos contrastes (Yk) utilizados para análise dos tratamentos (espaçamentos entre sulcos de plantio)

Tratamentos	Contrastes ortogonais									
	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10
1,20 x 0,40 (DBE1)	6	2	-1	1	0	0	0	0	0	0
1,20 x 0,60 (DBE2)	6	2	0	-2	0	0	0	0	0	0
1,20 x 0,80 (DBE3)	6	2	1	1	0	0	0	0	0	0
1,40 x 0,40 (DBL1)	6	-3	0	0	1	0	0	0	0	0
1,40 x 0,60 (DBL2)	6	-3	0	0	-1	0	0	0	0	0
1,00 m (S1,0)	-5	0	0	0	0	-5	5	-5	1	-1
1,20 m (S1,2)	-5	0	0	0	0	-3	-1	7	-3	5
1,40 m (S1,4)	-5	0	0	0	0	-1	-4	4	2	-10
1,60 m (S1,6)	-5	0	0	0	0	1	-4	-4	2	10
1,80 m (S1,8)	-5	0	0	0	0	3	-1	-7	-3	-5
2,00 m (S2,0)	-5	0	0	0	0	5	5	5	1	1
$\Sigma C =$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Após os testes de contrastes, os dados foram complementados por análises de correlação e teste de Qui-quadrado, com o propósito de se averiguar a associação entre as variáveis de estudo, sendo estes comprovados posteriormente pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade. Todas as análises complementares foram realizadas utilizando-se a planilha Windows Excel (2007).

3.5 Resultados e discussão

Conforme Tabela 4, observa-se que massa média de colmos (M1C), diâmetro e área foliar, não apresentaram níveis de significância. Conforme Pereira Junior (1984) e Paranhos (1972) que trabalharam com diferentes espaçamentos de plantio de cana de açúcar, a distância entre sulcos não altera significativamente o peso médio dos colmos. Singels and Smith (2009) em experimento envolvendo diferentes espaçamentos simples, observaram que plantios estabelecidos a partir de 1,37 m entre sulcos até 0,50 m apresentavam uma tendência de redução da massa de colmos, assim como o diâmetro médio, mas não significativo. A redução do peso médio dos colmos causadas pela redução do espaçamento foi verificada pelos autores como Boyce (1968), Thompson (1962) e Barbieri (1987), que exceto Barbieri (1987), trabalharam com espaçamentos abaixo de 1,00 m. Para diâmetro médio de colmos, observa-se uma tendência de se reduzir o diâmetro nos espaçamentos mais

estreitos, porém com valores não significativos. Paes et al. (1997) também confirma esta tendência em seu trabalho, onde utilizaram espaçamentos de 1,9 m a 1,0 m evidenciando uma redução de 1,93 kg de massa média de colmos para 1,68 kg respectivamente, e para diâmetro médio de colmos, para os mesmos tratamentos, obtiveram aproximadamente 28,50 mm para o espaçamento maior e 27,14 mm no espaçamento reduzido. Para área foliar, no presente trabalho, também os valores apresentados não constaram diferença estatística. Fato que pode ter ocorrido devido a avaliação proceder ao final do ciclo da cultura. Bolonhezi et al.(2008), trabalharam com espaçamentos duplos e simples, comprovando ao longo de 6 avaliações até os 365 dias, que a área foliar ao longo do ciclo de desenvolvimento da planta foi maior no espaçamento reduzido de 1,10, conferindo também maior índice de área foliar.

TABELA 4. Resumo da ANOVA para a variedade SP81-3250, nas características avaliadas: toneladas de cana por hectare (TCH), número de colmos por m² (NC/m²), número de colmos por metro linear (NCM), massa média de colmos (M1C), diâmetro de colmos, estatura de colmos, área foliar (AF), índice de área foliar (IAF) e toneladas de açúcares redutores totais por hectare (TARTha). Itambé, PR, 2010.

VARIÁVEIS	QMR	GL	Teste F	CV (%)
TCH	440,494192	33	2,275 ; p < 0,0372	12,06
NC/m ²	0,433273	33	7,902 ; p < 0,0000	6,58
NCM	0,661894	33	74,277 ; p < 0,0000	6,65
M1C	0,039149	33	1,036 ; p < 0,4366	11,35
Diâmetro	0,055179	33	1,845 ; p < 0,0909	9,72
Estatura	0,017501	33	3,505 ; p < 0,0031	3,77
AF	97,513023	33	0,512 ; p < 0,8694	21,77
IAF	0,442708	33	13,324 ; p < 0,0000	8,52
TARTha	12,787284	33	2,836 ; p < 0,0117	11,98

Quadrado médio do resíduo (QMR) e graus de liberdade do resíduo (GL)

As variáveis TCH, NC/m², NCM, estatura de colmos, IAF e TARTHA (Tabela 4), apresentaram valores estatisticamente comprovados pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade, corroborando com Garside and Bell (2009), Torres, Villegas and Durán (2010) e Muraro, Rossi Junior e Schogor (2011), onde estes também comprovaram efeito significativo de espaçamento entre plantas para TCH, NC/m² e NCM. Para IAF, assim como Galvani et al. (1997), Bolonhezi et al.(2008), comprovam diferenças entre os IAF's obtidos nos distintos tratamentos, com espaçamentos simples e duplos, para diferentes variedades. Para estatura de colmos, Pereira Junior (1984) e Figueiredo (1996), não obtiveram diferenças

significativas, diferente do presente trabalho, corroborando apenas com o resultado obtido para massa média, que também não apresentaram significância. Cabe destacar que Pereira Junior (1984), trabalhou com lâminas de irrigação, suprimindo demandas hídricas das plantas, atenuando efeitos de competições entre estas. E finalmente, quanto a componentes industriais da planta, individualmente e de forma geral, observa-se nos trabalhos analisados, que não ocorre significância para quantidade de açúcar nos colmos, mesmo se alterando a distância entre sulcos de plantio. Fato confirmado com Pereira Junior (1984), Basile et al.(1993), Coleti (1994) e Figueiredo (1996), para as variáveis pol e fibra%. Dada esta consideração, neste trabalho, utiliza-se um componente industrial ART, avaliado em relação a quantidade de açúcar por hectare, influenciado por TCH. Neste sentido explica-se a significância que ocorre para os distintos tratamentos com a variável TARTha (toneladas de açúcares redutores totais por hectare).

3.5.1 Componentes de rendimento

Conforme valores expostos na Tabela 5, podemos visualizar um resumo constando todos os tratamentos que foram significativos, a partir das variáveis que também apresentaram significância na análise de variância, para a variedade SP81-3250. Os quadros completos da decomposição dos contrastes deste trabalho estão presentes em anexo. Observa-se que houve diferença significativa entre espaçamentos duplos comparado aos simples para a variável TCH e apresenta-se ainda a possibilidade de discussão dos espaçamentos simples, a partir de uma regressão linear para a mesma variável. Posteriormente podemos reafirmar que o número de colmos por m² apresenta significância comparando-se espaçamentos duplos de base estreita com duplos de base larga assim como também pode se explicar o comportamento do número de colmos finais da variedade SP81-3250 ao longo dos espaçamentos simples, utilizando uma equação polinomial de regressão linear. Confirma-se também significância para o componente de rendimento TARTha, comparando-se espaçamentos duplos em relação aos simples e regressão linear para espaçamentos simples, da mesma forma que ocorre para a variável TCH, haja vista que TARTha está em função de TCH.

TABELA 5. Probabilidade alfa para as diferentes médias dos tratamentos nos componentes de rendimento toneladas de cana por hectare (TCH), número de colmos por m² (NC/m²), número de colmos por metro linear (NCM) e toneladas de açúcar redutores totais por hectare (TARTha). Comparação por contraste ortogonal de médias entre os distintos tratamentos, espaçamentos duplos, simples, duplos de base estreita (DBE), duplo de base larga (DBL). Variedade SP81-3250. Itambé, PR, 2010.

Variedade SP81-3250		Quadrado médio e probabilidade de alfa							
Contrastes	GL	TCH	p<	NC/m ²	p<	NCM	p<	TARTha	p<
Y1: Duplos vs. Simples	1	3388,679	0,009	0,855	0,170	365,928	0,000	147,314	0,002
Y2: DBE vs. DBL	1	25,007	0,813	2,602	0,020	0,252	0,541	0,386	0,863
Y3: DBL1 vs. DBL2	1	1116,518	0,121	1,739	0,053	16,531	0,000	54,601	0,047
Y4: Regressão 1° para DBE	1	476,061	0,306	0,001	0,963	0,010	0,901	28,253	0,147
Y5: Regressão 2° para DBE	1	1,022	0,962	0,221	0,480	0,781	0,285	1,892	0,703
Y6: Regressão 1° para E.simples	1	3595,039	0,007	23,927	0,000	94,192	0,000	84,667	0,015
Y7: Regressão 2° para E.simples	1	64,672	0,704	0,071	0,689	2,138	0,082	3,095	0,626
Y8: Regressão 3° para E.simples	1	936,282	0,154	2,689	0,018	5,977	0,005	10,846	0,364
Y9: Regressão 4° para E.simples	1	5,594	0,911	0,059	0,714	0,966	0,236	2,645	0,652
Y10: Regressão 5° para E.simples	1	410,870	0,341	2,072	0,036	4,861	0,011	28,911	0,142
Erro	33	440,494		0,433		0,662		12,787	

Graus de liberdade (GL) e probabilidade de alfa (p<).

Dado o exposto na Tabela 4, a média apresentada na Figura 2, referente a média atingida no espaçamento simples de 180 toneladas de cana.ha⁻¹, é superior a obtida nos espaçamentos duplos de 162 toneladas de cana.ha⁻¹, para o final do ciclo de cana soca. Assim como Coleti, Walder e Rodrigues.(1987) , em relação a espaçamentos simples de 1,10 m e 1,40 m e duplos de 1,30 x 0,50 m e 1,40 x 0,50 os autores demonstram em seus resultados, que o espaçamento duplo não diferiu dos demais, e corroborando com Paranhos (1972), o espaçamento simples de 1,10 m apresentou média dos cinco cortes superior aos demais com 110,8 t.cana.ha⁻¹. Morelli (2004, citado por Salata et al., 2006), apresenta resultados oriundos da comparação de espaçamentos simples de 1,10 m e 1,40 m, e duplos de 1,40 x 0,60 m e 1,40 x 0,80 m, em dois ambientes distintos, um solo de alta fertilidade e outro de baixa fertilidade. Diferente do presente trabalho, os do referido autor demonstravam que em solos de maior fertilidade os espaçamentos duplos apresentavam melhores resultados que os simples, porém não havendo significância, onde na média de quatro cortes, os espaçamentos duplos atingiam 121 t.cana.ha.ano⁻¹ em relação a 118 t.cana.ha.ano⁻¹ obtida no espaçamento simples de 1,40 m. O espaçamento simples de 1,10 m destacava-se novamente em relação ao duplo, em solos de baixa

fertilidade, onde apresentou média de 99 t.cana.ha.ano⁻¹ ao longo de quatro cortes, mas também sem apresentar valores significativos.

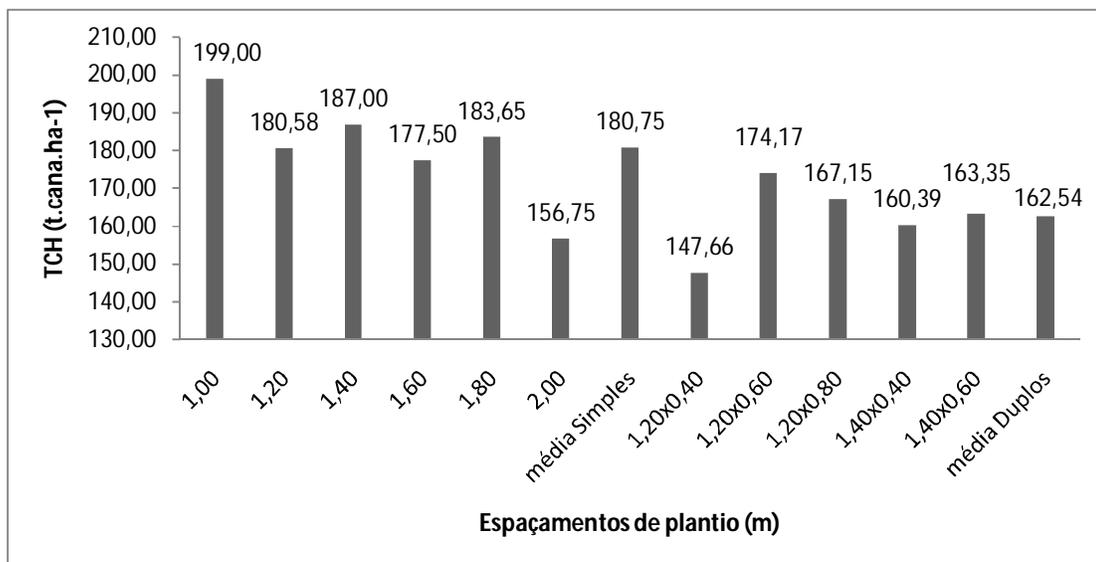


FIGURA 2. Valores médios de TCH para os respectivos espaçamentos simples e duplos. Variedade SP81-3250, em de primeira cana soca.

A equação da figura 3, expressa o comportamento da variedade em questão sendo $Y = 195,86 - 30,219 x$, onde x representa os espaçamentos 1,00 (0), 1,20 (0,2), 1,40 (0,4), 1,60 (0,6), 1,80 (0,8) e 2,00 (1)), Y representa a produção de toneladas de cana por hectare (TCH). De acordo com a equação (Figura 3), a cada um metro em que se reduz a distância entre os sulcos de plantio, obtém-se um ganho de aproximadamente 30 toneladas de cana.ha⁻¹. O fato de o coeficiente R da reta não explicar com maior precisão o comportamento da variedade em questão, se dá pelo fato do grande poder de compensação (plasticidade) desta variedade ao longo dos diferentes (Figura 4).

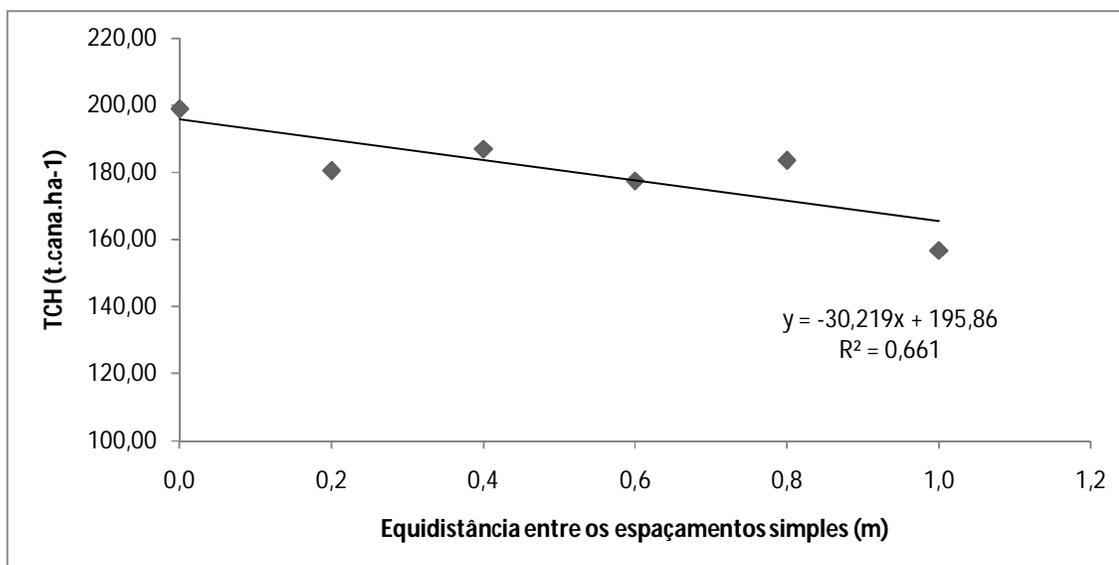


FIGURA 3. Regressão linear entre os espaçamentos simples de 1,00m(0), 1,20m (0,2), 1,40m (0,4), 1,60m (0,6), 1,80m (0,8) e 2,00m (1), respectivamente, referente aos valores de TCH, variedade SP81-3250 em cana de primeira soca.

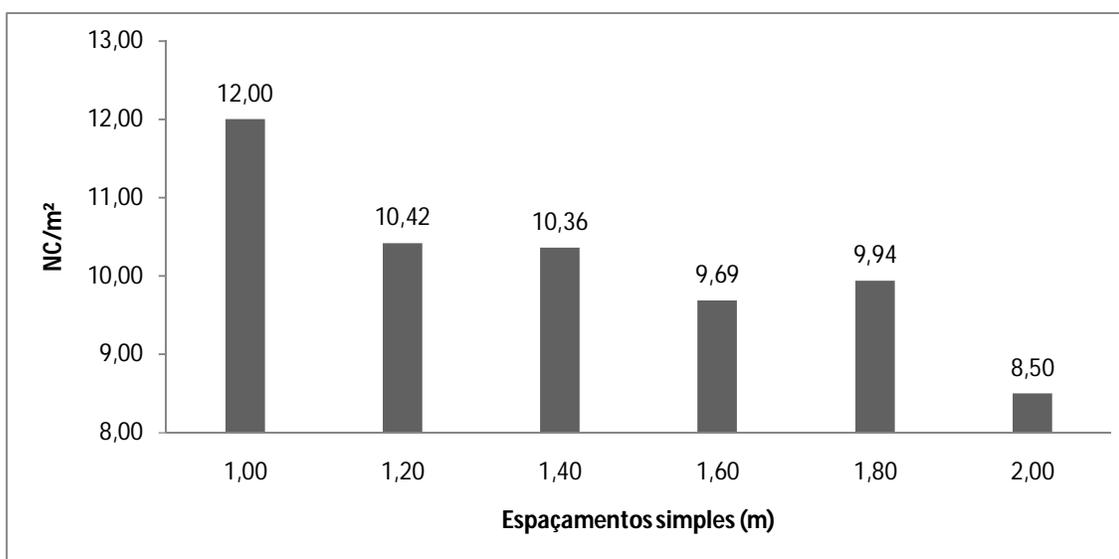


FIGURA 4. Número de colmos por m² (NC/m²) em espaçamentos simples, em cana de primeira soca, variedade SP81-3250.

Da mesma forma que se compensa o número de colmos por área, quando se reduz o espaçamento, dado o aumento do número de metros lineares (Tabela 2), observa-se que a medida em que aumenta o espaçamento entre sulcos tem-se maior número de colmos por metro linear (Figura 5), caracterizando um arranjo

espaçal entre plantas de relação inversamente proporcional, dada uma maior competição estabelecida na linha de plantio.

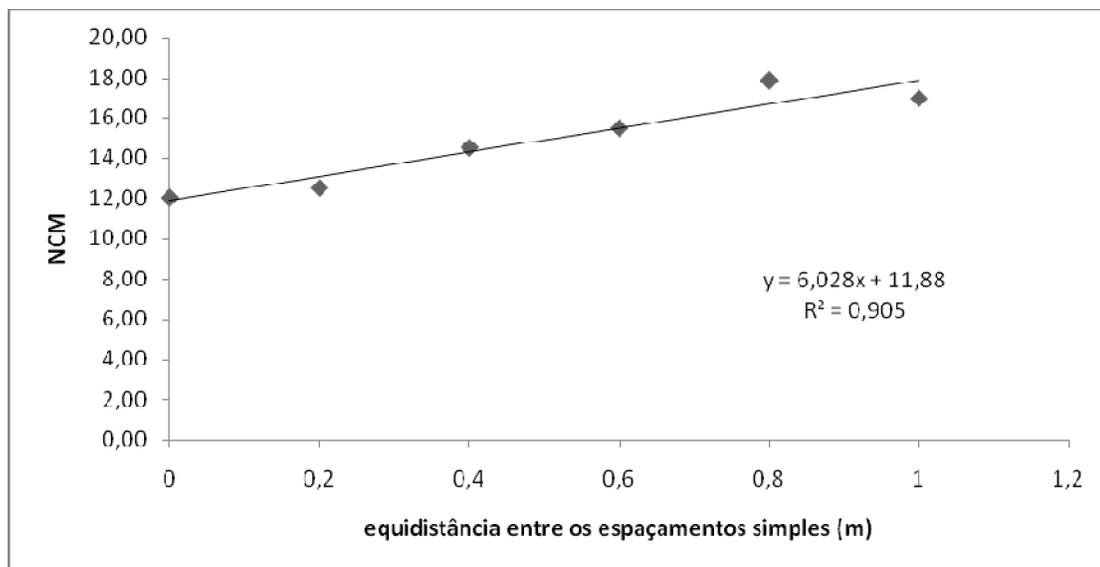


FIGURA 5. Regressão linear entre os espaçamentos simples de 1,00m(0), 1,20m (0,2), 1,40m (0,4), 1,60m (0,6), 1,80m (0,8) e 2,00m (1), respectivamente, referente aos valores de NCM, variedade SP81-3250, cana de primeira soca.

A distribuição do número de colmos por metro linear (NCM), em função do espaçamento, adequou-se de maneira significativa a uma regressão linear (Figura 5). A equação que representa tal situação é $Y=11,886 + 6,0286 x$, onde X representa os espaçamentos (1,00 (0), 1,20 (0,2), 1,40 (0,4), 1,60 (0,6), 1,80 (0,8) e 2,00 (1)) e Y representa número de colmos por metro linear (NCM). De acordo com a Figura 5, a cada 0,20 m em que aumenta-se o espaçamento, tem-se 1,2 colmos a mais por metro linear. Paranhos (1972), Pereira Junior (1984), Barbieri et al. (1987), Basile Filho et al. (1993), Galvani (1997) e Paes et al (1997), também comprovam a redução do número de colmos por metro linear e o incremento do número de colmos por área.

Os valores referentes a toneladas de açúcares redutores totais por hectare (TARTha), também se confirmam maiores nos espaçamentos simples, haja vista que se trata de uma variável dependente de TCH. Os valores referentes a TARTha neste trabalho apresentam valores médios obtidos nos espaçamentos simples de 31,28 toneladas de ART.ha⁻¹, superam estatisticamente os encontrados nos espaçamentos duplos, com média de 27,52 toneladas de ART.ha⁻¹.

No que diz respeito a qualidade da matéria prima, Pereira Junior (1984), Basile Filho et al. (1993) e Figueiredo, concluíram que com a redução do espaçamento, os teores de pol e fibra (%) da cana não são influenciados. Contudo, em função de se haver maior número de colmos por área nos espaçamentos reduzidos, tem-se por consequência maior quantidade de açúcar por área. De acordo com Pereira Junior (1984), os resultados em seu trabalho permitiram constatar que reduções de 0,20m na faixa de 1,80 a 1,20m, acarretaram no acréscimo de 4% na produção de açúcar por hectare.

3.5.2 Componentes morfológicos

Os resultados expostos na Tabela 6, revelam a ocorrência de significância entre as diferentes médias obtidas para as diferentes classes de espaçamento, simples e duplos para estatura de colmos. Ainda para o mesmo contraste (Y1), tem-se diferença estatística para a variável IAF e consta superioridade entre espaçamentos duplos de base larga.

TABELA 6. Probabilidade alfa para as diferentes médias dos tratamentos para os componentes morfológicos estatura de colmos e índice de área foliar (IAF). Comparação por contraste ortogonal de médias entre os distintos tratamentos, espaçamentos duplos, simples, duplos de base estreita (DBE), duplo de base larga (DBL), variedade SP81-3250. Itambé, PR, 2010.

VARIEDADE SP81-3250					
CONTRASTES	GL	Estatura	p<	IAF	p<
Y1: Duplos vs. Simples	1	0,346	0,000	19,904	0,000
Y2: DBE vs. DBL	1	0,026	0,228	0,153	0,561
Y3: DBL1 vs. DBL2	1	0,005	0,615	14,204	0,000
Y4: Regressão 1° para DBE	1	0,067	0,059	0,493	0,299
Y5: Regressão 2° para DBE	1	0,061	0,070	0,673	0,226
Y6: Regressão 1° para E.simples	1	0,015	0,354	20,841	0,000
Y7: Regressão 2° para E.simples	1	0,025	0,239	0,061	0,713
Y8: Regressão 3° para E.simples	1	0,008	0,516	1,013	0,140
Y9: Regressão 4° para E.simples	1	0,015	0,356	0,203	0,503
Y10: Regressão 5° para E.simples	1	0,045	0,119	1,439	0,081
Erro	33	0,018		0,443	

Na Figura 6 verifica-se que apesar de ocorrer uma grande variação da estatura de colmos ao longo dos espaçamentos simples, a média dos mesmos (3,58m) é superior a apresentada nos espaçamentos duplos (3,42 m). Pereira Junior

(1987) e Ismael et al. (2007), não encontraram valores significativos para esta variável, diferentemente deste trabalho.

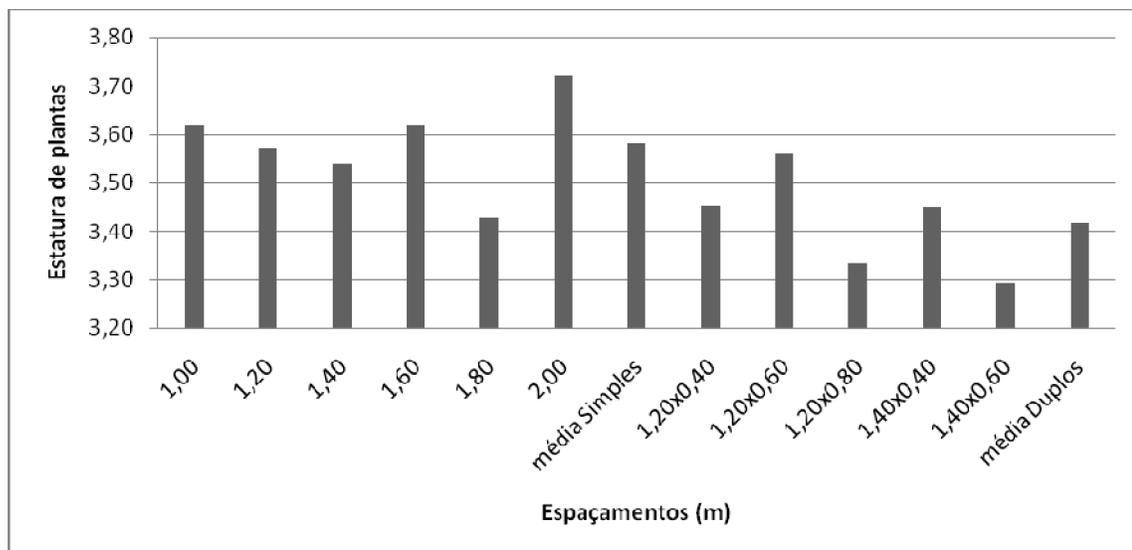


FIGURA 6. Estatura média de colmos (m), comparadas nos diferentes espaçamentos, simples e duplos, para a variedade SP81-3250, em cana de primeira soca.

Para índice de área foliar, na Figura 7, confirma-se que os valores médios apresentados nos espaçamentos simples foram inferiores aos encontrados nos espaçamentos duplos. Bolonhezi et al.(2008), estudando diferentes espaçamentos, simples e duplos, verificaram que para cada variedade utilizada no trabalho, apresentava-se um comportamento distinto quanto ao IAF ao longo do ciclo da cultura. Assim como no presente trabalho, os referidos autores demonstram resultados onde para a variedade RB72454 e SP79-1011, ao final de ciclo, o espaçamento reduzido confirma maiores índices de área foliar. Shih and Gascho (1980) argumentam que nos menores espaçamentos, encontram-se as maiores velocidades de crescimento da área foliar, durante todo o ciclo propicia maiores produtividades.

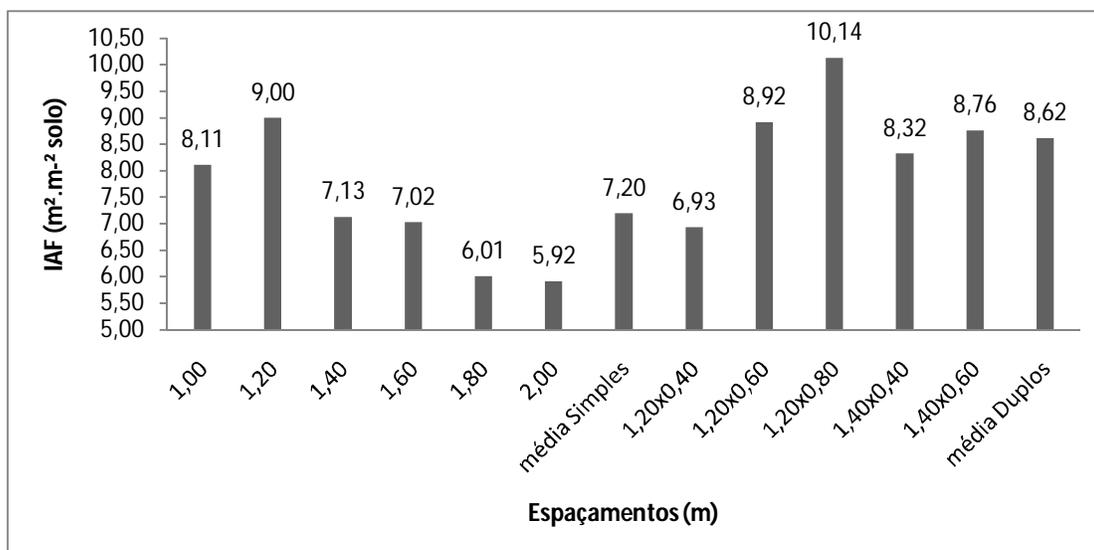


FIGURA 7. Índice de área foliar (IAF) de cana-de-açúcar, variedade SP81-3250, em cana de primeira soca.

Galvani et al.(1987) ainda afirma que este efeito ocorre devido maior acréscimo da taxa de fotossintetizados, devido ao maior aproveitamento da radiação global incidente.

3.5.3 Correlações entre variáveis resposta para espaçamentos simples

Paranhos (1972) afirma que, apesar do número de colmos por metro de sulco dar uma boa informação sobre o comportamento das plantas dentro dos sulcos, na realidade o número de colmos por área (NC/m²) ou hectare, é o que representa mais estreita correlação com os dados da produção econômica.

Na tabela 8, ambas variáveis TCH e NC/m², estão intimamente relacionadas com os respectivos metros lineares de sulco de plantio que confere cada espaçamento. De forma que podemos afirmar, que para os espaçamentos simples que propiciam o aumento no número de metros lineares de sulcos de plantio, ao longo da área de cultivo, de forma geral, promovem o incremento na produtividade, visto o maior número de colmos por área.

TABELA 7. Análise de correlação e associação, comprovados pelo teste t, das características toneladas de cana por hectare (TCH) e número de colmos por metro quadrado (NC/m²), em relação a metros lineares de sulco de plantio, decorrente dos espaçamentos simples, para a variedade SP81-3250

SP81-3250	$\rho_{x,y}$	χ^2	t _{calc}	t _{tab}
TCH	0,78291	0,00000	0,00014	2,57058
NC/m ²	0,92697	0,92792	0,00012	2,57058

Coeficiente de correlação de Pearson $\rho_{x,y}$; Teste de associação qui-quadrado χ^2 ; Teste T de Student ao nível de 5% de probabilidade..

O resultado (Tabela 7), vem de acordo com diversos autores como Paranhos (1972), Pereira Junior (1984), Coleti, Lualder e Rodrigues (1987), Barbieri et al.(1987), Basile et al.(1993) e Salata et al.(1993). O presente trabalho, corrobora ainda com Pereira Junior (1987), que por sua vez constatou através de regressão linear, que se reduzindo os espaçamentos de 1,80m para 1,00m, de 0,20 em 0,20m, ocorria um incremento médio na produtividade de 23% total. Os espaçamentos de 1,80m e 1,00m, por conseqüência, apresentam 5555 e 10000 m lineares de sulco. Da mesma forma, os resultados obtidos neste trabalho, corroboram com os obtidos pelo referido autor, onde no espaçamento simples de 1,00m, obteve-se produtividades superiores aos demais espaçamentos simples. A variedade SP81-3250 no espaçamento de 1,00 m, neste trabalho, apresentou 199 toneladas de cana.ha⁻¹.

Na Tabela 8 os resultados confirmam que número de colmos por área (NC/m²) explica com clareza o incremento da produção de colmos em área total (TCH), conforme Paranhos (1972) declara em seu trabalho. Da mesma forma que Leme et al.(1984) observaram correlações positivas, comparando o índice de área foliar com os componentes de rendimento da planta, os valores dos coeficientes de correlação presentes na tabela 10, expressam o comportamento do IAF em relação ao número de colmos por área (NC/m²).

TABELA 8. Análise de correlação e associação, comprovados pelo teste t, das características toneladas de cana por hectare (TCH), índice de área foliar (IAF) e estatura de colmos, em relação ao número de colmos por metro quadrado (NC/m²), decorrente dos espaçamentos simples, variedade SP81-3250.

SP81-3250	$\rho_{x,y}$	χ^2	t _{calc}	t _{tab}
TCH	0,95132	0,99985	0,00000	2,57058
IAF	0,66891	0,92896	0,00978	2,57058
Estatura	-0,28226	0,99907	0,00002	2,57058

Coeficiente de correlação de Pearson $\rho_{x,y}$; Teste de associação qui-quadrado χ^2 ; Teste T de Student ao nível de 5% de probabilidade..

Os valores positivos dos coeficientes de correlação, demonstram que para o final de ciclo, nos espaçamentos simples, os menores índices de área foliar, estariam presentes onde se apresenta os menores valores de NC/m². Por conseqüência, pode-se dizer que os maiores valores de IAF ao final de ciclo, nos espaçamentos simples, estão afirmados sobre os maiores valores de TCH. Singels and Smit (2002), estudando o comportamento do desenvolvimento da variedade NCo376, ao longo de 8 avaliações durante o ciclo da cultura, determinaram parâmetros morfológicos importantes e que refletem diretamente na produção final de colmos. Os autores em questão, utilizaram os espaçamentos simples de 0,73m, 1,21m, 1,69m, 2,18m e 2,66m, avaliando parâmetros que pudessem determinar a eficiência da captação da radiação global incidente, sobre os diferentes espaçamentos simples utilizados. Os resultados demonstraram que havia uma relação linear da taxa de fechamento do dossel das plantas com a redução do espaçamento, um incremento de 26% por metro. Singels and Smit (2009), demonstram em seus resultados que o crescimento e desenvolvimento da planta da cana-de-açúcar, era afetado significativamente pela redução do espaçamento e que a captura da radiação global incidente, o pico de perfilhamento e densidade final de colmos, biomassa, obtinham incrementos na ordem de 18, 40, 29 e 22% por metro, respectivamente.

Oliveira et al.(2007) por sua vez, comprovam para a variedade RB855113, que apesar do mesmo atingir os maiores valores de IAF, este fato não repercutiu nas maior produtividade, revelando o comportamento distinto para cada variedade.

3.5.4 Correlações entre variáveis para espaçamentos duplos de base estreita

Paranhos (1972) em seu trabalho comenta que a produção da cana-de-açúcar por área é conseqüência do número de colmos na época da colheita, o que acentua a importância do conhecimento dos valores ótimos dos fatores determinantes da população final, bem como de suas características. Neste sentido, no intuito de compreender o comportamento apresentado pelo número de colmos finais, a Tabela 9, demonstra o comportamento dos componentes de rendimento da planta, em relação ao número de metros lineares de plantio, para os espaçamentos

duplos de plantio utilizados neste trabalho. As variáveis resposta TCH e NC/m², estão correlacionadas de forma negativa com o número de metros lineares (Tabela 9), onde se permite afirmar que, diferente dos espaçamentos simples, os espaçamentos duplos que propiciaram maior número de metros lineares, foram os que apresentaram menor produtividade de colmos por área. Torres, Villegas and Durán (2010), da mesma forma, encontraram nos espaçamentos duplos, uma correlação negativa quanto ao incremento de metros lineares em espaçamentos duplos, diferentemente dos espaçamentos simples. No presente trabalho, observa-se que nos espaçamentos duplos de base estreita, a maior produtividade de cana (TCH) para a variedade SP81-3250, ocorreu no espaçamento duplo de 1,20 x 0,60 (174 t.cana.ha⁻¹), onde o referido espaçamento apresenta 11111 m lineares de sulco de plantio.

TABELA 9. Análise de correlação e associação, comprovados pelo teste t, das características toneladas de cana por hectare (TCH) e número de colmos por metro quadrado (NC/m²), em relação a metros lineares de sulco de plantio, decorrente dos espaçamentos duplos de base estreita, variedade SP81-3250.

SP81-3250	$\rho_{x,y}$	χ^2	t_{calc}	t_{tab}
TCH	-0,75325	0,00529	0,00217	4,30265
NC/m ²	-1,00000	0,68776	0,00208	4,30265

Coeficiente de correlação de Pearson $\rho_{x,y}$; Teste de associação qui-quadrado χ^2 ; Teste T de Student ao nível de 5% de probabilidade..

O comportamento nos espaçamentos duplos, mesmo que se os comparando com mesma quantidade de metros lineares de sulco de plantio presente nos espaçamentos simples, é totalmente diferenciado. Isto se dá principalmente, pelo arranjo espacial a que estas plantas são submetidas, em relação aos diferentes espaçamentos propostos no trabalho, alterando conseqüentemente a dinâmica do perfilhamento.

A fim de se melhor compreender as relações entre número de colmos por área e componentes morfológicos da planta, estabeleceu-se a análise complementar de correlações entre IAF e estatura de colmos, com NC/m², presente na Tabela 10. Nota-se que se estabelece uma correlação positiva entre o IAF e o número de colmos por área (NC/m²), mas uma correlação inversa para estatura de colmos.

TABELA 10. Análise de correlação e associação, comprovados pelo teste t, das características toneladas de cana por hectare (TCH), índice de área foliar (IAF) e estatura de colmos, em relação ao número de colmos por metro quadrado (NC/m²), decorrente dos espaçamentos duplos de base estreita, para a variedade SP81-3250.

SP81-3250	$\rho_{x,y}$	χ^2	t_{calc}	t_{tab}
TCH	0,75325	0,96983	0,00123	4,30265
IAF	0,99711	0,94452	0,03980	4,30265
Estatuta	-0,47185	0,97494	0,00275	4,30265

Coeficiente de correlação de Pearson $\rho_{x,y}$; Teste de associação qui-quadrado χ^2 ; Teste T de Student ao nível de 5% de probabilidade..

3.6 Conclusões

A variedade SP81-3250, apresentou melhores rendimentos nos espaçamentos simples de plantio, revelando um comportamento linear dentro do intervalo estudado quanto ao incremento na produção de colmos, dado a redução do espaçamento.

Assim como a média em produção e número de colmos por área dos componentes de rendimento foram significativamente superior nos espaçamentos simples, a média presente nos espaçamentos simples para o componente morfológico estatura de colmos também foi superior, apresentando correlação positiva em relação ao índice de área foliar (IAF).

3.7 Referências

BARBIERI, V.; MANIERO, M. A.; PEREIRA, A. R. Espaçamento e características agroindustriais de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 4^o 1987, Olinda-PE. **Anais...** Olinda: STAB, 1987. p. 23-27.

BASILE F. A.; CÂMARA, G.M.S.; CESAR, M.A.A.; PIEDADE, S.M.S.; MIRANDA, R.E. Produção e qualidade tecnológica de três variedades de cana-de-açúcar, conduzidas sob espaçamento reduzido e tradicional de plantio em condições de cana-de-ano. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 5., Águas de São Pedro, 1993. **Anais...** Piracicaba: STAB, 1993.

BOLONHEZI, A.C.; ERNANDES, M.L.; VALÉRIO FILHO, W.V.; SCHMITZ, G.A.. Variedades de cana-de-açúcar cultivadas em espaçamentos simples e Duplos. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 90 2008, Maceió-AL. **Anais...** Maceió: STAB, 2008. p. 699-703.

BOYCE, J.P. Plant crop results of a row spacing experiment at Pangola. **Proc. Ann. Congress South African Sugar Tech. Assoc**, v. 42, p. 136-142, 1968.

COLETI, J. T. ; WALDER, L. A. M. ; RODRIGUES, J. C. S. Estudo de espaçamento em duas variedades de cana-de-açúcar: SP70-1143 e NA 56-79. **STAB**, v.6, n.2, p. 32-34, 1987.

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

DILLEWIJN, C. Van. **Botany of sugarcane**. Waltham: The Chronica Botanica, 1952. 371p.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. (Eds.). **Cana-de-açúcar**. 1.ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. p.588.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 1999. 421p.

FERREIRA, D.F. SISVAR. **Programa de Análise Estatística**. UFLa, 2000.

FIGUEIREDO, P. A. M. ; ANDRADE, L. A. B. ; CARVALHO, G. J. ; ANJOS, I. A. Efeitos de espaçamentos, variedades e intensidades de capinas no número de colmos de cana-de-açúcar em condições de cana de ano. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 1996, Maceió. **Anais...** Maceió: STAB, 1996. p. 395-400.

GALVANI, E. *et al.* Efeito de diferentes espaçamentos ente sulcos na produtividade agrícola da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Scientia Agrícola**, v.54, p.62-68, 1997.

GARSIDE, A.L. and BELL, M.J. Row spacing and planting density effects on the growth and yield of sugarcane.3. Responses with different cultivars. **Crop & Pasture Science**. Queensland, v.60, p.555-565, 2009.

HERMANN, E.R.; CÂMARA, G.M.S. Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açúcar. **Revista da STAB**. Piracicaba, v.17, n.5, p.32-34, 1999.

ISMAEL, F.M.; SEERUTTUN, S.; BARBE, C.; GAUNGOO. Improving cane productivity with dual row planting in Mauritius. Proc. **Int. Soc. Sugar Cane Technol**, Mauritius, v. 26, p. 220-226, 2007.

MURARO, G.B.; ROSSI JUNIOR, P.; SCHOGOR, A.L.B. Produção de biomassa de cana-de-açúcar em dois espaçamentos e duas freqüências de cortes. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 35, n.1, p. 131-136, 2011.

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**, v.37, n.2, p.71-76, 2007.

PAES, J.M.V.; MARCIANO, N.; BRITO, C.H.; CARDOSO, A.A.; MARTINEZ, H.H.P.; MENDES, A. Estudo de espaçamentos e doses de nitrogênio na produção e em algumas características biométricas de três variedades de cana-de-açúcar. **STAB**, v. 15, n. 6, p. 18-20, 1997.

PARANHOS. S. B. **Espaçamento e densidades de plantio em Cana-de-Açúcar**. 109 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Instituto Agronômico de Campinas Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972.

PEREIRA JUNIOR, A.C.G. **Efeitos da irrigação e do espaçamento no desenvolvimento e na produção de três variedades de cana-de-açúcar (Saccharum spp.)**. 142p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1984.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15 ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. p. 451.

PRADO, H. **Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação, levantamento, manejo agrícola e geotécnico**. 3 ed. ver. amp. Piracicaba - SP, 2003.

SALATA, J. ; SANTI, E. ; BENEDITO, E. ; DEMATTÊ, J. L. I. Efeitos do espaçamento na produção da cana-de-açúcar em função de épocas de corte e de variedades na região de Quatá Sudoeste do estado de São Paulo. CONGRESSO NACIONAL DA STAB – STAB, 1993, Águas de São Pedro. **Anais...** Águas de São Pedro: STAB, 1993. p. 25-29.

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

SINGELS, A., SMIT, M.A. The effect of row spacing on an irrigated plant crop of sugarcane variety NCo376. **Proc. S. Afr. Sugar Technol. Assoc.** v. 76, p. 94–105, 2002.

SINGELS, A.; SMIT, M.A. Sugarcane response to row spacing-induced competition for light. **Field Crops Research.** v. 113, p. 149-155, 2009.

THOMPSON, G.D. Sugarcane plant populations. **Sugar Journal**, v.46, p.961-963, 1962.

TORRES, J.S.; VILLEGAS, F.; DURÁN, A. Modified dual row planting system for green cane management in the tropics. **Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol.**, v. 27, p. 1-6, 2010.

CAPÍTULO II

COMPONENTES MORFOLÓGICOS E DE RENDIMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR VARIEDADE RB855453 EM ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO SIMPLES E DUPLOS, EM CANA DE PRIMEIRA SOCA.

4. CAPÍTULO II

COMPONENTES MORFOLÓGICOS E DE RENDIMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR VARIEDADE RB855453 EM ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO SIMPLES E DUPLOS, EM CANA DE PRIMEIRA SOCA.

4.1 Resumo

O presente trabalho foi realizado no Noroeste do estado do Paraná, no município de Itambé-PR, no ano agrícola de 2008/2010. Avaliou-se o comportamento da variedade RB855453, em relação a 11 espaçamentos de plantio, simples e duplos, em cana soca. As variáveis que compuseram os componentes de rendimento, apresentando diferenças significativas foram: toneladas de cana por hectare, número de colmos por metro linear e número de colmos por metro área, seguido de toneladas de açúcares redutores totais por hectare. Não houve diferença significativa entre as médias obtidas entre os espaçamentos simples, comparadas com as presentes nos espaçamentos duplos. Entre os espaçamentos duplos, a média para o componente de rendimento toneladas de cana por hectare de 212 toneladas de cana.ha⁻¹, presente no espaçamento duplos de base larga 1,40 x 0,40, foi superior as demais. Para o espaçamento simples, ocorre um comportamento linear, sendo que a cada metro em que se reduz a distancia entre sulcos de plantio, propicia-se um incremento de 81 toneladas de cana.ha⁻¹. O componente morfológico estatura de colmos e índice de área foliar, apresentaram correlação positiva com a produtividade final, em relação ao espaçamento duplos (1,40 x 0,40), onde se obteve maior produtividade de colmos finais.

Palavras-chave: *Sacharum* spp., Espaçamentos simples, espaçamentos duplos.

MORPHOLOGICAL AND YIELD COMPONENTS OF CANE SUGAR RB855453 VARIETY OF PLANTING SPACING IN SINGLE AND DOUBLE IN CANA OF FIRST RATOON.

4.2 Abstract

This work was carried out in the Northwest of Paraná State, in Itambé-PR, in the agricultural year 2008/2010. Was evaluated the behavior of the variety RB855453 in relation to planting spacings 11, single and double in ratoon sugarcane. The variables that made up the yield, significant differences were tons of cane per hectare, number of stems per meter and number of stems per square meter area, followed by tons of total reducing sugars per hectare. There was no significant difference between the averages of the spacings between simple compared with those present in double spacing. Among the double spacing, the average yield for the component tons of cane per hectare of 212 tons of cana.ha⁻¹, in this broad-based double spacing 1.40 x 0.40, was higher than the others. For single-spaced, there is a linear behavior, and for every meter we reduce the distance between planting rows, provides an increment of 81 tons of cana.ha⁻¹. The component morphological height of stem and leaf area index showed positive correlation with the final yield, relative to the spacing double (1.40 x 0.40), where he obtained the highest yield of end stem.

Keywords: *Saccharum* spp., spacing simple, double spacing.

4.3 Introdução

O cultivo da cana-de-açúcar no Brasil até o ano de 2030 nas áreas de usinas, passará a colher a lavoura com auxílio de máquinas essencialmente, visto o incremento do custo do corte manual, necessitando readaptar o manejo da lavoura. Neste contexto insere-se o espaçamento de plantio que está intimamente relacionado com o maquinário utilizado. Contudo, é de se relevar que para cada variedade utilizada, apresenta-se um comportamento distinto em cada espaçamento utilizado, necessitando de maiores estudos a fim de se avaliar o espaçamento que propicie não somente a colheita mecanizada, mas também, o maior rendimento das variedades presentes na área comercial. Diferentes trabalhos no Brasil e exterior tem procurado elucidar a questão de qual seria o melhor espaçamento a ser proposto, a fim de se amenizar as injúrias causadas pelo pisoteio das máquinas na linha de plantio. Dado os padrões de crescimento distintos para cada variedade, haverá conseqüentemente um espaçamento ótimo para cada uma, atenuando ou não a competição entre plantas, por água, luz e nutrientes. Como numa área de produção de cana-de-açúcar encontram-se diversas variedades, determinar um espaçamento que esteja ajustado ao maquinário disponível, torna-se a opção mais acessível e adequada no momento. Em resposta a algumas pesquisas com espaçamentos, o setor de produção de maquinários agrícolas tem atualmente lançado no mercado novas colhedoras que permitem a utilização de espaçamentos simples reduzidos e duplos.

Considerando a importância do tema, o objetivo deste trabalho foi avaliar os componentes de rendimento e morfológicos da variedade de cana-de-açúcar RB855453, disposta em 11 espaçamentos distintos, simples e duplos, avaliados em cana de primeira soca.

4.4 Material e métodos

O experimento foi conduzido a campo, no ano agrícola de 2008/2010, no município de Itambé-PR, região situada entre as coordenadas 23°40'35" latitude Sul e 52°01'00" longitude Oeste, com altitude média de 386 m. Os dados referentes ao período estabelecido do experimento, avaliado em cana-soca, encontram-se na Figura 8 (Fonte: SIMEPAR, 2011 – Dados Estação experimental de Maringá-PR).

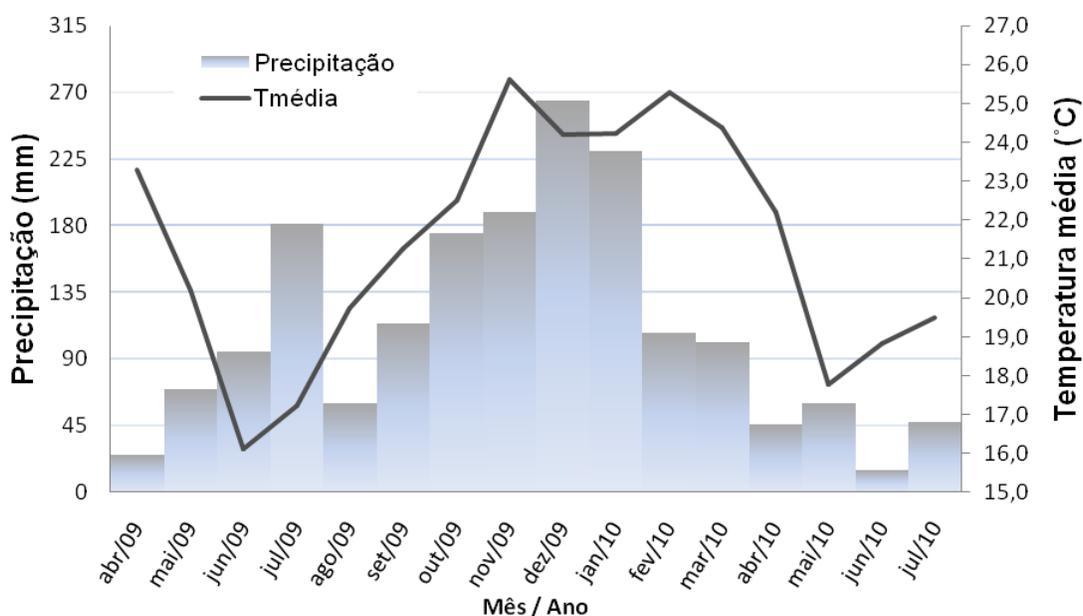


FIGURA 8. Precipitação pluvial acumulada e temperatura média, correspondentes ao ciclo de cana de primeira soca, Junho de 2009 a junho de 2010, Maringá-PR (Dados SIMEPAR, 2011).

O experimento foi instalado em solo de ocorrência de Latossolo roxo eutrófico, horizonte A moderado e textura argilosa e de relevo plano, solo profundo, com material de origem do Basalto (Embrapa, 1999; Prado, 2003). As características químicas estão apresentadas na Tabela 11.

TABELA 11. Resultados da análise químicas do solo da área experimental da variedade RB855453, em camadas de 0-20 cm e 20-40cm. Região de Itambé-PR, Sítio Salino, Usina Ivaicana, 2008

Amostra	pH	Al	H+Al	Ca+Mg	Ca	K	CTC	P	MO	pH	V
	CaCl ₂							mg dm ⁻³	g dm ⁻³	SMP	%
0-20 cm	6,03	0	3,66	17,37	13,12	0,65	21,68	18,79	48,72	6,41	83,12
20-40 cm	5,76	0	3,91	8,89	6,46	0,21	13,01	3,83	47,28	6,32	69,95

Análise realizada no Laboratório de Análises Agronômicas - Integrado - Campo Mourão-PR.

Para o plantio da cana-de-açúcar, realizado em março de 2008, foram utilizadas mudas tratadas termicamente, com três gemas por tolete, numa densidade de plantio de 18 gemas por metro linear. A adubação de base foi 430 kg do formulado 5-30-15 (NPK) e 350 kg do formulado 27-00-12 (NPK), para a manutenção das rebrotas. A variedade RB855453, conforme cartilha de manual de variedades do programa de melhoramento genético da UFsCar-RIDESIA (2008), apresenta ciclo de desenvolvimento médio, com período útil de industrialização curto, recomendado sua colheita de maio a julho, de colmos eretos e difícil tombamento, diâmetro médio a grosso, com perfilhamento médio.

Por ocasião da colheita, as análises procederam-se ao final do ciclo da cultura, em cana de primeira soca, quando já se tinham definido os colmos produtivos. As variáveis resposta que compuseram os componentes de rendimento foram número colmos por metro linear (NCM), realizada a contagem dos colmos em um metro linear, número de colmos por metro quadrado (NC/m²), obtido a partir do valor obtido para população de colmos dividido pelo fator de conversão de dez mil. Massa média de colmos (M1C) foi mensurado a partir de 20 colmos sem as ponteiros, obtendo-se o valor médio em Kg, e para açúcares redutores totais (ART), foram encaminhadas amostras de 10 colmos de cada repetição, para o laboratório de análises industriais da Usina Ivaicana. A Partir dos valores determinados em NCM e M1C, obteve-se então os valores de toneladas de cana por hectare (TCH), calculado pela fórmula $TCH = NCM \times M1C \times ML / 1000$, onde ML corresponde ao valor total de metros lineares de sulco de plantio, conforme o espaçamento utilizado, o valor total obtido divide-se por mil a fim de se transformar o valor para hectare. A quantidade de açúcares redutores totais por hectare (TARha) foi determinado a partir da fórmula $TARha = ART \times TCH / 100$, sendo ART a quantidade de açúcares

redutores totais e TCH o valor de toneladas de cana por hectare, ao final o valor obtido na multiplicação divide-se por cem para transformar o valor para hectare.

Para se determinar os componentes morfológicos da planta, foi mensurado o diâmetro médio entre 10 colmos com auxílio de um paquímetro (cm), medindo o diâmetro do colmo do quarto entre nó. Para estatura média de colmos mediu-se com auxílio de régua graduada em mm, a estatura dos colmos em metros, desde o corte do colmo rente ao solo, até a primeira aurícula visível, classificada como folha +1, conforme descrição de Kuijper (Dillewijn, 1952). A área foliar por colmo foi determinada por meio da contagem do número de folhas verdes (folha totalmente expandida com o mínimo de 20% de área verde, contada a partir da folha +1) e pelas medições realizadas nas folhas +3, sendo medido o comprimento e a largura da folha na porção mediana, segundo metodologia descrita por Hermann e Câmara (1999) onde tem-se $AF = C \times L \times 0,75 \times (N+2)$, sendo C o comprimento da folha, L a largura, 0,75 o fator de correção da forma e N o número de folhas verdes. Para se determinar o Índice de Área Foliar (IAF) foi utilizado a área foliar (AF), o número de colmos por metro e a superfície do solo sombreada pelas folhas, segundo metodologia de Watson¹ citado por Larcher (2000), onde tem-se $IAF = AF \times NCM / S$, sendo AF a área foliar, NCM o número de colmos por metro e S a superfície de solo sombreada pelas folhas.

O delineamento utilizado no presente trabalho foi inteiramente casualizado, constando 4 repetições e 11 tratamentos, espaçamentos simples e duplos conforme Tabela 12. Os espaçamentos duplos de plantio foram separados em duas classes: duplos de base larga (1,40 x 0,40m e 1,40 x 0,40m) e duplos de base estreita (1,20 x 0,40m; 1,20 x 0,60m; 1,20 x 0,80m), conforme Tabela 13.

TABELA 12. Espaçamentos simples e duplos, e seus respectivos metros lineares, utilizados como os diferentes tratamentos para a variedade SP81-3250 em Itambé-PR, 2010.

ESPAÇAMENTOS SIMPLES (m)	ESPAÇAMENTOS DUPLOS (m)
1,00 (10.000 m.lineares)	1,40 x 0,40 (11.111 m.lineares)
1,20 (8.333 m.lineares)	1,40 x 0,60 (10.000 m.lineares)
1,40 (7,143 m.lineares)	1,20 x 0,40 (12.500 m.lineares)
1,60 (6.250 m.lineares)	1,20 x 0,60 (11.111 m.lineares)
1,80 (5.555 m.lineares)	1,20 x 0,80 (10.000 m.lineares)
2,00 (5.000 m.lineares)	

Após os testes de contrastes, os dados foram complementados por análises de correlação e teste de Qui-quadrado, com o propósito de se averiguar a associação entre as variáveis de estudo, sendo estes comprovados posteriormente pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade. Todas as análises complementares foram realizadas utilizando-se a planilha Windows Excel (2007).

4.5 Resultados e discussão

TABELA 14. Resumo de ANOVA para a variedade RB855453, nas características: toneladas de cana por hectare (TCH), número de colmos por m² (NC/m²), número de colmos por metro linear (NCM), massa média de colmos (M1C), diâmetro de colmos, estatura de colmos, área foliar (AF), índice de área foliar (IAF) e toneladas de açúcares redutores totais por hectare (TARTha)

VARIÁVEIS	QMR	GL	Teste F	CV (%)
TCH	445,498448	33	5,789 ; p < 0,00012	12,34
COLMOS/m ²	0,407664	33	14,781 ; p < 0,0000	6,8
NCM	0,585606	33	59,308 ; p < 0,0000	6,73
M1C	0,051133	33	1,294 ; p < 0,2739	12,39
Diâmetro	0,037146	33	0,973 ; p < 0,4846	7,34
Estatura	0,009545	33	3,331 ; p < 0,0043	2,84
AF	30,689305	33	1,733 ; P < 0,1146	13,37
IAF	0,330783	33	12,892 ; P < 0,0000	7,93
TARTha	12,588917	33	4,865 ; P < 0,0003	12,26

Quadrado médio do resíduo (QMR) e graus de liberdade do resíduo (GL)

Conforme Tabela 14, verifica-se pelos níveis de probabilidade, quais variáveis são passíveis de explanação, ou seja, aquelas que apresentaram diferença significativa entre os tratamentos propostos no trabalho, a partir das análises que constam em anexos. Dentre as variáveis, massa média de colmos (M1C), diâmetro médio de colmos e área foliar, apresentaram valores superiores ano nível de 5% de probabilidade. O fato de o trabalho ser realizado em uma área extremamente homogênea quanto aos atributos físicos e químicos do solo, com boa disponibilidade hídrica e adubação padrão atendendo as demandas da planta em toda área do experimento, possivelmente atenuaram o efeito da competição por água e nutrientes entre os diferentes espaçamentos, para estas variáveis. Conforme Pereira Junior (1984) e Paranhos (1972) que trabalharam com diferentes espaçamentos de plantio de cana de açúcar, a distância entre sulcos não altera significativamente o peso médio dos colmos. Singels and Smith (2009) em experimento envolvendo diferentes

espaçamentos simples, observaram que plantios estabelecidos a partir de 1,37 m entre sulcos até 0,50 m apresentava-se uma tendência de redução da massa de colmos, assim como o diâmetro médio, mas não significativo. A redução do peso médio dos colmos causadas pela redução do espaçamento foi verificada pelos autores como Boyce (1968), Thompson (1962) e Barbieri et al.(1987), que exceto Barbieri (1987), trabalharam com espaçamentos abaixo de 1,00 m. Para diâmetro médio de colmos, observa-se uma tendência de se reduzir o diâmetro nos espaçamentos mais estreitos, porém com valores não significativos. Paes et al. (1997) também confirma esta tendência em seu trabalho, onde utilizaram espaçamentos de 1,9 m a 1,0 m evidenciando uma redução de 1,93 kg de massa média de colmos para 1,68 kg respectivamente, e para diâmetro médio de colmos, para os mesmos tratamentos, obtiveram aproximadamente 28,50 mm para o espaçamento maior e 27,14 mm no espaçamento reduzido. Para área foliar, no presente trabalho, também os valores apresentados não constaram diferença estatística.

As demais variáveis resposta TCH, NC/m², NCM, Estatura de colmos, IAF e TARTha, apresentaram valores estatisticamente comprovados pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade, corroborando com alguns autores em seus trabalhos com espaçamentos de plantio como Garside and Bell (2009), Torres, Villegas and Durán (2010) e Muraro, Rossi Junior e Schogor (2011), onde estes também comprovam diferenças estatísticas para TCH, NC/m² e NCM. Para IAF, assim como Galvani et al. (1997), Bolonhezi et al.(2008), comprovam diferenças entre os IAF's obtidos nos distintos tratamentos, com espaçamentos simples e duplos, para diferentes variedades, da mesma forma que se apresenta neste trabalho, conforme a tabela 3. Já para Estatura de colmos, diferente do que ocorreu no presente trabalho, Pereira Junior (1984) e Figueiredo (1996), não obtiveram diferenças significativas para estatura de colmos, mas também como neste trabalho não houve diferença para massa média. Cabe destacar que Pereira Junior (1984), trabalhou com lâminas de irrigação, suprimindo demandas hídricas das plantas, atenuando efeitos de competições entre estas. E finalmente, quanto a componentes industriais da planta, individualmente e de forma geral, observa-se nos trabalhos analisados, que não ocorre significância para quantidade de açúcar nos colmos, mesmo se alterando a distância entre sulcos de plantio. Fato confirmado com Pereira Junior (1984), Basile et al.(1993), Coleti (1994) e Figueiredo (1996), para as variáveis pol e fibra%. Dada

esta consideração, neste trabalho, utiliza-se um componente industrial ART, avaliado em relação a quantidade de açúcar por hectare, influenciado por TCH. Neste sentido explica-se a significância que ocorre para os distintos tratamentos com a variável TARTha (toneladas de açúcares redutores totais por hectare).

4.5.1 Componentes de rendimento

TABELA 15. Probabilidade alfa referente às diferentes médias de toneladas de cana por hectare (TCH), número de colmos por m² (NC/m²), número de colmos por metro linear (NCM) e toneladas de açúcar redutores totais por hectare (TARTha). Comparação por contraste ortogonal de médias entre os distintos tratamentos, espaçamentos duplos, simples, duplos de base estreita (DBE), duplos de base larga (DBL), variedade RB855453.

Variedade RB855453	Quadrado médio e probabilidade de alfa								
	Contrastes	GL	TCH	p<	NC/m ²	p<	NCM	p<	TARTha
Y1: Duplos vs. Simples	1	5,408	0,404	0,410	0,323	291,212	0,000	18,685	0,232
Y2: DBE vs. DBL	1	5244,639	0,002	1,619	0,055	4,408	0,010	177,999	0,001
Y3: DBL1 vs. DBL2	1	2820,756	0,017	0,775	0,177	11,281	0,000	57,566	0,040
Y4: Regressão 1° para DBE	1	88,704	0,658	0,004	0,927	0,010	0,895	0,000	0,999
Y5: Regressão 2° para DBE	1	1716,980	0,058	2,060	0,031	0,000	1,000	52,994	0,048
Y6: Regressão 1° para E.simples	1	14348,497	0,000	51,437	0,000	26,784	0,000	126,376	0,003
Y7: Regressão 2° para E.simples	1	189,000	0,519	0,065	0,692	4,834	0,007	53,832	0,047
Y8: Regressão 3° para E.simples	1	889,867	0,167	3,446	0,007	7,585	0,001	83,375	0,015
Y9: Regressão 4° para E.simples	1	105,653	0,630	0,029	0,791	0,332	0,457	24,357	0,174
Y10: Regressão 5° para E.simples	1	68,777	0,697	0,411	0,323	0,863	0,233	17,215	0,251
Erro	33	445,498		0,408		0,586		12,589	

Conforme valores expostos na Tabela 15, podemos visualizar um resumo constando todos os tratamentos que foram significativos, a partir das variáveis que também apresentaram significância na análise de variância, para a variedade RB855453.

Não houve diferença significativa para TCH, comparando os espaçamentos duplos em relação aos simples, confirma-se uma diferença de 5,4 t de cana por hectare de uma em relação a outra. Já quando comparamos os resultado obtidos entre espaçamentos duplos de base estreita (DBE) que são de 1,20 x 0,40, 1,20 x 0,60 e 1,20 x 0,80, com espaçamentos duplos de base larga (DBL) 1,40 x 0,40 e 1,40 x 0,60, obteve-se uma diferença 33 t de cana por hectare de DBL comparado a DBE. Guimarães et al. (1981, citado por Dinardo-Miranda et al., 2008), avaliando a

produtividade agrícola das variedades NA56-79 e IAC52-326, cultivadas sob cinco diferentes espaçamentos, mencionam que as maiores produtividades alcançadas em rendimento de cana e pol foram obtidas quando utilizados sulcos duplos de 1,50 x 0,50m, para as duas variedades. Neste trabalho, conforme Figura 9, observa-se que para a variedade RB855453, obteve-se maior produtividade o espaçamento duplo de base larga de 1,40 x 0,40, atingindo 212 toneladas de cana por hectare.

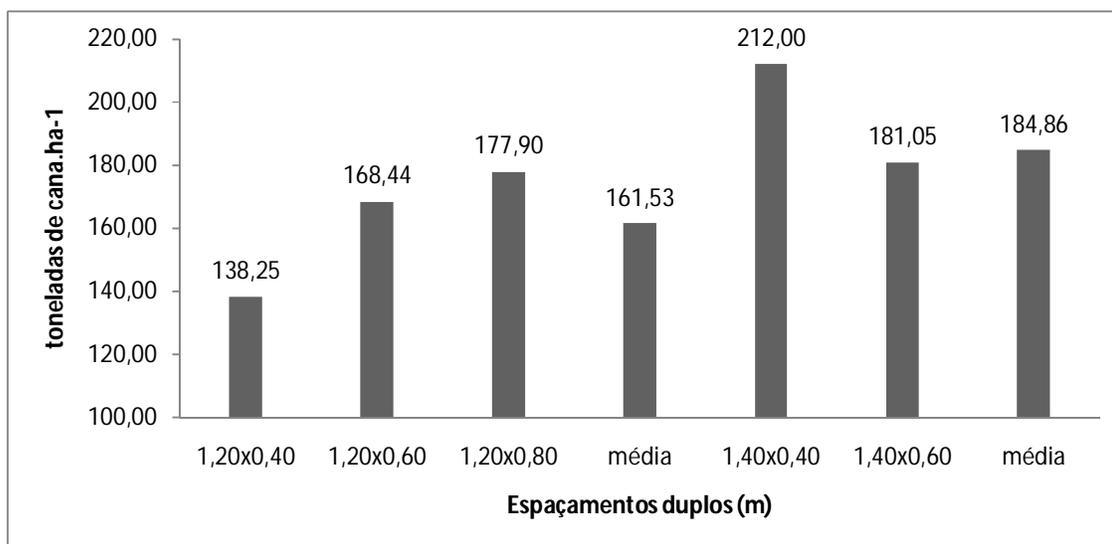


FIGURA 9. Valores médios de TCH para os respectivos espaçamentos duplos. Variedade RB855453, em cana de primeira soca.

O resultado obtido vem de acordo com Dillewijn (1952, citado por Galvani et al., 1997), que existe um espaçamento ótimo para cada variedade, que pode atingir o máximo de produção, da mesma forma Paranhos (1972) argumenta sobre trabalhos envolvendo estudos com espaçamentos, onde demonstram que diferentes distâncias entre sulcos de plantio interferem nos tipos de perfilhamento, aliadas a outras características das variedades de sistema radicular, comprimento e posição das folhas, fundamentando a existência de distâncias ótimas para cada variedade ou grupo de variedades.

Para os espaçamentos simples, a partir do contraste Y6 que consta na Tabela 15, podemos averiguar a partir de uma regressão linear o comportamento exibido pela variedade RB855453, ao longo de 6 espaçamentos simples, conforme figura 10.

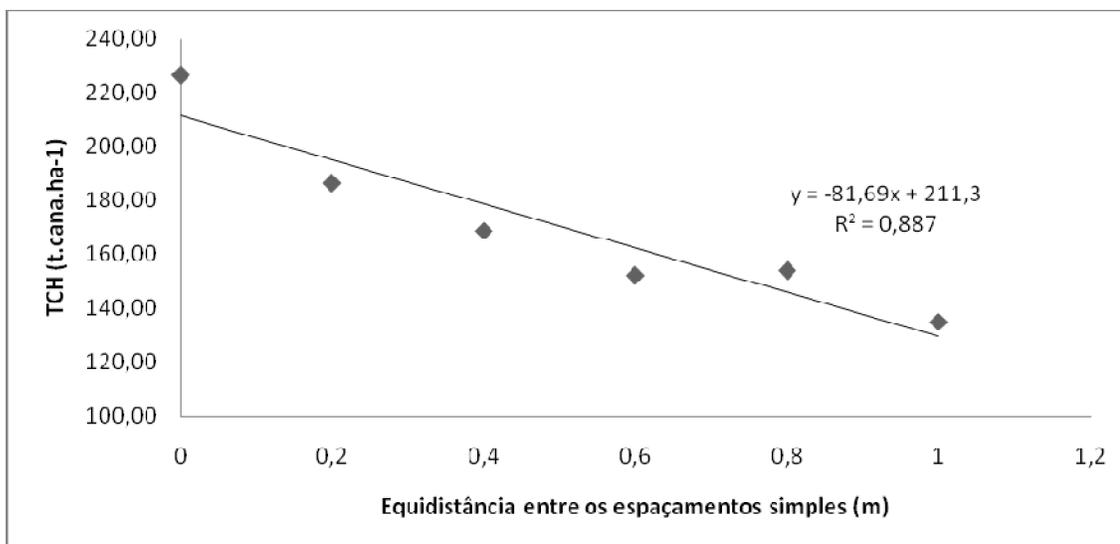


FIGURA 10. Equação da regressão linear entre os espaçamentos simples de 1,00m(0), 1,20m (0,2), 1,40m (0,4), 1,60m (0,6), 1,80m (0,8) e 2,00m (1), respectivamente, expressando os valores de TCH, para a variedade RB855453, cana de primeira soca.

O comportamento da produção, em toneladas de cana-de-açúcar por hectare, em função do espaçamento, adequou-se de maneira significativa a uma regressão linear, sendo que a equação representativa de tal situação é $Y = 211,35 - 81,679 x$, onde X representa os espaçamentos (1,00 (0), 1,20 (0,2), 1,40 (0,4), 1,60 (0,6), 1,80 (0,8) e 2,00 (1)) e Y representa a produção de toneladas de cana por hectare (TCH)

Conforme a figura, a cada 1 m que diminui a distância entre sulcos, obteve-se um incremento de aproximadamente 82 toneladas de cana por hectare, ou seja, a cada 0,2 m de decréscimo na distância entre sulcos, obtém em torno de 16,4 t.cana.ha⁻¹, para a variedade RB855453, nestas condições experimentais. A maior produtividade entre os espaçamentos simples encontra-se no espaçamento de 1,00 m entre sulcos, atingindo em torno de 222 t.cana.ha⁻¹ em cana soca, em relação a aproximadamente 145 t.cana.ha⁻¹ no espaçamento de 2,00 m, apresentando exatamente uma diferença de 91. t.cana.ha⁻¹. Semelhantemente, Pereira Junior (1984) em seu trabalho, utilizou espaçamentos variando de 20 em 20 cm, constituídos a partir de 1,00 m até 1,80 m, obtendo a partir de uma regressão linear, equação que demonstra aumento de 19 t.cana.ha⁻¹ ao se reduzir 1 m entre linhas, utilizando a média obtida entre as variedades CB45-3, NA56-79 e CP51-22. Este resultado, onde se reduzindo a distância entre sulcos, aumenta-se a produtividade, confere-se em diversos trabalhos como Boyce (1968), Paranhos (1972), Pereira Junior (1984) e Barbieri, Maniero e Pereira (1987).

Ainda conforme a Tabela 15, podemos verificar que número de colmos por m² (NC/m²), número de colmos por metro linear (NCM) e toneladas de açúcares redutores totais por hectare (TARTha), seguem com significância para os espaçamentos simples, haja visto que a produção de colmos por área é fato decorrente das variáveis em questão, NC/m² e NCM, assim como TARTha está em função do TCH. Neste trabalho, corroborando com Paranhos (1972), Pereira Junior (1984) e Coleti, Walder e Rodrigues (1987), a partir do momento que se estabelece uma maior competição entre plantas, dada uma maior população de plantas decorrentes do maior número de metros lineares em espaçamentos mais estreitos (Tabela 12), verifica-se o aumento do número de colmos por m², assim como uma redução do número de colmos por metro linear. Ismael et al.(2007), comparando avaliações decorrentes de 12 ambientes de produção, comprovaram maior perfilhamento e produtividade de colmos em espaçamentos situados em espaçamentos duplos quando comparados aos simples. Em fase de pleno perfilhamento, os autores encontraram nos espaçamentos duplos, próximo a 30 colmos por m², finalizando o ciclo com superioridade sobre os demais espaçamentos.

Analisando os espaçamentos duplos e simples, podemos confirmar que o espaçamento de 1,40 x 0,40 e 1,00m respectivamente, foram superiores aos demais por apresentarem maior número de colmos por m² ao final do ciclo de cana soca (Figura 11 e 12). Observa-se ainda na Figura 12, que o espaçamento de 1,00m apresentou maior número de colmos por m² (12 NC/m²) comparado ao espaçamento duplo de base larga de 1,40 x 0,40m (10 NC/m²). Apesar da diferença não ser significativa, este maior número de colmos por área, repercutiu numa maior produtividade ao final de ciclo para o espaçamento de 1,00m com 226 t.cana.ha⁻¹ e 212 t.cana.ha⁻¹ para o espaçamento de 1,40 x 0,40 (Figura 9).

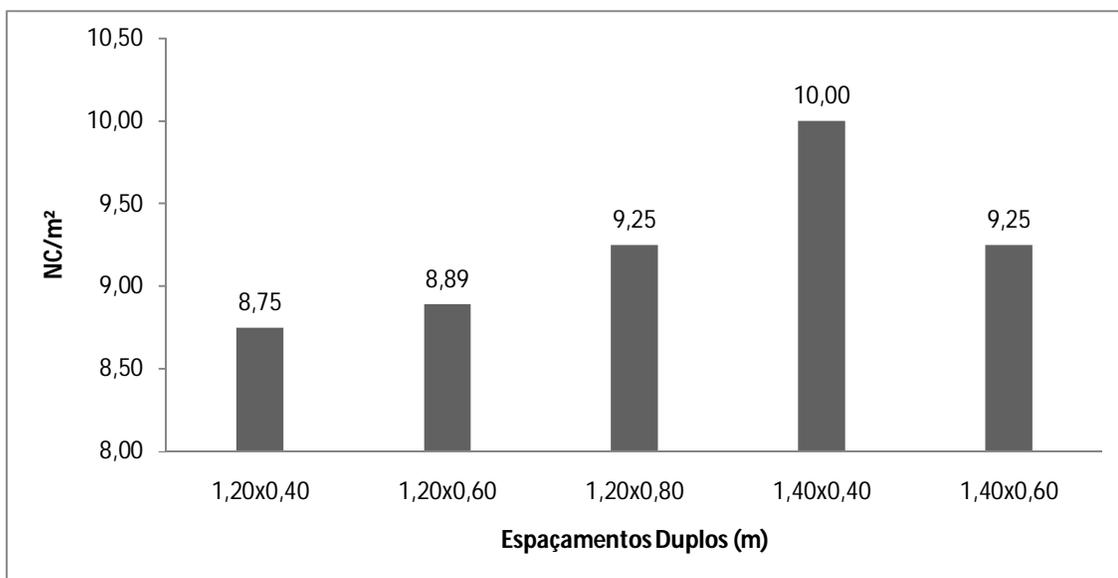


FIGURA 11. Número de NC/m², espaçamentos duplos, em cana de primeira soca, variedade RB855453.

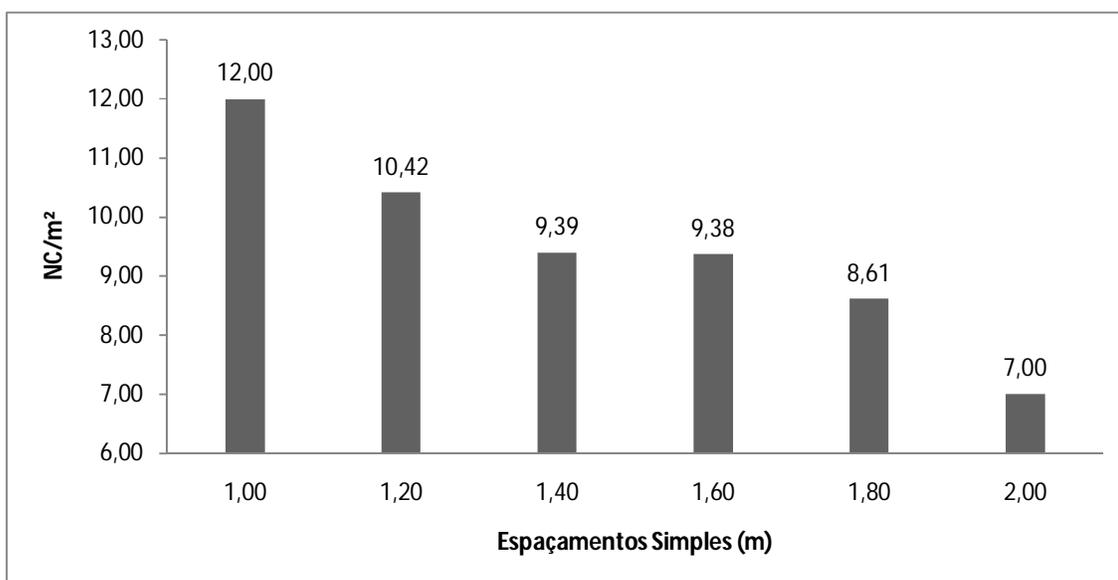


FIGURA 12. Número de NC/m² finais, para espaçamentos simples, em cana de primeira soca, para a variedade RB855453.

Coincidentemente, nos referidos espaçamentos, é onde se determina as maiores produtividades de açúcares redutores totais por hectare, onde encontra-se 38,58 t.art.ha⁻¹ para o espaçamento de 1,00m e 35,03 t.art.ha⁻¹ para o espaçamento de 1,40 x 0,40m.

3.5.2 Componentes morfológicos da planta

Analisando os valores na Tabela 16, verifica-se que ocorreu significância, para a variável estatura de colmos, nos contraste Y1 e Y2. A partir deste pode-se afirmar que ao longo dos espaçamentos, tanto espaçamento simples como espaçamentos duplos, ocorre diferenças significativas, e o incremento na estatura pode ser explicada a partir de uma equação de regressão para os espaçamentos simples.

TABELA 16. Probabilidade de alfa para as diferentes médias dos tratamentos para os componentes morfológicos estatura de colmos e índice de área foliar (IAF). Comparação por contraste ortogonal de médias entre os distintos tratamentos, espaçamentos duplos, simples, duplos de base estreita (DBE), duplo de base larga (DBL), variedade RB845453.

Variedade RB855453		Quadrado médio e probabilidade de alfa			
Contrastes	GL	Estatura	p<	IAF	p<
Y1: Duplos vs. Simples	1	0,068	0,012	19,649	0,000
Y2: DBE vs. DBL	1	0,067	0,012	4,126	0,001
Y3: DBL1 vs. DBL2	1	0,034	0,069	8,467	0,000
Y4: Regressão 1° para DBE	1	0,016	0,204	0,019	0,814
Y5: Regressão 2° para DBE	1	0,001	0,720	0,090	0,605
Y6: Regressão 1° para E.simples	1	0,093	0,004	8,068	0,000
Y7: Regressão 2° para E.simples	1	0,012	0,268	0,847	0,119
Y8: Regressão 3° para E.simples	1	0,014	0,240	1,142	0,072
Y9: Regressão 4° para E.simples	1	0,003	0,566	0,000	0,973
Y10: Regressão 5° para E.simples	1	0,009	0,328	0,237	0,403
Erro	33	0,010		0,331	

De acordo com a figura 13, pode-se observar que a média da estatura de colmos apresentadas nos espaçamentos simples foram superiores as do espaçamento duplo, conferindo-se maior estatura no espaçamento de 1,20m para o espaçamento simples (3,58m) e maior estatura no espaçamento duplo foi atingida com 1,40 x 0,60m de distancia entre sulcos (3,51m), sendo que apenas a diferença que consta entre as médias das diferentes classes de espaçamento são significativas estatisticamente.

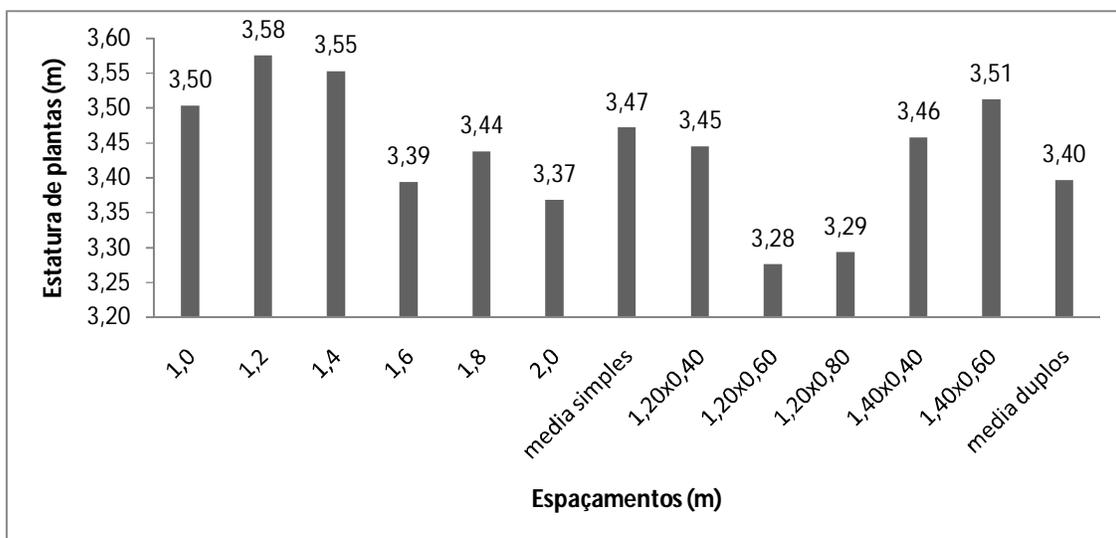


FIGURA 13. Estatura média de colmos (m), comparadas nos diferentes espaçamentos, simples e duplos, para a variedade RB855453, cana de primeira soca.

Conforme contraste Y6 da Tabela 16, é possível se averiguar o incremento na estatura de colmos com uma equação linear de primeiro grau Figura 14. Onde a cada um metro em que aumento o espaçamento entre sulcos, ocorre uma redução de 4,3 metros na estatura das plantas. O comportamento da estatura de colmos de plantas ao longo dos espaçamentos simples, para a variedade RB855453, pode ser expresso pela seguinte equação: $Y=11,64-4,348 x$, onde X representa os espaçamentos (1,00 (0), 1,20 (0,2), 1,40 (0,4), 1,60 (0,6), 1,80 (0,8) e 2,00 (1)) e Y representa a estatura de colmos

Pereira Junior (1987) em seu trabalho, por sua vez, não encontra diferença estatística para a variável estatura de colmos, nos diferentes espaçamentos, contudo verifica-se significância sobre as diferentes variedades, demonstrando ser uma característica mais inerente a cada genótipo. Da mesma forma, Ismael et al. (2007), avaliando 12 campos experimentais, em distintos ambientes de produção, com várias variedades e espaçamentos tradicionais (simples) de 1,62 para a região em relação a espaçamentos duplos, não encontrou diferenças significativas para a estatura de colmos.

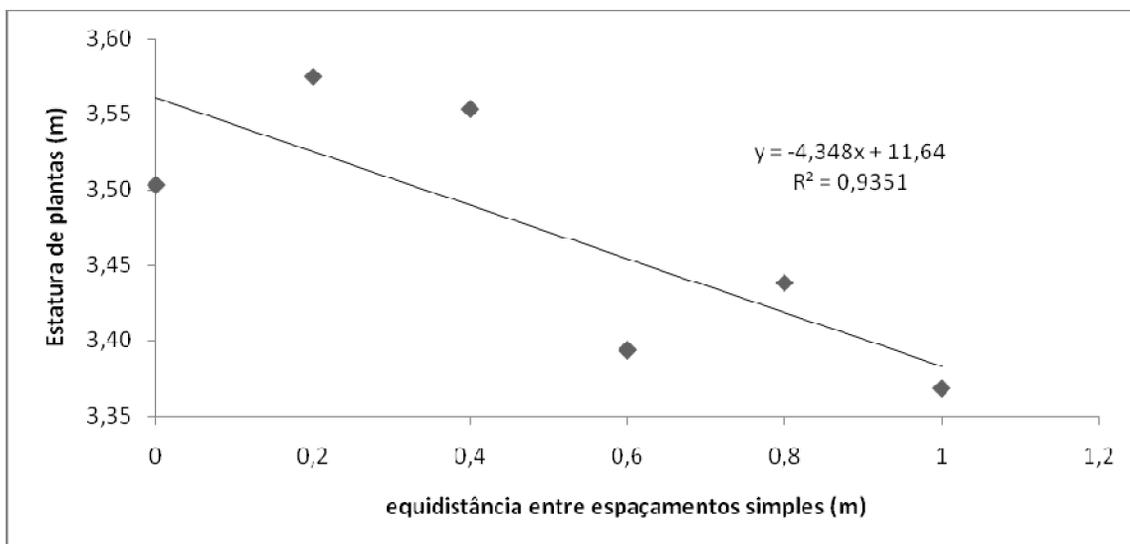


FIGURA 14. Regressão linear entre os espaçamentos simples de 1,00m(0), 1,20m (0,2), 1,40m (0,4), 1,60m (0,6), 1,80m (0,8) e 2,00m (1), respectivamente, expressando os valores de NCM, para a variedade RB855453, cana de primeira soca.

Para o índice de área foliar, conforme tabela 16, verificam-se diferenças estatísticas para os três primeiros contrastes, ocorrendo diferenças entre as classes de espaçamentos e ainda, dentro das classes de espaçamentos duplos, pode-se haver considerações.

De acordo com o a Figura 15, observa-se que em espaçamentos duplos se apresenta maior índice de área foliar. As médias obtidas de IAF nos espaçamentos simples e duplos foram 6,6 e 7,9, respectivamente, para final de ciclo em cana de primeira soca. Diferente do exposto no trabalho, Bolonhezi et al. (2008), encontraram os maiores IAF's para os espaçamentos simples, onde ao final do ciclo de cultivo atingiam um IAF em torno de 6,5 para o espaçamento simples de 1,10m, conferindo no mesmo as maiores produtividades. Oliveira et al. (2007), avaliando três variedades de cana-de-açúcar, observou que a variedade RB72454, foi o que apresentou maior IAF e conseqüentemente maior rendimento de colmos por hectare. Conforme o exposto na Tabela 15, nota-se neste trabalho que os espaçamentos duplos de base larga (1,40 x 40 e 1,40 x 60) tem média superior aos duplos de base estreita (1,20 x 0,40; 1,20 x 0,60 e 1,20 x 0,80), quanto aos valores que apresentaram para índice de área foliar, para a variedade RB855453.

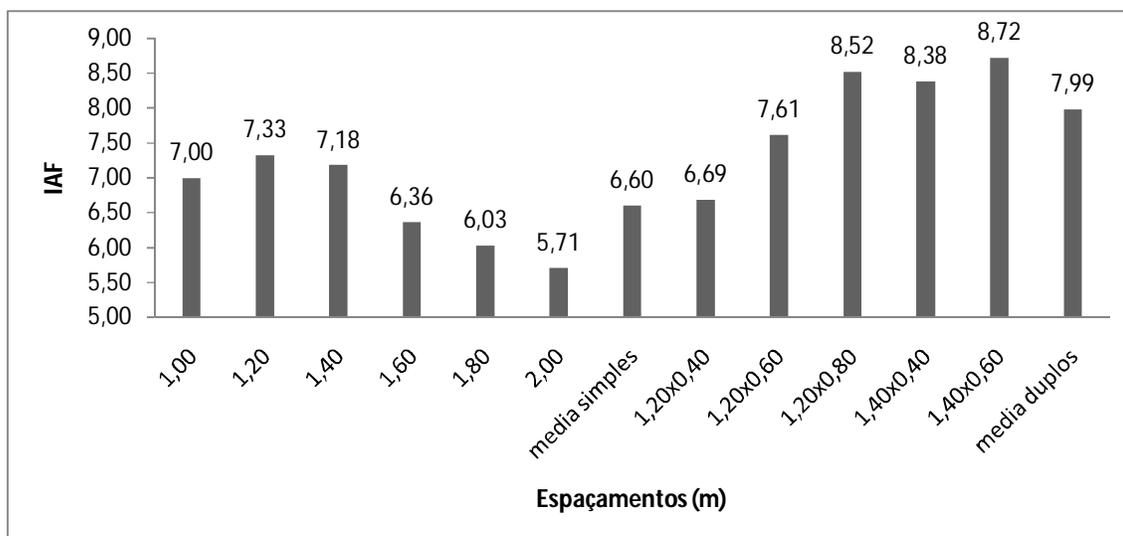


FIGURA 15. Índice de área foliar (IAF) de cana-de-açúcar, em cana de primeira soca, para os distintos espaçamentos. Variedade RB855453

Diferente dos resultados obtidos no presente trabalho, para IAF nos espaçamentos reduzidos, Bolonhezi et al.(2008), trabalharam com espaçamentos duplos e simples, comprovando ao longo de 6 avaliações até os 365 dias, que a área foliar ao longo do ciclo de desenvolvimento da planta foi maior no espaçamento reduzido de 1,10, conferindo também maior índice de área foliar.

4.5.3 Correlações entre variáveis para espaçamentos simples

Como pode se observar na Tabela 17, ambas variáveis TCH e perfilhos/m², estão intimamente relacionadas com os respectivos metros lineares de sulco de plantio que confere cada espaçamento. De forma que podemos afirmar, que para os espaçamentos simples que propiciam o aumento no número de metros lineares de sulcos de plantio, ao longo da área de cultivo, de forma geral, promovem o incremento na produtividade, visto o maior número de colmos por área. O seguinte exposto vem de acordo com diversos autores como Paranhos (1972), Pereira Junior (1984), Coleti, Walder e Rodrigues (1987), Barbieri et al.(1987), Basile et al.(1993) e Salata et al.(1993).

TABELA 17. Análise de correlação e associação, comprovados pelo teste t, das características toneladas de cana por hectare (TCH) e número de colmos por metro quadrado (NC/m²), em relação a metros lineares de sulco de plantio, decorrente dos espaçamentos simples, para a variedade RB855453.

RB855454	$\rho_{x,y}$	χ^2	t _{calc}	t _{tab}
TCH	0,98295	0,26015	0,00013	2,57058
NC/m ²	0,96102	0,99163	0,00012	2,57058

Coeficiente de correlação de Pearson $\rho_{x,y}$; Teste de associação qui-quadrado χ^2 ; Teste T de Student ao nível de 5% de probabilidade..

Pereira Junior (1987), assim como o presente trabalho, constatou através de regressão linear, que se reduzindo os espaçamentos de 1,80m para 1,00m, de 0,20 em 0,20m, ocorria um incremento médio na produtividade de 23% total. Os espaçamentos de 1,80 m e 1,00 m, por conseqüência, apresentam 5555 e 10000 metros lineares, respectivamente. Da mesma forma, os resultados obtidos neste trabalho, corroboram com os obtidos pelo referido autor, de forma que no espaçamento simples de 1,00 m, atingiram-se produtividades superiores aos demais espaçamentos simples. A variedade RB855453 em espaçamento simples de 1,00 m apresentou produção de 226 toneladas de cana.ha⁻¹ neste trabalho, onde também apresentou a maior produção de colmos por área. Observando a tabela 18, nota-se que assim conforme Paranhos (1972) declara, o número de colmos por área (NC/m²) explica com clareza o incremento da produção de colmos em área total (TCH).

TABELA 18. Análise de correlação e associação, comprovados pelo teste t, de toneladas de cana por hectare (TCH), índice de área foliar (IAF) e estatura de colmos, em relação ao número de colmos por metro quadrado (NC/m²), decorrente dos espaçamentos simples, para a variedade RB855453.

RB855454	$\rho_{x,y}$	χ^2	t _{calc}	t _{tab}
TCH	0,95458	0,99954	0,00003	2,57058
IAF	0,79452	0,92859	0,01305	2,57058
Estatura	0,64686	0,99676	0,00014	2,57058

Coeficiente de correlação de Pearson $\rho_{x,y}$; Teste de associação qui-quadrado χ^2 ; Teste T de Student ao nível de 5% de probabilidade..

Da mesma forma que Leme et al.(1984, citado por Oliveira, 2007) observou correlações positivas em seu trabalho, quando comparando o índice de área foliar com os componentes de rendimento da planta, os valores dos coeficientes de correlação presentes na tabela 18, expressam o comportamento do IAF em relação ao NC/m². O valor positivo do coeficiente de correlação, demonstra que para o final de ciclo de cana de primeira soca, nos espaçamentos simples, os maiores índices

de área foliar, estariam presentes onde se apresenta os maiores valores de NC/m². Por conseqüência, pode-se dizer que os maiores valores de IAF ao final de ciclo, nos espaçamentos simples, estão afirmados sobre os maiores valores de TCH. O resultado exposto no presente trabalho. Com tudo, Oliveira et al.(2007), comprovam para a variedade RB855113, que apesar do mesmo atingir os maiores valores de IAF, este fato não repercutiu nas maior produtividade, havendo considerações para diferentes comportamentos das variedades. Machado et al.(1982), relatam que o IAF ideal estaria em torno de 4,0, o que corresponde a 95% da interceptação da radiação solar incidente.

Singels and Smit (2002), estudando o comportamento do desenvolvimento do cultivar NCo376, ao longo de 8 avaliações durante o ciclo da cultura, determinaram parâmetros morfológicos importantes e que refletem diretamente na produção final de colmos. Os autores em questão, utilizaram os espaçamentos simples de 0,73 m, 1,21 m, 1,69 m, 2,18 m e 2,66 m, avaliando parâmetros que pudessem determinar a eficiência da captação da radiação global incidente, sobre os diferentes espaçamentos simples utilizados. Os resultados demonstraram que havia uma relação linear da taxa de fechamento do dossel das plantas com a redução do espaçamento, um incremento de 26% por metro. Singels and Smit (2009), demonstram em seus trabalhos que o crescimento e desenvolvimento da planta da cana-de-açúcar, era afetado significativamente pela redução do espaçamento e que a captura da radiação global incidente, o pico de perfilhamento e densidade final de colmos, biomassa, obtinham incrementos na ordem de 18, 40, 29 e 22% por metro, respectivamente.

4.5.4 Correlações entre variáveis para espaçamentos duplos de base estreita

Paranhos (1972) em seu trabalho comenta que a produção da cana-de-açúcar por área é conseqüência do número de colmos na época da colheita, o que acentua a importância do conhecimento dos valores ótimos dos fatores determinantes da população final, bem como de suas características. Neste sentido, no intuito de compreender o comportamento apresentado pelo número de perfilhos finais, a Tabela 19, demonstra o comportamento dos componentes de rendimento da

planta, em relação ao número de metros lineares de plantio, para os espaçamentos duplos de plantio utilizados neste trabalho.

TABELA 19. Análise de correlação e associação, comprovados pelo teste t, de toneladas de cana por hectare (TCH) e número de colmos por metro quadrado (NC/m²), em relação a metros lineares de sulco de plantio, decorrente dos espaçamentos duplos de base estreita, para a variedade RB855453.

RB855454	$\rho_{x,y}$	χ^2	t_{calc}	t_{tab}
TCH	-0,97385	0,00000	0,00220	4,30265
NC/m ²	-0,95072	0,83892	0,00207	4,30265

Coefficiente de correlação de Pearson $\rho_{x,y}$; Teste de associação qui-quadrado χ^2 ; Teste T de Student ao nível de 5% de probabilidade..

As variáveis TCH e NC/m², estão correlacionadas de forma negativa com o número de metros lineares, onde se permite afirmar que, neste trabalho, diferente dos espaçamentos simples, os espaçamentos que propiciaram maior número de metros lineares, foram os que se encontraram menor produtividade de colmos por área. Torres, Villegas and Durán (2010), da mesma forma, encontraram nos espaçamentos duplos, uma correlação inversa quanto ao incremento de metros lineares em espaçamentos duplos, diferentemente dos espaçamentos simples.

De acordo com os coeficientes expostos na tabela 19, nota-se que se estabelece uma correlação positiva entre o IAF e o NC/m², mas uma correlação inversa para estatura de colmos. A variedade RB855453, apresentou um IAF médio entre os três espaçamentos duplos de base larga, de 8,55 m².m⁻²solo, em relação a um IAF médio entre os espaçamentos duplos de base estreita de 7,6 m².m⁻²solo. Os espaçamentos duplos de base larga (1,40 x 0,40 e 1,40 x 0,60) obtiveram 196 toneladas de cana.ha⁻¹, 35 toneladas de cana.ha⁻¹ a mais que a média obtida entre os espaçamentos duplos de base estreita (1,20 x 0,40, 1,20 x 0,60 e 1,20 x 0,80).

4.6 Conclusões

A variedade RB855453, no presente trabalho, apresentou melhores rendimentos nos espaçamentos duplos de plantio, sendo que houve destaque para o espaçamento duplo de base larga de 1,40 x 0,40 m , com 212 toneladas de cana.ha⁻¹

Assim como a média em produção e número de colmos por área dos componentes de rendimento foram significativamente superior nos espaçamentos duplos, a média presente nos espaçamentos duplos para o componente morfológico estatura de colmos e IAF também foram superiores, apresentando correlação positiva.

Para os espaçamentos simples, ocorreu um comportamento linear dentro do intervalo estudado, sendo nos espaçamentos reduzidos a produtividade agrícola tende a ser maior e ao aumentar distância entre as linhas de plantio ocorre a diminuição da produtividade agrícola.

4.7 Referências

BARBIERI, V.; MANIERO, M. A.; PEREIRA, A. R. Espaçamento e características agroindustriais de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 4^o 1987, Olinda-PE. **Anais...** Olinda: STAB, 1987. p. 23-27.

BOLONHEZI, A.C. Variedades de cana-de-açúcar cultivadas em espaçamentos simples e Duplos. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 90 2008, Maceió-AL. **Anais...** Maceió: STAB, 2008. p. 699-703.

BOYCE, J.P. "Plant crop results of a row spacing experiment at Pangola". In. Annual **Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPSO, 1999. 421p.

COLETI, J. T. ; WALDER, L. A. M. ; RODRIGUES, J. C. S. Estudo de espaçamento em duas variedades de cana-de-açúcar: SP70-1143 e NA 56-79. **STAB**, v. 6, n. 2, p. 32-34, 1987.

COLETI, J.T. Uma Avaliação de espaçamentos reduzidos em cana-de-açúcar. **STAB**, v. 12, n. 4, p. 18-23, 1994.
congress of the south African Sugar Association, 42, Durban. **Proceedings** p. 136-4

DILLEWIJN, C. Van. **Botany of sugarcane**. Waltham: The Chronica Botanica, 1952. 371p.

DINARDO-MIRANDA, D.L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.;LANDELL, M.G.A. (Eds.). **Cana-de-açúcar**. 1.ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008.

FERREIRA, D.F. SISVAR. **Programa de Análise Estatística**. UFLa, 2000.

GARSIDE, A.L. and BELL, M.J. Row spacing and planting density effects on the growth and yield of sugarcane.3. Responses with different cultivars. **Crop & Pasture Science**. Queensland, v.60, p.555-565, 2009.

HERMANN, E.R.; CÂMARA, G.M.S. Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açúcar. **Revista da STAB**. Piracicaba, v.17, n.5, p.32-34, 1999.

HOFFMANN, P.H; SANTOS, E.G.D.; BASSINELLO, A.I.; VIEIRA, M.A.S.. Variedades RB de Cana-de-açúcar. Araras: **CCA/UFSCar**. 1.ed., 28p., 2008.

ISMAEL, F.M.; SEERUTTUN, S.; BARBE, C.; GAUNGOO. Improving cane productivity with dual row planting in Mauritius. Proc. **Int. Soc. Sugar Cane Technol**, Mauritius, v. 26, p. 220-226, 2007.

MURARO, G.B.; ROSSI JUNIOR, P.; SCHOGOR, A.L.B. Produção de biomassa de cana-de-açúcar em dois espaçamentos e duas freqüências de cortes. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 35, n.1, p. 131-136, 2011.

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**, v.37, n.2, p.71-76, 2007.

PARANHOS, S. B. **Espaçamento e densidades de plantio em Cana-de-Açúcar**. 109 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Instituto Agronômico de Campinas Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972.

PEREIRA JUNIOR, A.C.G. **Efeitos da irrigação e do espaçamento no desenvolvimento e na produção de três variedades de cana-de-açúcar (Saccharum spp.)**. 142p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1984.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15 ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. p. 451.

PRADO, H. **Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação, levantamento, manejo agrícola e geotécnico**. 3 ed. ver. amp. Piracicaba - SP, 2003.

SALATA, J. ; SANTI, E. ; BENEDITO, E. ; DEMATTÊ, J. L. I. Efeitos do espaçamento na produção da cana-de-açúcar em função de épocas de corte e de variedades na região de Quatá Sudoeste do estado de São Paulo. CONGRESSO NACIONAL DA STAB – STAB, 1993, Águas de São Pedro. **Anais...** Águas de São Pedro: STAB, 1993. p. 25-29.

SINGELS, A., SMIT, M.A. The effect of row spacing on an irrigated plant crop of sugarcane variety NCo376. **Proc. S. Afr. Sugar Technol. Assoc.** v. 76, p. 94–105, 2002.

SINGELS, A.; SMIT, M.A. Sugarcane response to row spacing-induced competition for light. **Field Crops Research**. v. 113, p. 149-155, 2009.

THOMPSON, G.C.; DUTOIT, J.L. Sugarcane plant populations. **South African Sugar Jour.**, v. 46, p. 961-963, 1965.

TORRES, J.S.; VILLEGAS, F.; DURÁN, A. Modified dual row planting system for green cane management in the tropics. **Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol.**, v. 27, p. 1-6, 2010.

5. CONCLUSÃO GERAL

A redução do espaçamento implica diretamente na produtividade, promovendo incremento do número de colmos por área e uma redução do número de colmos por metros lineares.

Para os espaçamentos simples, ocorre uma correlação positiva entre os componentes de rendimento e componentes morfológicos, diferente dos espaçamentos duplos onde tem-se uma correlação negativa.

Cada variedade apresentou um comportamento distinto em relação aos diferentes espaçamentos.

ANEXOS

ANEXO 1. Análise de contrastes de médias para a variável toneladas de cana por hectare (TCH, t.ha⁻¹), para a variedade SP81-3250, Itambé, PR, 2012.

Contrastes de médias	Estimativa (TCH)	Teste F	
Y1: Duplos vs. Simples	17,625	7,693	p<0,0091
Y2: Base estreita vs. Base larga	2,283	0,057	p<0,8131
Y3: Base larga1 vs. Base Larga2	0,715	0,002	p<0,9619
Regressão linear (espaçamento duplo de base estreita)		2,535	p<0,1209
desvio de regressão		1,081	p<0,3060
Regressão linear (espaçamento duplo de base larga)		8,161	p<0,0070
desvio de regressão		0,80475	p<0,5310
QMR = 440,494	CV (%) = 12,06		

ANEXO 2. Decomposição dos contrastes de médias para a variável toneladas de cana por hectare (TCH, t.ha⁻¹), para a variedade SP81-3250, Itambé, PR, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc	
Contraste	1	1	3388,6786	3388,6786	7,693	0,0091
Contraste	2	1	25,0071	25,0071	0,057	0,8131
Contraste	3	1	1116,5175	1116,5175	2,535	0,1209
Contraste	4	1	476,0613	476,0613	1,081	0,3061
Contraste	5	1	1,0225	1,0225	0,002	0,9619
Contraste	6	1	3595,0389	3595,0389	8,161	0,0074
Contraste	7	1	64,6718	64,6718	0,147	0,7041
Contraste	8	1	936,2821	936,2821	2,126	0,1543
Contraste	9	1	5,5938	5,5938	0,013	0,9110
Contraste	10	1	410,8696	410,8696	0,933	0,3412
Erro	33		14536,30835	440,494192		

GL (graus de liberdade); SQ (soma de quadrados); QM (quadrado médio); Fc (F calculado); Pr>Fc (probabilidade de alfa)

ANEXO 3. Análise de contrastes de médias para a variável número de colmos por metro quadrado (NC/m²), para a variedade SP81-3250, Itambé, PR, 2012.

Contrastes de médias	Estimativa (NC/m ²)	Teste F	
Y1: Duplos vs. Simples	0,280	1,973	p<0,1695
Y2: Base estreita vs. Base larga	0,736	6,005	p<0,0197
Y3: Base larga1 vs. Base Larga2	0,3325	0,51	p<0,48
Regressão linear (espaçamento duplo de base estreita)		4,014	0,0530
desvio de regressão		0,002	0,9630
Regressão linear (espaçamento duplo de base larga)		55,223	p<0,0000
Regressão quadrática		0,164	p<0,6880
Regressão cúbica		6,206	p<0,0180
desvio de regressão		2,4595	p<0,1010
QMR = 0,4332	CV (%) = 6,58		

ANEXO 4. Decomposição dos contrastes de médias para a variável número de colmos por metro quadrado (NC/m²), para a variedade SP81-3250, Itambé, PR, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Contraste	1	0,8548	0,8548	1,973	0,1695
Contraste	2	2,6019	2,6019	6,005	0,0197
Contraste	3	1,7391	1,7391	4,014	0,0534
Contraste	4	0,0009	0,0009	0,002	0,9632
Contraste	5	0,2211	0,2211	0,51	0,4800
Contraste	6	23,9265	23,9265	55,223	0,0000
Contraste	7	0,0709	0,0709	0,164	0,6885
Contraste	8	2,6889	2,6889	6,206	0,0179
Contraste	9	0,0594	0,0594	0,137	0,7135
Contraste	10	2,0719	2,0719	4,782	0,0360
Erro	33	14,298025	0,433273		

GL (graus de liberdade); SQ (soma de quadrados); QM (quadrado médio); Fc (F calculado); Pr>Fc (probabilidade de alfa)

ANEXO 5. Análise de contrastes de médias para a variável número de colmos por metro linear, para a variedade SP81-3250, Itambé, PR, 2012.

Contrastes de médias	Estimativa (NCM)	Teste F	
Y1: Duplos vs. Simples	5,792	552,8500	0,0000
Y2: Base estreita vs. Base larga	0,229	0,3810	0,5414
Y3: Base larga1 vs. Base Larga2	0,625	1,1800	0,2852
Regressão linear (espaçamento duplo de base estreita)		24,976	0,0001
desvio de regressão		0,016	0,901
Regressão linear (espaçamento duplo de base larga)		142,307	0,0000
Regressão quadrática		3,23	0,0810
Regressão cúbica		9,03	0,0050
desvio de regressão		4,4015	0,0202
QMR = 0,6618	CV (%) = 6,65		

ANEXO 6. Decomposição dos contrastes de médias para a variável número de colmos por metro linear, para a variedade SP81-3250, Itambé, PR, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc	
Contraste	1	1	365,9280	365,9280	552,8500	0,0000
Contraste	2	1	0,2521	0,2521	0,3810	0,5414
Contraste	3	1	16,5313	16,5313	24,9760	0,0000
Contraste	4	1	0,0104	0,0104	0,0160	0,9009
Contraste	5	1	0,7813	0,7813	1,1800	0,2852
Contraste	6	1	94,1920	94,1920	142,3070	0,0000
Contraste	7	1	2,1376	2,1376	3,2300	0,0815
Contraste	8	1	5,9769	5,9769	9,0300	0,0050
Contraste	9	1	0,9657	0,9657	1,4590	0,2357
Contraste	10	1	4,8611	4,8611	7,3440	0,0106
Erro		33	21,8425	0,661894		

GL (graus de liberdade); SQ (soma de quadrados); QM (quadrado médio); Fc (F calculado); Pr>Fc (probabilidade de alfa)

ANEXO 7. Análise de contrastes de médias para a variável estatura de planta, para a variedade SP81-3250, Itambé, PR, 2012.

Contrastes de médias	Estimativa (Estatura)	Teste F	
Y1: Duplos vs. Simples	0,178	19,75	0,0001
Y2: Base estreita vs. Base larga	0,074	1,509	0,2280
Y3: Base larga1 vs. Base Larga2	0,175	3,5	0,0703
QMR = 0,0175	CV (%) = 3,77		

ANEXO 8. Decomposição dos contrastes de médias para a variável estatura de planta, para a variedade SP81-3250, Itambé, PR, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc	
Contraste	1	1	0,3456	0,3456	19,75	0,0001
Contraste	2	1	0,0264	0,0264	1,509	0,2280
Contraste	3	1	0,0045	0,0045	0,258	0,6150
Contraste	4	1	0,0672	0,0672	3,84	0,0585
Contraste	5	1	0,0613	0,0613	3,5	0,0703
Contraste	6	1	0,0155	0,0155	0,883	0,3542
Contraste	7	1	0,0252	0,0252	1,44	0,2387
Contraste	8	1	0,0075	0,0075	0,431	0,5161
Contraste	9	1	0,0153	0,0153	0,876	0,3562
Contraste	10	1	0,0449	0,0449	2,568	0,1186
Erro	33	0,577525	0,017501			

GL (graus de liberdade); SQ (soma de quadrados); QM (quadrado médio); Fc (F calculado); Pr>Fc (probabilidade de alfa)

ANEXO 9. Análise de contrastes de médias para a variável índice de área foliar, para a variedade SP81-3250, Itambé, PR, 2012.

Contrastes de médias	Estimativa (IAF)	Teste F	
Y1: Duplos vs. Simples	1,3508	44,959	0,0000
Y2: Base estreita vs. Base larga	0,1783	0,345	0,5611
Y3: Base larga1 vs. Base Larga2	0,5800	1,520	0,2264
Regressão linear (espaçamento duplo de base estreita)		32,,085	0,0001
desvio de regressão		1,114	0,2990
Regressão linear (espaçamento duplo de base larga)		47,076	0,0001
desvio de regressão		1,543	0,2126
QMR = 0,4427	CV (%) = 8,52		

ANEXO 10. Decomposição dos contrastes de médias para a variável índice de área foliar, para a variedade SP81-3250, Itambé, PR, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc	
Contraste	1	1	19,9039	19,9039	44,959	0,0000
Contraste	2	1	0,1527	0,1527	0,345	0,5611
Contraste	3	1	14,2045	14,2045	32,085	0,0000
Contraste	4	1	0,4931	0,4931	1,114	0,2989
Contraste	5	1	0,6728	0,6728	1,52	0,2264
Contraste	6	1	20,8408	20,8408	47,076	0,0000
Contraste	7	1	0,0611	0,0611	0,138	0,7127
Contraste	8	1	1,0133	1,0133	2,289	0,1398
Contraste	9	1	0,2032	0,2032	0,459	0,5029
Contraste	10	1	1,4393	1,4393	3,251	0,0805
Erro	33	14,609375	0,442708			

GL (graus de liberdade); SQ (soma de quadrados); QM (quadrado médio); Fc (F calculado); Pr>Fc (probabilidade de alfa)

ANEXO 11. Análise de contrastes de médias para a variável toneladas de açúcares redutores totais por hectare, para a variedade SP81-3250, Itambé, PR, 2012.

Contrastes de médias	Estimativa (TARTha)	Teste F	
Y1: Duplos vs. Simples	3,6748	11,520	0,0018
Y2: Base estreita vs. Base larga	0,2838	0,030	0,8630
Y3: Base larga1 vs. Base Larga2	0,9725	0,148	0,7030
Regressão linear (espaçamento duplo de base estreita)		4,270	0,0470
desvio de regressão		2,209	0,1470
Regressão linear (espaçamento duplo de base estreita)		6,621	0,0148
desvio de regressão		0,890	0,4811
QMR = 12,7872	CV (%) = 11,98		

ANEXO 12. Decomposição dos contrastes de médias para a variável toneladas de açúcares redutores totais por hectare, para a variedade SP81-3250, Itambé, PR, 2012.

FV	GL		SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Contraste	1	1	147,3140	147,3140	11,52	0,0018
Contraste	2	1	0,3865	0,3865	0,03	0,8630
Contraste	3	1	54,6013	54,6013	4,27	0,0467
Contraste	4	1	28,2534	28,2534	2,209	0,1467
Contraste	5	1	1,8915	1,8915	0,148	0,7030
Contraste	6	1	84,6670	84,6670	6,621	0,0148
Contraste	7	1	3,0954	3,0954	0,242	0,6260
Contraste	8	1	10,8462	10,8462	0,848	0,3637
Contraste	9	1	2,6445	2,6445	0,207	0,6523
Contraste	10	1	28,9106	28,9106	2,261	0,1422
Erro	33		421,980375	12,787284		

GL (graus de liberdade); SQ (soma de quadrados); QM (quadrado médio); Fc (F calculado); Pr>Fc (probabilidade de alfa)

ANEXO 13. Análise de contrastes de médias para a variável toneladas de cana por hectare (TCH, t.ha⁻¹), para a variedade RB855453, Itambé, PR, 2012.

Contrastes de médias	Estimativa (TCH)	Teste F	
Y1: Duplos vs. Simples	5,408	0,716	p<0,4035
Y2: Base estreita vs. Base larga	33,055	11,773	p<0,0016
Y3: Base larga1 vs. Base Larga2	29,3	3,854	p<0,0581
Regressão linear (espaçamento duplo de base estreita)		6,332	p<0,0170
desvio de regressão		0,199	p<0,6580
Regressão linear (espaçamento duplo de base larga)		32,208	p<0,0001
desvio de regressão		0,703	p<0,5955
QMR = 445,498	CV (%) = 12,34		

ANEXO14. Decomposição dos contrastes de médias para a variável toneladas de cana por hectare (TCH, t.ha⁻¹), para a variedade RB855453, Itambé, PR, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Contraste	1	319,082	319,082	0,716	0,404
Contraste	2	5244,639	5244,639	11,773	0,002
Contraste	3	2820,756	2820,756	6,332	0,017
Contraste	4	88,704	88,704	0,199	0,658
Contraste	5	1716,980	1716,980	3,854	0,058
Contraste	6	14348,497	14348,497	32,208	0,000
Contraste	7	189,000	189,000	0,424	0,519
Contraste	8	889,867	889,867	1,997	0,167
Contraste	9	105,653	105,653	0,237	0,630
Contraste	10	68,777	68,777	0,154	0,697
Erro	33	14701,449	445,498		

GL (graus de liberdade); SQ (soma de quadrados); QM (quadrado médio); Fc (F calculado); Pr>Fc (probabilidade de alfa)

ANEXO 15. Análise de contrastes de médias para a variável número de colmos por metro quadrado (NC/m²), para a variedade RB855453, Itambé, PR, 2012.

Contrastes de médias	Estimativa (NC/m ²)	Teste F	
Y1: Duplos vs. Simples	0,019	1,006	p<0,3231
Y2: Base estreita vs. Base larga	0,581	3,972	p<0,0546
Y3: Base larga1 vs. Base Larga2	1,015	5,054	p<0,0314
Regressão linear (espaçamento duplo de base estreita)		1,901	p<0,1770
desvio de regressão		0,009	p<0,9270
Regressão linear (espaçamento duplo de base larga)		126,175	p<0,0000
Regressão quadrática		0,159	p<0,6920
Regressão cúbica		8,453	p<0,0060
desvio de regressão		0,540	p<0,5878
QMR = 0,4076	CV (%) = 6,8		

ANEXO 16. Decomposição dos contrastes de médias para a variável número de colmos por metro quadrado (NC/m²), para a variedade RB855453, Itambé, PR, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc	
Contraste	1	1	0,4102	0,4102	1,006	0,3231
Contraste	2	1	1,6194	1,6194	3,972	0,0546
Contraste	3	1	0,7750	0,7750	1,901	0,1772
Contraste	4	1	0,0035	0,0035	0,009	0,9267
Contraste	5	1	2,0605	2,0605	5,054	0,0314
Contraste	6	1	51,4371	51,4371	126,175	0,0000
Contraste	7	1	0,0649	0,0649	0,159	0,6924
Contraste	8	1	3,4459	3,4459	8,453	0,0065
Contraste	9	1	0,0293	0,0293	0,072	0,7905
Contraste	10	1	0,4108	0,4108	1,008	0,3227
Erro	33	13,452925	0,407664			

GL (graus de liberdade); SQ (soma de quadrados); QM (quadrado médio); Fc (F calculado); Pr>Fc (probabilidade de alfa)

ANEXO 17. Análise de contrastes de médias para a variável número de colmos por metro linear, para a variedade RB855453, Itambé, PR, 2012.

Contrastes de médias	Estimativa (NCM)	Teste F	
Y1: Duplos vs. Simples	5,167	497,2830	0,0000
Y2: Base estreita vs. Base larga	0,958	7,5280	0,0097
Y3: Base larga1 vs. Base Larga2	0,00001	0,0000	1,0000
Regressão linear (espaçamento duplo de base estreita)		19,264	0,0001
desvio de regressão		0,018	0,895
Regressão linear (espaçamento duplo de base larga)		45,737	0,0000
Regressão quadrática		8,254	0,0070
Regressão cúbica		12,952	0,0010
desvio de regressão		1,0205	0,3715
QMR = 0,5856	CV (%) = 6,73		

ANEXO 18. Decomposição dos contrastes de médias para a variável número de colmos por metro linear, para a variedade RB855453, Itambé, PR, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc	
Contraste	1	1	291,2121	291,2121	497,2830	0,0000
Contraste	2	1	4,4083	4,4083	7,5280	0,0097
Contraste	3	1	11,2813	11,2813	19,2640	0,0001
Contraste	4	1	0,0104	0,0104	0,0180	0,8947
Contraste	5	1	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Contraste	6	1	26,7841	26,7841	45,7370	0,0000
Contraste	7	1	4,8336	4,8336	8,2540	0,0071
Contraste	8	1	7,5850	7,5850	12,9520	0,0010
Contraste	9	1	0,3322	0,3322	0,5670	0,4567
Contraste	10	1	0,8633	0,8633	1,4740	0,2333
Erro	33		19,325	0,585606		

GL (graus de liberdade); SQ (soma de quadrados); QM (quadrado médio); Fc (F calculado); Pr>Fc (probabilidade de alfa)

ANEXO 19. Análise de contrastes de médias para a variável estatura de planta, para a variedade RB855453, Itambé, PR, 2012.

Contrastes de médias	Estimativa (Estatura)	Teste F	
Y1: Duplos vs. Simples	0,079	7,118	0,0117
Y2: Base estreita vs. Base larga	0,118	7,042	0,0122
Y3: Base larga1 vs. Base Larga2	0,025	0,131	0,7197
Regressão linear (espaçamento duplo de base estreita)		3,541	0,0687
desvio de regressão		1,678	0,2042
Regressão linear (espaçamento duplo de base larga)		9,771	0,0037
desvio de regressão		1,0075	0,4177
QMR = 0,0095	CV (%) = 2,84		

ANEXO 20. Decomposição dos contrastes de médias para a variável estatura de planta, para a variedade RB855453, Itambé, PR, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc	
Contraste	1	1	0,0679	0,0679	7,118	0,0117
Contraste	2	1	0,0672	0,0672	7,042	0,0122
Contraste	3	1	0,0338	0,0338	3,541	0,0687
Contraste	4	1	0,0160	0,0160	1,678	0,2042
Contraste	5	1	0,0013	0,0013	0,131	0,7197
Contraste	6	1	0,0933	0,0933	9,771	0,0037
Contraste	7	1	0,0121	0,0121	1,272	0,2675
Contraste	8	1	0,0137	0,0137	1,435	0,2395
Contraste	9	1	0,0032	0,0032	0,337	0,5656
Contraste	10	1	0,0094	0,0094	0,986	0,3279
Erro	33	0,314975	0,009545			

GL (graus de liberdade); SQ (soma de quadrados); QM (quadrado médio); Fc (F calculado); Pr>Fc (probabilidade de alfa)

ANEXO 21. Análise de contrastes de médias para a variável índice de área foliar, para a variedade RB855453, Itambé, PR, 2012.

Contrastes de médias	Estimativa (IAF)	Teste F	
Y1: Duplos vs. Simples	1,3421	59,402	0,0000
Y2: Base estreita vs. Base larga	0,9270	12,472	0,0012
Y3: Base larga1 vs. Base Larga2	0,2125	0,273	0,6048
Regressão linear (espaçamento duplo de base estreita)		25,596	0,0001
desvio de regressão		0,057	0,8140
Regressão linear (espaçamento duplo de base larga)		24,391	0,0001
desvio de regressão		1,683	0,1775
QMR = 0,3307	CV (%) = 7,93		

ANEXO 22. Decomposição dos contrastes de médias para a variável índice de área foliar, para a variedade RB855453, Itambé, PR, 2012.

FV	GL		SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Contraste	1	1	19,6493	19,6493	59,402	0,0000
Contraste	2	1	4,1255	4,1255	12,472	0,0012
Contraste	3	1	8,4666	8,4666	25,596	0,0000
Contraste	4	1	0,0187	0,0187	0,057	0,8135
Contraste	5	1	0,0903	0,0903	0,273	0,6048
Contraste	6	1	8,0682	8,0682	24,391	0,0000
Contraste	7	1	0,8470	0,8470	2,561	0,1191
Contraste	8	1	1,1416	1,1416	3,451	0,0721
Contraste	9	1	0,0004	0,0004	0,001	0,9727
Contraste	10	1	0,2374	0,2374	0,718	0,4030
Erro	33		10,91585	0,330783		

GL (graus de liberdade); SQ (soma de quadrados); QM (quadrado médio); Fc (F calculado); Pr>Fc (probabilidade de alfa)

ANEXO 23. Análise de contrastes de médias para a variável toneladas de açúcares redutores totais por hectare, para a variedade RB855453, Itambé, PR, 2012.

Contrastes de médias	Estimativa (TARTha)	Teste F	
Y1: Duplos vs. Simples	1,3088	1,484	0,2317
Y2: Base estreita vs. Base larga	6,0896	14,139	0,0007
Y3: Base larga1 vs. Base Larga2	5,1475	4,21	0,0482
Regressão linear (espaçamento duplo de base estreita)		4,573	0,0400
desvio de regressão		0,000	0,9990
Regressão linear (espaçamento duplo de base estreita)		10,039	0,0033
Regressão quadrática		4,276	0,0466
Regressão cúbica		6,623	0,0147
desvio de regressão		1,651	0,1849
QMR = 12,5889	CV (%) = 12,26		

ANEXO 24. Decomposição dos contrastes de médias para a variável toneladas de açúcares redutores totais por hectare, para a variedade RB855453, Itambé, PR, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc	
Contraste	1	1	18,6854	18,6854	1,484	0,2317
Contraste	2	1	177,9985	177,9985	14,139	0,0007
Contraste	3	1	57,5665	57,5665	4,573	0,0400
Contraste	4	1	0,0000	0,0000	0	0,9991
Contraste	5	1	52,9935	52,9935	4,21	0,0482
Contraste	6	1	126,3763	126,3763	10,039	0,0033
Contraste	7	1	53,8320	53,8320	4,276	0,0466
Contraste	8	1	83,3749	83,3749	6,623	0,0147
Contraste	9	1	24,3569	24,3569	1,935	0,1735
Contraste	10	1	17,2151	17,2151	1,367	0,2506
Erro	33	415,43425	12,588917			

GL (graus de liberdade); SQ (soma de quadrados); QM (quadrado médio); Fc (F calculado); Pr>Fc (probabilidade de alfa)