



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

INFLUÊNCIA DO FÓSFORO SOBRE CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS EM CANA-DE-AÇÚCAR

Samuth Duarte Alves Pereira

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Brasília-DF
Dezembro/2017

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

INFLUÊNCIA DO FÓSFORO SOBRE CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS
EM CANA-DE-AÇÚCAR

Samuth Duarte Alves Pereira
Matrícula: 13/0037214

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Fagioli
Matrícula: 10/35649

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

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA:

Professor Dr. Marcelo Fagioli
Universidade de Brasília - UnB
Orientador

MSc. Éder Stolben Moscon
Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia - UnB
Doutorando em Agronomia - UnB
Examinador Externo

Professora Visitante na UnB - Dra. Lurdineide de Araújo Barbosa Borges
Engenheira Agrônoma pela UFG
Examinadora Externa

FICHA CATALOGRÁFICA

PEREIRA, Samuth Duarte Alves
Influência do fósforo sobre características agronômicas em cana-de-açúcar/
Samuth Duarte Alves Pereira; orientação de Marcelo Fagioli - Brasília, 2013.
35f.

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

1. Cana-de-açúcar - Aplicações de Fósforo 2. Cana-de-açúcar –
Adubo Supersimples 3. Resposta da planta ao fósforo.

I. Fagioli. M. de II. Título

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

PEREIRA, D.A.S. **Influência do fósforo sobre características agronômicas em cana-de-açúcar**. 2017. 35f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília - UnB.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: Samuth Duarte Alves Pereira

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Influência do fósforo sobre características agronômicas em cana-de-açúcar.

Grau: 3º Ano: 2017

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

Samuth Duarte Alves Pereira

Matrícula: 13/0037214

End.: SCRN 708/709 Bloco G, EN 38, AP 402, Asa Norte, Brasília/DF, 70741-670.

Tel.: (61) 999545629 / (61) 3622-8966

e-mail: samuth.duarte@gmail.com

DEDICATÓRIA

À Deus, àquele que é capaz de fazer infinitamente mais do que tudo o que pedimos ou pensamos, de acordo com o seu poder que atua em nós, a ele seja a glória na igreja e em Cristo Jesus, por todas as gerações, para todo o sempre! Amém!

AGRADECIMENTOS

Ao Deus único e soberano (Pai, Filho e Espírito Santo), porque d'Ele e por Ele, e para Ele, são todas as coisas; glória, pois, a Ele eternamente. Amém.

Em especial aos meus pais Jeiel Lopes Pereira e Jacileide Duarte Alves Pereira, que com de todo amor e carinho me instruíram no caminho da verdade, acreditaram na minha capacidade, sempre me incentivaram no alcance dos meus sonhos e se doaram ao máximo para que essa vitória fosse alcançada.

Aos meus amados irmãos, Matheus Duarte Pereira e Laura Giselle Duarte Pereira pelo amor fraternal, alegria contagiante e pelos sonhos esboçados juntos.

Ao meu orientador e amigo Professor Dr. Marcelo Fagioli pela amizade, conhecimentos compartilhados, auxílio acadêmico e conselhos valiosíssimos.

Aos professores do curso de Agronomia por todo o conhecimento transmitido e pela colaboração incontestável em minha formação acadêmica e profissional.

Aos meus irmãos em Cristo da Primeira Igreja Batista em Formosa pela comunhão, amizade e pelo encorajamento em tempos difíceis.

À Leni Rodrigues, Rosângela Silva, Líbia Dutton e Valdirene Mendonça, e a suas famílias, que receberam como filho em seus lares.

Às Déboras, pelo amor e cuidado. Seus joelhos em oração me mantiveram em pé.

Aos meus grandes amigos Ruy Filho, Lucas Jardim e Pedro Santiago entre tantos outros que fazem parte da minha vida e contribuíram para minha formação pessoal.

Aos meus colegas de faculdade pelos momentos de descontração, compartilhar de conhecimentos e amizade.

Ao amigo Antônio José Vasconcelos (Vasco) e demais funcionários da FAL pelo auxílio nos trabalhos de campo.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	iv
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3.1. A cana-de-açúcar	3
3.1.1. Classificação botânica, origem e evolução	3
3.1.2. Importância econômica.....	3
3.1.3. Aspectos climáticos e ambientais	5
3.1.4. Aspectos agrônômicos.....	6
3.1.5. Fases da cultura	9
3.2. Desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea.....	9
3.3. Importância do fósforo no desenvolvimento da cana-de-açúcar	12
4. MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1. Localização e caracterização da área experimental.....	14
4.2. Clima	14
4.3. Genótipo utilizado.....	15
4.4. Práticas culturais dentro da área experimental	15
4.5. Desenvolvimento dos tratamentos experimentais	16
4.6. Características avaliadas em campo.....	17
4.7. Delineamento e análise estatística	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
6. CONCLUSÕES	22
7. REFERÊNCIAS	23

RESUMO

A cana-de-açúcar é matéria-prima de biocombustível com maior eficiência sendo utilizada no mercado. As informações sobre fósforo aplicado em cobertura e a resposta da cana-de-açúcar são importantes para ampliar o conhecimento da produção em ambiente de Cerrado. Este trabalho teve como objetivo a avaliação da influência do fósforo sobre características agrônômicas em cana-de-açúcar, cultivar RB 86-7515, usando diferentes doses de P_2O_5 em cada tratamento. A área experimental de cana-de-açúcar foi plantada no dia 20 de janeiro e o trabalho foi conduzido em condições de campo na Fazenda Água Limpa (FAL-UnB) no período de março a novembro de 2017. Foram avaliados 3 tratamentos com diferentes doses de P_2O_5 com 8 repetições: T1) testemunha, sem aplicação de P_2O_5 (apenas com o fósforo na adubação de plantio); T2) aplicação de dose de 150 kg de P_2O_5 por hectare; T3) aplicação de dose de 300 kg de P_2O_5 por hectare. As características avaliadas em campo foram número de perfilhos/m, comprimento do colmo, diâmetros da base dos colmos e grau Brix. Para a análise estatística, utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Pela interpretação dos resultados pode-se concluir que os tratamentos com diferentes doses de fósforo não apresentaram diferenças nas características biométricas para o número de perfilhos, comprimento do colmo, diâmetro da base e °Brix. Independente do modo de aplicação e das doses em cobertura, em função das condições climáticas, os resultados foram semelhantes. Todas as características avaliadas ficaram dentro dos padrões recomendados para a cana ano-e-meio.

Palavras-chave: *Sacharum* spp., aplicações de fósforo, adubo supersimples, fósforo em cobertura.

1. INTRODUÇÃO

Na atualidade, a tecnologia brasileira na utilização de biocombustíveis é reconhecida internacionalmente. A cana-de-açúcar apresenta-se com grande potencial no que se refere a esse setor. Em virtude do aumento dos custos do petróleo é elevada a demanda por fontes renováveis de energia e a busca pela mitigação das emissões de CO₂ na atmosfera.

O cultivo de cana-de-açúcar tem-se evidenciado como uma importante solução para matriz energética nacional, principalmente por seu grande potencial na produção de etanol e seus subprodutos. Deste modo, vêm sendo realizados grandes esforços e investimentos em tecnologia com o objetivo de elevar e aprimorar a produtividade da cultura.

Por tratar-se de uma planta C4, a cana-de-açúcar apresenta grande eficiência na transformação de energia luminosa em energia química, gerando elevado volume de biomassa. Contudo, seu desenvolvimento pode sofrer influência de diversos fatores, tais como, solo, clima, disponibilidade de água e ataque de pragas e doenças.

A adubação fosfatada na cana-de-açúcar é grandemente reconhecida como uma prática satisfatória para elevar a produtividade dos canaviais, principalmente em solos brasileiros que em geral são deficientes em fósforo. São diversas as vantagens decorrentes da aplicação de fósforo na cultura, como maior produtividade da cana, maior perfilhamento (mais colmos por metro linear de sulco), ampliação do sistema radicular, armazenamento de energia e elevação do teor de sacarose.

2. OBJETIVO

Objetivou-se com este trabalho avaliar a influência do fósforo sobre características agronômicas em cana-de-açúcar, cultivar RB 867515, na Fazenda Água Limpa (FAL-UnB).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. A cana-de-açúcar

3.1.1. Classificação botânica, origem e evolução

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

3.1.2. Importância econômica

Na história do Brasil a cana-de-açúcar sempre se apresentou como um dos principais produtos agrícolas, e na atualidade o país possui mais uma vez a principal colocação no ranking mundial da cultura. O potencial produtivo nacional é favorecido uma vez que a o setor brasileiro é tecnicamente qualificado, possui os menores custos de produção do mundo, e ainda possui significativa capacidade de ampliação da produção (RODRIGUES, 2010).

Com base em um progresso tecnológico espetacular, fomentado pela criação do programa Proálcool em 1975, o setor sucroalcooleiro brasileiro obteve grande avanço na produção e produtividade da cana-de-açúcar (SANTOS; BORÉM, 2016; LEITE, 1987). Com tal fomento do governo o Brasil alcançou o patamar de maior produtor mundial de cana-de-açúcar, açúcar e álcool no fim do século XX (BASALDI et al., 1996).

Na atualidade, a cana-de-açúcar constitui-se como uma das culturas agrícolas de maior importância para o país, utilizada como insumo na produção de açúcar, álcool, e alimentação animal (IBGE, 2012).

A cultura da cana-de-açúcar mostra larga importância para o agronegócio brasileiro. A indústria sucroalcooleira corresponde com aproximadamente 2% das

exportações nacionais, além de empregar 6% dos funcionários no setor agroindustrial brasileiro e participa de modo eficiente no avanço do mercado interno de bens de consumo (BOLOGNA-CAMPBELL, 2007).

A cadeia produtiva da cana-de-açúcar possui elevada importância para o agronegócio brasileiro. O panorama econômico para a produção de etanol combustível oriundo de cana-de-açúcar obteve melhoras com o incremento na demanda por energias limpas e sustentáveis. Isso fomentou maiores investimentos no setor, logo superior geração de renda e mais empregos (CEPEA, 2011).

De acordo com informações do Programa da Cana-de-açúcar - PROCANA, O setor sucroalcooleiro responde por cerca de 1,76% do PIB nacional, conforme levantamento da safra de 2008/2009. Além disso, tal setor caracteriza-se por ter alta empregabilidade no país, fornecendo em torno de 4,5 milhões de empregos diretos e indiretos, possui mais de 373 usinas e destilarias, em operação ou projeto e agrega mais de 72.000 produtores rurais (RODRIGUES, 2010).

O PIB gerado pela cadeia produtiva da cana-de-açúcar comprova a importância desse setor na geração de renda à economia brasileira, no qual as atividades com maior destaque são o processamento e serviços. A cadeia da cana-de-açúcar em 2001 foi responsável pela geração de R\$ 35,3 bilhões, alcançando R\$ 65,8 bilhões em 2009, tendo, portanto, um crescimento real na ordem de 86,1% nos nove anos avaliados, ou seja, 8,1% ao ano, em média (CEPEA, 2011).

No Brasil o complexo agroindustrial do açúcar e álcool gera, em produto final, 10 bilhões de dólares a cada ano e contribui no sequestro de 20% do carbono emitido na atmosfera pelo setor de combustíveis fósseis (RODRIGUES, 2004).

De acordo com o 2º levantamento de safra realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento em agosto desse ano (CONAB, 2017), a área cultivada com cana-de-açúcar que será colhida e destinada à atividade sucroalcooleira na safra 2017/18 está estimada em 8.766,5 mil hectares. O estado de São Paulo é o maior produtor com 51,4% (4.509,2 mil hectares), seguido por Goiás com 10,6% (930,8 mil hectares) e Minas Gerais com 9,4% (825,5 mil hectares). Nos demais estados produtores como Mato Grosso do Sul, Paraná, Alagoas, Pernambuco, Mato Grosso entre outros, a soma das representações é significativa e acima dos 25%.

Ainda de acordo com o 3º levantamento da CONAB, a produtividade média brasileira está estimada em 73.728 kg/ha, 1,5 % maior que na safra 2016/17, que foi

de 72.623 kg/ha. A atual previsão do total de cana-de-açúcar para ser moída na safra 2017/18 é de 646,4 milhões de toneladas, com diminuição de 1,7% em relação à safra 2016/17, que foi de 657,2 milhões de toneladas, o que significa que a quantidade a ser moída deve ser 10,8 milhões de toneladas a menos do que na safra anterior. A previsão de moagem de cana para a produção de açúcar é de 310,8 milhões de toneladas, enquanto que para a produção de álcool, 368,0 milhões de toneladas de cana, para a produção de 26,12 bilhões de litros de etanol, 6,1% menor que a produção da safra 2016/17, sendo de 27,81 bilhões de litros de etanol.

Foram contabilizados no setor sucroenergético nacional 1.283.258 empregos formais até o ano de 2008, dos quais 17,7% na produção de etanol, 37,5% em atividades de cultivo e 44,8% na produção e refino de açúcar. Também foi estimado cerca de 3,85 milhões de pessoas empregas indiretamente (UNICA, 2010).

O setor sucroalcooleiro brasileiro é tido como referência para outros países em função da utilização de resíduos na geração de energia e em virtude dos reduzidos custos de produção de álcool e açúcar (BRASIL, 2012).

O Brasil participa com 44% do comércio de açúcar no mundo (CONAB, 2011) e foi o maior produtor mundial de cana-de-açúcar em 2009, isso corresponde a 40,42% da produção, atrás desse a Índia e China (FAO, 2009). Além disso, conforme o Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (DIEESE, 2012), 2,3% do PIB nacional é gerado pelo setor sucroalcooleiro.

3.1.3. Aspectos climáticos e ambientais

As condições edafoclimáticas exercem grandes influências no desenvolvimento da cultura de cana-de-açúcar. Muitos são os fatores que podem influenciar a brotação da cana, sendo eles, precipitação pluviométrica, temperatura, umidade relativa e horas de brilho solar. Estes são importantes condicionantes climáticos e atuam sobre o comportamento fisiológico da cultura no tocante as seguintes características: metabolismo de crescimento e desenvolvimento dos colmos, florescimento, maturação e produtividade (MELO et al., 1999).

Conforme Magro et al. (2011), a temperatura exerce grande influência no crescimento dos colmos. O crescimento torna-se ereto em temperaturas abaixo de 25 °C. O crescimento é quase nulo em temperaturas abaixo de 20 °C. Tendo em vista temperaturas máximas, acima de 35 °C o crescimento seria demorado e não teria

crescimento acima de 38 °C, logo a faixa ideal para o crescimento de colmos de cana de açúcar seria por volta de 25 ° C e 35 ° C, sem se esquecer de estabelecer relações entre a temperatura com a radiação solar, sobretudo, nos primeiros estádios de desenvolvimento da cultura. Ocorre em decorrência da expansão relativa da razão de área foliar o aumento da fase juvenil, isto em situações de períodos de recepção de elevada radiação solar.

Para alcançar elevada produção de sacarose, a planta necessita de umidade e temperatura adequadas, para possibilitar o crescimento máximo na fase vegetativa, logo depois se deve haver limitação hídrica ou térmica para propiciar o acúmulo de sacarose no colmo da planta na época de colheita. A condição mais propícia para o crescimento da cultura da cana-de-açúcar ocorre quando se têm um período quente e um período úmido de radiação solar intensa durante seu desenvolvimento (ALFONSI et al., 1987).

No que se refere à radiação solar, sendo a cana-de-açúcar uma planta do tipo C4, possui elevada eficiência fotossintética. Quanto mais elevada a intensidade luminosa, maior será a realização de fotossíntese pela planta, logo seu desenvolvimento e acúmulo de açúcares também serão maiores (BRUNINI, 2008).

O relevo, a geologia e a geomorfologia exercem influência sobre características pedológicas e interferem diretamente no manejo cultural, levando-se em consideração a fertilidade do solo, além de todos os aspectos ligados a mesma (MELO et al., 1999). Além disso, de acordo com Magro et al. (2011) a correlação entre os teores das frações areia, silte e argila influenciam a estrutura física, coesão e estabilidade do solo, juntos tais fatores causam interferência na resistência da camada superficial do solo a ruptura causada pela emergência dos brotos primários de cana-de-açúcar.

3.1.4. Aspectos agronômicos

A cana-de-açúcar é uma planta monocotiledônea, alógama e perene. Pertence à família Poaceae e tem provável centro de origem as regiões da Indonésia e Nova Guiné. As cultivares modernas são híbridos interespecíficos, participando em suas constituições genéticas as seguintes espécies, *Saccharum officinarum*, *S. spontaneum*, *S. sinense*, *S. barberi*, *S. robustum* e *S. edule* (JADOSKI et al., 2010).

Geralmente seu perfilhamento ocorre de forma proeminente no estágio inicial decrescimento, associado ao acentuado desenvolvimento do sistema radicular

fasciculado. Subseqüentemente, ocorre a fase de crescimento, com elevada acumulação de matéria seca, na parte aérea e também no sistema radicular, por fim ocorre a maturação, momento em que se verifica o acúmulo sacarose nos colmos. Todavia, são diversos fatores que ocasionam a inibição ou propiciam o desenvolvimento da cultura (OLIVEIRA et al. 2004; IDO et al. 2006).

A cana-de-açúcar mostra uma elevada taxa de acumulação de biomassa em virtude de suas altas taxas fotossintéticas, podendo alcançar até 100 mg de CO₂ fixado por dm² de área foliar por hora, (SEGATO et al., 2006; DIOLA; SANTOS, 2010) tendo em conta que a eficiência fotossintética da cana é influenciada pelas características das variedades (RODRIGUES, 1995).

De acordo com Câmara (1993), as primeiras cinco folhas da região apical apresentam a maior eficiência no processo fotossintético, considerando-se colmos morfológica e fisiologicamente maduros.

A cana-de-açúcar tem seu desenvolvimento em formato de touceira. Sua parte aérea é composta de colmos (caule típico de gramíneas), folhas, inflorescências e frutos. Já sua parte subterrânea é constituída de raízes e rizoma (caules subterrâneos, espessos, abundantes em reservas, compostos por nós e entrenós e de crescimento horizontal), estes são responsáveis pela formação dos perfilhos na touceira (SEGATO et al., 2006).

São diversos os fatores que influenciam o perfilhamento, tais como, temperatura, umidade do solo, espaçamento, práticas de fertilização, variedade e luz, sendo o último o de maior importância, dado que é indispensável para planta iluminação apropriada em sua base para ativar as gemas basais. Gira entorno de 30 °C, a temperatura considerada adequada para o perfilhamento, ao passo que temperaturas inferiores a 20 °C atrasam a fase de perfilhamento (DIOLA; SANTOS, 2010).

No plantio para fim comercial, a propagação é feita de forma assexuada, por meio de colmo cortado em pedaços com cerca de trinta centímetros. O sistema radicular inicia seu desenvolvimento logo após plantio. Situadas na base do nódulo, as gemas, são meristemas embrionários laterais e se conservam inativas simultaneamente a dominância apical, em decorrência da produção de auxinas. Em condições oportunas, tais gemas iniciam o seu desenvolvimento. Isso acontece no decorrer de cerca de um mês após a brotação. A planta jovem se mantém por meio

da reserva existente no colmo no solo e utilizando parcialmente a água e nutrientes fornecidos pelas raízes primárias, cada gema pode gerar um colmo principal de uma touceira (MAGRO et al., 2011).

Também denominado de colmo, o caule, trata-se de um órgão de reserva, envolvido por folhas alternadas. Seu diâmetro pode variar de um centímetro a muitos centímetros, podendo ser ereto ou decumbente. As touceiras podem ser densas ou ralas, isso varia conforme com a quantidade de colmos que cada uma possui (SEGATO et al., 2006; DIOLA; SANTOS, 2010).

A folha da cana-de-açúcar é composta de duas partes: bainha e limbo. A bainha é fixa, sustentando a folha no caule, envolvendo totalmente o talo, se estende ao menos por um entrenó completo e, conforme a variedade, a bainha pode ser coberta por pelos denominados de joçal. As folhas são dispostas em duas fileiras em lados contrários do caule, inserindo-se nos nódulos. O limbo foliar apresenta uma nervura central desenvolvida dividindo-o na metade longitudinalmente, possui diversas nervuras secundárias arranjadas paralelamente de ambos os lados, além disso, é serrilhado. (SEGATO et al., 2006; DIOLA; SANTOS, 2010).

O processo de maturação da cana-de-açúcar começa pelos internódios basais do colmo, podendo ser influenciado por fatores como o clima, solo, práticas culturais e variedade. É essencial que ocorra um déficit térmico ou hídrico com o intuito de influenciar a cana-de-açúcar entrar em maturação, se isso não ocorrer ela continuará vegetando, não acumulando sacarose (DELGADO; CÉSAR, 1977) citado por Vieira (2008).

A maturação conclui-se no momento em que a capacidade de acúmulo de sacarose é atingida, sendo esta inerente a cada variedade. Por conta de seus aspectos de maturação ser sazonais, a indústria retira o caldo no momento o qual as variedades apresentam melhor grau de maturação, isto é, em geral no período mais seco do ano (VIEIRA, 2008).

3.1.5. Fases da cultura

De acordo Diola e Santos (2010), logo depois do plantio, começa o processo de desenvolvimento das gemas. A brotação ocorre no solo entre 20 e 30 dias depois do plantio, sendo seu princípio indicado por um acelerado crescimento na taxa de respiração, e o começo do fluxo de substâncias diretamente para as regiões de crescimento da planta. Logo depois da brotação começa-se a geração do sistema radicular e a emergência dos primeiros perfilhos, logo depois os secundários e assim sucessivamente.

O início a fase de perfilhamento dar-se, em média, 40 dias depois do plantio, sendo capaz de perdurar em até 120 dias. Nesse estágio acontecem processos fisiológicos de ramificação subterrânea das juntas nodais compactas das raízes primárias. Em virtude da fase de perfilhamento, a cultura mostra a quantidade colmos suficiente para garantir uma boa produção. O stand máximo de perfilhos é atingido entre 90 e 120 dias depois o plantio (DIOLA; SANTOS, 2010).

O crescimento dos colmos trata-se da fase de maior importância para o cultivo. Seu início ocorre aproximadamente 120 dias depois do plantio, indo até 270 dias (em um cultivo de 12 meses). Nesse período o desenvolvimento das folhas acontece de modo rápido e frequente. Fertilização, calor, umidade, irrigação e condições solares propícias são fatores que beneficiam o desenvolvimento. A fase de maturação da cultura ocorre entre 270 e 360 dias depois do plantio. Ao longo dessa fase acontecem a produção e o acúmulo de açúcar, por esse motivo ocorre uma considerável redução do crescimento vegetativo. Ao passo que acontece a fase de maturação, açúcares simples (monossacarídeo, frutose e glicose) são transformados em sacarose. A maturação da cana-de-açúcar acontece de baixo para cima, desse modo a parte inferior possui teor mais elevado de açúcar do que a parte superior (DIOLA; SANTOS, 2010).

3.2. Desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea

Segundo Casagrande e Vasconcelos (2008), a compreensão do sistema radicular da cana-de-açúcar e da dinâmica do seu desenvolvimento é o princípio para a utilização de técnicas de manejo cultural, de modo a potencializar a expressão da capacidade produtiva.

As funções primordiais do sistema radicular são promover a sustentação da planta, absorção e condução de água e nutrientes, manutenção de reservas e defesa. A eficiência dessas funções está sujeita a vários mecanismos fisiológicos e influi diretamente sobre algumas características vegetais, tais como, tolerância à deficiência hídrica, capacidade de brotação e perfilhamento, estatura da planta, resistência ao movimento de máquinas, eficiência na assimilação de água e nutrientes, tolerância ao acometimento por pragas e parasitas do solo, entre outras. A produtividade final resulta desse conjunto de fatores (CASAGRANDE; VASCONCELOS, 2008).

As raízes primárias originadas depois do procedimento de plantio desenvolvem-se a partir da região radicular dos colmos plantados, estes por sua vez cedem suas reservas para a divisão e crescimento celular caso tenha água disponível e temperatura apropriada no solo. A penetração de água nos colmos plantados induz a mobilização de enzimas que regulam a divisão, diferenciação e crescimento das células que dão origem as raízes (CASAGRANDE; VASCONCELOS, 2008).

De acordo com Dillewijn (1952) *apud* Penatti (2013) a cana-de-açúcar possui três tipos básicos de raízes: raízes superficiais, ramificadas e absorventes; raízes de fixação, mais profundas; e raízes cordão, que podem alcançar até seis metros de profundidade.

É interessante ressaltar ainda que as raízes que possuem sua origem dos colmos recém-plantados, denominadas superficiais apresentam a função de fornecer água e nutrientes do solo aos perfilhos recém brotados. O desenvolvimento das gemas começa logo depois, e os brotos começam a lançar raízes de sua base e, conforme os perfilhos crescem e tornam-se colmos, amplia-se a função dessas raízes no que se refere à absorção e sustentação da planta, ao passo que as raízes primárias que saíram da região do nó do colmo têm a tendência de desaparecer (EVANS, 1935 *apud* CASAGRANDE; VASCONCELOS, 2008).

As chamadas raízes de cordão são capazes de crescer no período de estabelecimento da cultura como também em soqueiras. São as raízes emitidas da base dos perfilhos ou brotos que ocorrem em períodos de proeminente desenvolvimento ou restabelecimento do sistema radicular. A princípio, tais raízes mostram poucas ramificações, porém conforme vão se tornando mais profundas, as regiões perto da base da planta vão emitindo ramificações e gradualmente, expandido até as extremidades. Sendo assim, são as raízes que alcançam condições mais

favoráveis para o desenvolvimento em profundidade e possui elevada relevância na exploração de camadas subsuperficiais do solo e absorção de água em períodos de possível escassez de água (CASAGRANDE; VASCONCELOS, 2008).

Em trabalho efetuado por Casagrande (1991), averiguou-se que conforme as situações climáticas e do solo, por volta de 90 dias depois do plantio o sistema radicular em sua totalidade acha-se distribuído nos primeiros 30 cm do solo.

Contundo de acordo com Casagrande e Vasconcelos (2008) a velocidade do crescimento radicular e a distribuição em profundidade está profundamente associado ao genótipo, à idade da planta, às condições físico-químicas do solo e à disponibilidade de água. Desse modo não se pode assegurar que exista uma padronização da distribuição ou uma percentagem em cada profundidade, já que o sistema radicular é dinâmico e verifica-se elevada variabilidade nas proporções de raízes nas camadas do solo, no decorrer dos vários períodos de desenvolvimento da cultura.

Entre os agentes que influenciam o desenvolvimento das raízes, podem-se citar os seguintes, fatores genéticos; fatores físicos do solo especialmente a compactação, disponibilidade de água e textura; fatores químicos; fatores climáticos tais como, precipitação pluviométrica e temperatura; e fatores biológicos (VASCONCELOS; CASAGRANDE, 2008).

A parte aérea é constituída por colmos, caule peculiar das gramíneas, folhas, inflorescências (conjunto de flores organizadas em haste) e frutos (SILVA; SILVA, 2012).

O colmo é composto por nós e entrenós (internódios). Em cada nó existe uma gema que é arranjada de forma alternada ao redor do colmo. As gemas são protegidas pela bainha foliar, que é presa com firmeza ao internódio (ORLANDO FILHO; 1983).

A planta madura de cana de açúcar possui uma superfície foliar superior total em média de 0,5 m² e a quantidade de folhas verdes por talo gira em torno de dez, de acordo com a variedade e condições de crescimento (CASAGRANDE, 1991).

A cana-de- açúcar, ante determinadas condições de fotoperíodo, temperatura e umidade, floresce lançando uma panícula ou flecha. Apesar de ser uma característica interessante para o melhoramento, é um fenômeno indesejável em áreas comerciais, posto que ocasiona perdas em teor de sacarose nos colmos (ORLANDO-FILHO; 1983).

O fruto, derivado da fecundação da flor de cana-de-açúcar possui dimensões em torno de 1,5 por 0,5 mm, exibindo na região do seu embrião uma depressão (SILVA; SILVA, 2012).

3.3. Importância do fósforo no desenvolvimento da cana-de-açúcar

O fósforo, de forma direta ou indireta, faz parte de um elevado número de processos metabólicos no ciclo de vida da planta, por exemplo, armazenamento de energia (ADP e ATP), desdobramento de açúcares na respiração e provedor de energia através do ATP, mostrando-se como o composto chave no metabolismo energético. Sendo o fosfato indispensável na síntese de vários compostos fosforilados, a escassez deste nutriente ocasiona distúrbios graves e imediatos no metabolismo e também no desenvolvimento das plantas (ORLANDO-FILHO; 1983).

O fósforo possui a propriedade de ampliar a eficiência de uso da água pela planta, assim como assimilação e utilização de outros nutrientes, oriundos do solo ou do adubo, colaborando para elevar a resistência da planta a certas doenças, suportar baixas temperaturas e déficit hídrico (PENATTI, 2013).

Segundo Orlando-Filho (1983) a deficiência de fósforo é verificada inicialmente nas folhas mais velhas da planta. Assim como a falta de nitrogênio, a carência de fósforo também acarreta problemas ao perfilhamento, repercutindo em baixo “stand da cultura”. Os internódios ficam curtos e o colmo com menor tamanho. As folhas ficam estreitas podendo exibir pigmentação verde escura ou azulada. Tornam-se cloróticas as folhas mais velhas, secando e morrendo a partir da ponta e por toda a extensão das margens.

De acordo com Silva e Casagrande (1983) *apud* Penatti (2013), apesar de aplicarem grandes quantidades de fertilizantes fosfatados em cana-de-açúcar, o fósforo é o macronutriente extraído em menor quantidade pela planta, sendo a ordem decrescente de extração, $K > N > Ca > Mg > S > P$.

A adubação fosfatada na cana-de-açúcar é largamente reconhecida como uma prática efetiva para aumentar a produtividade dos canaviais, sobretudo em solos do Brasil que geralmente são deficientes em fósforo (PENATTI, 2013).

De acordo com Ripoli et al. (2006) as principais vantagens da adubação fosfatada para a planta são: volumes superiores de fósforo em contato com o solo, ou seja, maior fixação, as raízes exploram maior volume de solo, mais elevada absorção

de água e nutrientes, melhor convívio com pragas do solo e incremento na produtividade.

A fosfatagem deve ser efetuada em solos com teores muito baixos de fósforo e em solos que possuem textura arenosa, ou seja, teor de argila menor que 30%, devendo ser aplicado em média 150 kg de P_2O_5 ha⁻¹ (PENATTI, 2013).

Segundo Santos e Borém (2016) as fontes de P_2O_5 mais recomendadas para esta prática são as que apresentam teores médios e altos de P_2O_5 solúveis em ácido (HCl), como fosfato natural reativo (30% de P_2O_5 total e 10 a 14% P_2O_5 HCl); termofosfato magnésiano (18% P_2O_5 total e 16% HCl); torta de filtro; e composto de torta de filtro + cinza + fonte de P_2O_5 ou torta + cinza + dejetos animais, principalmente aves. Para cálculo da quantidade de fosfato reativo, deve-se considerar o teor de P_2O_5 total assim como o de outras fontes com alto teor de P_2O_5 solúvel em HCl.

A absorção do fósforo ocorre mais próximo ao final do ciclo da cultura, em torno de 16 meses após o plantio, tendo isso em vista o fertilizante fosfatado é aplicado no sulco durante o plantio, devido o elemento possuir pouca mobilidade no solo (PARANHOS, 1987).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido, no período de março de 2017, na Fazenda Experimental Água Limpa (FAL - UnB) de propriedade da Universidade de Brasília, numa área de coordenadas geográficas médias de 15°56' S e 47°56' W e altitude de 1080 m. O solo da área experimental é um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO de relevo suave com 4% de declividade.

4.2. Clima

A classificação climática da região, pelo método de Köppen, é do tipo Cwa apresentando duas estações climáticas bem definidas: a estação seca, que se inicia no final do mês de abril e estende-se até setembro, e uma estação chuvosa, que se inicia em outubro e vai até meados do mês de abril. Os dados meteorológicos vigentes durante a condução do experimento são apresentados na Figura 1.



Universidade de Brasília - UnB
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV
Fazenda Água Limpa – FAL Altitude: 1080 m
Estação Climatológica Automática

Mês	Prec. total Mm	Temp. mínima °C	Temp. máxima °C	Temp. media °C	UR média %
Jan	128,0	16,1	28,9	21,6	80,0
Fev	177,2	16,5	27,5	21,0	85,2
Mar	172,8	15,9	29,2	21,5	81,4
Abr	13,6	15,9	29,2	21,5	81,4
Mai	35,6	13,1	27,5	19,6	78,8
Jun	1,6	10,9	26,5	18,2	72,3
Jul	0,0	8,3	24,6	16,3	63,7
Ago	0,0	8,9	29,9	19,2	55,0
Set	11,4	9,9	28,8	19,9	53,7
Out	47,0	13,8	31,8	22,7	57,5
Média ano	58,72	12,93	28,39	20,15	70,9
Total ano	587,2	-	-	-	-

Figura 1. Dados meteorológicos obtidos da Estação Climatológica da FAL.

4.3. Genótipo utilizado

A variedade de cana-de-açúcar empregada no trabalho foi a RB 86-7515, obtida originalmente na Universidade Federal de Viçosa – UFV que pertence à Rede Interuniversitária para Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro – RIDESA (BARBOSA; SILVEIRA, 2010). Suas características agrônômicas foram relatadas pela Canaoeste (s.d.), Andrade e Cardoso (2004) e Landell et al. (2006) como apresentando maturação média (colheita de julho a novembro), médio a alto teor de sacarose, boa brotação de soqueiras, médio perfilhamento, resistência ao acamamento, fácil despalha, ausência de joçal, pouco florescimento e chochamento/isoporização, resistência à ferrugem comum e alaranjada (*Puccinia* spp), ao carvão (*Ustilago scitaminea* Syd.), escaldadura (*Xanthomonas albilineans*) e intermediária resistência à broca do colmo/podridão. Landell e Bressiani (2008) caracterizaram a variedade RB 86-7515, em virtude do desempenho em diversos ambientes de produção, como sendo uma cultivar estável e responsiva.

4.4. Práticas culturais dentro da área experimental

O plantio da cana-de-açúcar foi realizado em uma área de sequeiro, perfazendo um total de 5 ha cultivados.

No ensaio, foram utilizados para o plantio colmos de cana-de-açúcar da variedade RB 86-7515. Os colmos foram oriundos do viveiro instalado próximo à área experimental. Na instalação do canavial foi feito o revolvimento do solo por meio de duas passagens de grade pesada, uma gradagem leve para nivelar o solo e sulcamento. Os sulcos foram abertos a uma distância de 1,5 m e com profundidade de 0,40 m. Antes do plantio dos colmos, foi feita a correção do solo com 2,0 t de Calcário Dolomítico/ha, e adubação de plantio com 120 g/m do formulado 04-14-08. Os colmos foram distribuídos “pé-com-ponta” de forma a possibilitar um estande final de 18 gemas por metro.

Em seguida, os colmos foram cortados e pulverizados, utilizando um pulverizador costal com 20 litros de capacidade, com o princípio ativo Fipronil na dose de 30 g/20 litros de água. A utilização desse inseticida teve como objetivo proteger as gemas de ataque de insetos prejudiciais à cultura. Após essa operação, os colmos foram cobertos com uma camada, de aproximadamente, 0,20 m de solo.

Após a brotação das gemas, cerca de 30 dias após o plantio, realizou-se o controle químico das plantas daninhas. Para isso, foi aplicado, por meio de um pulverizador tratorizado, os herbicidas Hexazinona+Diuron, na dose de 3,0 kg/ha e 1,5 L/ha de 2,4-D, em uma vazão da bomba de 400 L/ha. Ambos herbicidas são seletivos para a cultura da cana-de-açúcar.

Aos 85 DAB foi realizada uma adubação potássica em cobertura em toda área de cultivo. Utilizou-se a dose de 120 kg/ha de K_2O . O fertilizante utilizado como fonte de K_2O foi cloreto de potássio.

Na operação quebra-lombo, aos 90 DAB, foi realizado o controle mecânico das plantas daninhas com o auxílio de uma carpideira e incorporação da adubação potássica. Além de controlar a infestação de plantas daninhas essa operação nivela a área plantada e empurra solo nas touceiras contribuindo para melhor crescimento.

4.5. Desenvolvimento dos tratamentos experimentais

No dia 24 de março de 2017 foi realizada a demarcação da área em blocos, cada um destes possuindo três tratamentos. A área total de cada parcela foi de 60 m², sendo suas dimensões 6 m por 10 m e sua área útil de 24 m². Na determinação da área útil considerou-se as duas linhas centrais da parcela, descartando 1 m de suas extremidades e desprezou-se também as duas linhas de cada lado da bordadura. Portanto as dimensões da área útil são 3 m por 8 m.

A instalação dos três tratamentos ocorreu no dia 04 de abril de 2017 procedendo a aplicação do adubo SS em cobertura ao lado das brotações das plantas de cana. No T1 não foi aplicado o adubo, sendo utilizado como testemunha. No T2 foram aplicados 833 kg de SS/ha, para ser fornecida a dose de 150 kg de P_2O_5 /ha, considerando que o SS possui 18% de P_2O_5 . Nesse tratamento a adubação foi realizada nas linhas de forma manual, aplicando-se 1250 g de adubo a cada 10 metros lineares. No T3 foi aplicado o dobro da dose do T2, ou seja, 1666 kg de SS/ha, fornecendo 300 kg de P_2O_5 /ha. O croqui da área experimental é apresentado na Figura 2.

Distribuição do tratamentos e blocos do experimento

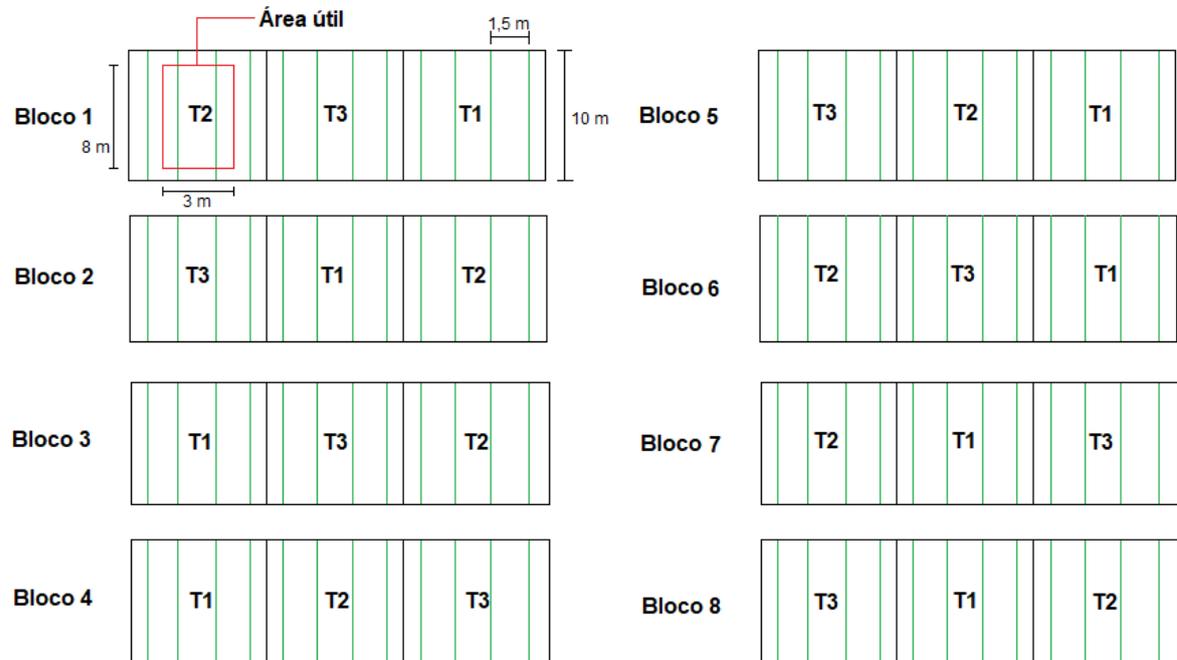


Figura 2. Croqui de identificação do experimento em campo.

4.6. Características avaliadas em campo

A avaliação de todas as características seguiu padrões frequentemente empregados em campo, utilizando-se procedimentos semelhantes para cada tratamento. As análises ou medições biométricas seguiram as informações de Landell e Bressiani (2008), sendo efetuadas dentro de cada parcela/tratamento. Foram avaliadas as seguintes características:

a) Número de perfilhos/m: foi obtido com auxílio de estaca de madeira de 2 metros posicionada do lado das linhas das plantas, contando-se todos os colmos industrializáveis de cada tratamento.

b) Comprimento do colmo: medido com o uso de trena a partir do nível solo, até a inserção da última folha. Mediu-se 10 colmos por tratamento/repetição.

c) Diâmetro da base do colmo: foram medidos com auxílio de paquímetro digital a uma altura de aproximadamente 20 cm do nível do solo.

d) °Brix¹: foi determinado com auxílio de refratômetro analógico, a quantidade de sólidos solúveis contidos na solução do caldo obtido do 2º entrenó acima do nível do solo.

4.7. Delineamento e análise estatística

O delineamento adotado foi em blocos casualizados (DBC), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade (BANZATTO; KRONKA, 1995). Os dados foram analisados pelo software “ASSISTAT”, versão 7.7 beta (SILVA, 2014).

¹°Brix, expressa a porcentagem em peso, de sólidos solúveis contidos em uma solução, como caldo de cana, xaropes e méis. O percentual ideal de Brix para a cana é $\geq 18\%$.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar os resultados da Tabela 1, observou-se que não existiram diferenças significativas ($P > 0,05$) no número de perfilhos (NP) e no comprimento do colmo (CC).

De acordo Andrade (2007) o comprimento do colmo (CC) ou altura do caule situou-se conforme recomendado. O número de perfilhos/m ficou dentro do esperado por Casagrande (1991).

A variação da temperatura do experimento situou-se dentro de uma faixa ideal (25 °C e 35 °C) que proporcionou o desenvolvimento dos colmos, concordando com a informação de Magro et al. (2011). Depois da luminosidade, a temperatura é um dos fatores de maior importância para o perfilhamento. Este se eleva conforme o aumento da temperatura, até um ponto máximo por volta de 30 °C. O perfilhamento é retardado em temperaturas inferiores a 20 °C (JADOSKI et al., 2010).

Tabela 1. Valores médios do número de perfilhos por parcela (NP), comprimento do colmo (CC), em centímetros, quanto à influência da aplicação de fósforo em cobertura na cultura da cana-de-açúcar (Agro-UnB, 2017).

TRATAMENTO APLICAÇÃO DE FÓSFORO	NP		CC	
	07/Nov	13/Set	13/Set	24/Nov
1) Testemunha	09,93 a ¹	86,25 a	86,25 a	127,49 a
2) 150 kg P ₂ O ₅ /ha	10,83 a	88,01 a	88,01 a	132,61 a
3) 300 kg P ₂ O ₅ /ha	10,04 a	82,30 a	82,30 a	125,71 a
Teste F – Tratamentos	0,89 ^{NS}	1,21 ^{NS}	1,21 ^{NS}	0,71 ^{NS}
Teste F – Blocos	0,98 ^{NS}	1,73 ^{NS}	1,73 ^{NS}	0,41 ^{NS}
DMS (Tukey 5%)	1,91	9,81	9,81	15,62
CV (%)	14,26	8,77	8,77	9,29

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

^{NS}Valores não significativos a 1% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 2 os valores para diâmetro da base (DB) e grau Brix (°Brix) não diferiram estatisticamente entre os tratamentos ($P > 0,05$). Os DB não apresentaram diferenças entre os tratamentos, mas existiu um aumento do DB entre as datas de avaliação.

Os diâmetros da base (DB) permaneceram dentro do valor esperado segundo descrito por Mozambaniet al. (2006), Segato et al. (2006) e Andrade (2007). Conforme

Barbosa e Silveira (2010) a uniformidade nos valores do DB é importante para que os colmos não se quebrem facilmente, causando prejuízo a eficiência das operações de colheita.

O °Brix possui na prática uma relação direta com o teor de açúcares do caldo (principalmente sacarose), e representa entre 18 e 25% do total do caldo, de acordo com que explicaram Segato e Pereira (2006), Segato et al. (2006), Andrade (2007), Lavanholi (2008) e Santos et al. (2013). Tais autores associam diretamente o teor de sacarose presente na solução de sólidos solúveis (Brix) com o ponto de maturação da cana. Os valores observados neste trabalho indicaram que os colmos estão acumulando açúcares por igual independente do tratamento. Como a análise do °Brix foi aos 20 cm de altura do colmo, mostra que está existindo acúmulo de açúcares no colmo, contudo, os colmos ainda não se encontram em altura para indicar a maturação completa.

Tabela 2. Valores médios do diâmetro da base do colmo (DB), em centímetros e grau Brix (°Brix), quanto à influência da aplicação de fósforo em cobertura na cultura da cana-de-açúcar (Agro-UnB, 2017).

TRATAMENTO APLICAÇÃO DE FÓSFORO	DB		°Brix
	13/Set	24/Nov	
	----- cm -----		
1) Testemunha	3,261 a ¹	3,456 a	21,63 a
2) 150 kg P ₂ O ₅ /ha	3,340 a	3,442 a	21,50 a
3) 300 kg P ₂ O ₅ /ha	3,284 a	3,449 a	21,77 a
Teste F – Tratamentos	1,23 ^{NS}	0,03 ^{NS}	0,09 ^{NS}
Teste F – Blocos	1,24 ^{NS}	0,21 ^{NS}	0,94 ^{NS}
DMS (Tukey 5%)	1,36	1,43	1,64
CV (%)	3,17	3,18	5,80

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

^{NS}Valores não significativos a 1% de probabilidade pelo teste F.

De acordo com Dillewijn (1952) a temperatura do ar influi de modo significativo no crescimento dos colmos, sendo que o perfilhamento se eleva até a temperatura de 30 °C, o mesmo verificado por Diola e Santos (2010). Planalsucar (1986) divulgou que ao passo que a temperatura média se amplia acima de 20 °C, aumentos consideráveis ocorrem no comprimento, diâmetro e número de entrenós. Segundo James (2004) o comprimento e diâmetro dos entrenós são influenciados pela umidade do solo, a

nutrição e a temperatura. Dillewijn (1952) relatou inclusive que também afeta o perfilhamento tudo aquilo que compete com a cana-de-açúcar em água, luz e nutrientes, como por exemplo, as plantas daninhas e as culturas intercalares. No período de condução deste trabalho (Figura 1), a temperatura média foi de 20,15 °C e a precipitação total foi de 587,2 mm.

Apesar das avaliações biométricas se mostrarem dentro dos padrões de diversos autores, notou-se que o grande período de estresse hídrico a qual a área experimental passou comprometeu o desenvolvimento das plantas de cana, proporcional às doses e aplicações utilizadas nos tratamentos.

Segundo Ripoli (2006) o fósforo é absorvido pelas plantas na forma de H_2PO_4^- principalmente pelo processo de difusão. Portanto pode-se inferir que não houve diferença estatística entre os tratamentos ($P>0,05$), pois o período seco ou de baixa pluviosidade finalizou-se no final do mês de outubro, iniciando-se as chuvas em novembro, talvez não havendo tempo hábil para o fósforo aplicado em cobertura ficar disponível na solução do solo e ser absorvido pelo sistema radicular da cana.

A resposta da semelhança entre os tratamentos pode ser devido a dose aplicada no sulco de plantio ter sido suficiente para a demanda da cana-de-açúcar.

6. CONCLUSÕES

Pela interpretação dos resultados pode-se concluir que:

1. Os tratamentos com diferentes doses de fósforo não apresentaram diferenças nas características biométricas para o número de perfilhos, comprimento do colmo, diâmetro da base e °Brix;
2. Independente do modo de aplicação e das doses em cobertura, em função das condições climáticas, os resultados foram semelhantes;
3. Todas as características avaliadas ficaram dentro dos padrões recomendados para a cana ano-e-meio.

7. REFERÊNCIAS

- ALFONSI, R.R. et al. Condições climáticas para cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. (Coord.). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v1. p.42-55.
- ANDRADE, L.A.B. **Cultivo da cana-de-açúcar para produção de cachaça**. Viçosa: CPT, 2007. 230p.
- ANDRADE, L.A.B.; CARDOSO, M.B. **Cultura da cana-de-açúcar**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 45p.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 247p.
- BARBOSA, V.F.A.M. Plantio. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. (Eds.). **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool - tecnologia e perspectivas**. Viçosa: UFV, 2010. p.51-71.
- BARBOSA, V.F.A.M. Sistemas de plantio. In: SANTOS, F.; BORÉM, A. (Eds.). **Cana-de-açúcar: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2013. p.27-48.
- BARBOSA, V.F.A.M.; SILVEIRA, L.C.I. Melhoramento genético e recomendação de cultivares. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. (Eds.). **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool - tecnologia e perspectivas**. Viçosa: UFV, 2010. p.313-331.
- BASALDI, O.V.; FARIA, C.A.C.; NOVAES FILHO, R. Considerações sobre a dinâmica recente do complexo sucroalcooleiro no Estado de São Paulo. **Informações econômicas**, v. 26, n.4, p.21-29, 1996.
- BOLOGNA-CAMPBELL, I. **Balanco de nitrogênio e enxofre no sistema solocana-de-açúcar no ciclo de cana-planta**. 112 p. Tese (Doutorado em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Balanco nacional da cana-de-açúcar e agroenergia**. Brasília, 2012. 139 p.
- BRUNINI, O. Ambientes climáticos e exploração agrícola da cana-de-açúcar. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agronômico, 2008. p. 205-218.
- BUSO, P.H.M; KOEHLER, H.S.; DAROS, E.; ZAMBON, J.L.C.; IDO, O.T.; BESPALHOK-FILHO, J.C.; WEBER, H.; OLIVEIRA, R.A.; ZENI NETO, H. O sistema radicular da variedade RB855536 de cana-de-açúcar no plantio em minitolete e tolete. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10, n.5, p.343-349, 2009.

CÂMARA, G.M.S. Ecofisiologia da cultura da cana-de-açúcar. In: CÂMARA, G.M.S.; OLIVEIRA, E.A.M. **Produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1993. cap.3, p. 31-64.

CANAOESTE. **Guia varietal**: características de manejo das principais variedades. Ribeirão Preto: Canaoeste, s.d. 4p. (Folder Técnico).

CARLIN, D.S.; SILVA, M.A.; ROSSETO, R. Parâmetros biométricos e produtividade de cana-de-açúcar após tombamento dos colmos. **Bragantia**, Campinas, v. 67, p. 845-853, 2008.

CASAGRANDE, A. A.; VASCONCELOS, A.C.M. Fisiologia do sistema radicular. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. cap. 4, p. 79-97.

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

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

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Relatório Final - **Desenvolvimento metodológico e cálculo do PIB das cadeias produtivas do algodão, cana-de-açúcar, soja, pecuária de corte e leite no Brasil**. São Paulo, 2011. **Disponível em**: <www.cepea.esalq.usp.br>. Acesso em: 31 out. 2017. p.24-25.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira de cana-de-açúcar safra 2011/2012, terceiro levantamento**, 2011. Brasília: CONAB, 2011. 16p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira 2017/2018 de cana-de-açúcar, segundo levantamento**, agosto/2017. Brasília: CONAB, 2017. 73p.

CRISTOFOLETTI-JUNIOR, S.C. **Fisiologia da emergência e perfilhamento em mini-toletes de variedades de cana-de-açúcar**. 2012. 92f. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, ESALQ-USP, Piracicaba, 2012.

DIEESE. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. Estudos e pesquisa: desempenho do setor sucroalcooleiro brasileiro e os trabalhadores. **Estudos e pesquisas**, São Paulo, ano 3, n. 30, 34 p., fev. 2007.

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

DIOLA, V.; SANTOS, F. Fisiologia. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. Eds.). **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool - tecnologia e perspectivas**. Viçosa: UFV, 2010. p.24-49.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro. Embrapa Solos. 2006.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>> Acesso em: 22 nov. 2017.

FARONI, C.E. **Sistema radicular de cana-de-açúcar e identificação de raízes metabolicamente ativas**. 2004. 68f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, ESALQ-USP, Piracicaba, 2004.

FIGUEIREDO, P.; LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M.P. **Cana-de-açúcar**. 6.ed. Campinas: IAC, 1995. (IAC. Boletim 200).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola – Produção 2012**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default_public_opleta.shtm> Acesso em: 25 nov. 2017.

JADOSKI, C.J.; TOPPA, B.E.V.; JULIANETTI, A.; HULSBOF, T.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Physiology development in the vegetative stage of sugarcane. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, v.3, n.2, maio/ago. 2010.

JAMES, G. **Sugarcane**. Oxford: Blackwell Science, 2004. 216p. (World Agriculture Series).

KLUTHCOUSKI, J. **Integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28p.(Circular Técnica, 38).

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map.

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

LANDELL, M.G.A.; PINTO, L.R.; CRESTE, S.; XAVIER, M.A.; ANJOS, I.A.; VASCONCELOS, A.C.M.; BIDÓIA, M.A.P.; SILVA, D.N.; SILVA, M.A. Seleção de novas variedades de cana-de-açúcar e seu manejo de produção. **Informações Agrônomicas (Encarte Técnico)**, Piracicaba, v.110, p.18-24, 2005.

LANDELL, M.G.A.; XAVIER, M.A.; ANJOS, I.A.; VASCONCELOS, A.C.M.; PINTO, L.R.; CRESTE, S. Manejo varietal em cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V.; SENE

PINTO, A.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. (Orgs.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP2, 2006. p.57- 65.

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

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

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

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

MELO, F.A.D.; FIGUEIREDO, A.A.; ALVES, M.C.P.; FERREIRA, U.M. Parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar em diferentes fundos agrícolas da região Norte do Estado de Pernambuco. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 7., 1998. Londrina, **Anais...** Piracicaba: STAB, 1999. P. 198-202.

MOZAMBANI, A.E.; SENE PINTO, A.; SEGATO, S.V.; MATTIUZ, C.F.M. História e morfologia da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V.; SENE PINTO, A.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. (Orgs.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP, 2006. p.11-18.

NÓBREGA, J.C.M.; DORNELAS, M.C. Biotecnologia e melhoramento da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V.; SENE PINTO, A.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. (Orgs.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP, 2006. p.39-56.

OLIVEIRA, R.A.; RAMOS, M.M.; AQUINO, L.A. Irrigação. In: SANTOS, F.; BORÉM, A. (Eds.). **Cana-de-açúcar**: do plantio à colheita. Viçosa: UFV, 2013. p.153-180.
ORLANDO FILHO, J. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: PLANALSUCAR, 1983. 368p.

PARANHOS, S.B. (Coord.). **Cana de açúcar**: cultivo e utilização. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1.

PENNATTI, C.P. **Adubação da cana-de-açúcar**: 30 anos de experiência. Itu: Ottoni Editora, 2013. 347p.

PLANALSUCAR. **Cultura da cana-de-açúcar**: manual de orientação. Piracicaba: IAA/Coord. Reg. Sul, 1986. 56p. (Mimeografado).

PONTES, A. **O canavial do futuro**. Revista Dinheiro Rural. 2011. Disponível em:<<http://revistadinheiro rural.terra.com.br/secao/agrotecnologia/o-canavial-do-futuro>> Acesso em: 29 out. 2017.

PRADO, A.P.A. **Perfilhamento e produção de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) em função da densidade de plantio**. 1988. 69f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, ESALQ-USP, Piracicaba, 1988.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C. Algumas considerações sobre operações de plantio. In: **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. Piracicaba: Ed. dos autores, 2006. cap. 13, p. 172-185.

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.

RODRIGUES, D.J. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. FEALQ. Botucatu:, 1995. 102 p.

RODRIGUES, L.D. **A cana-de-açúcar como matéria-prima para a produção de biocombustíveis: impactos ambientais e o zoneamento agroecológico como ferramenta para mitigação**. 59 f. Monografia (Especialização em Análise Ambiental) Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.

RODRIGUES, R. Século XXI, o novo tempo da agroenergia renovável. **Visão Agrícola**, v.1, n. 1, p. 4-7, jan./jun. 2004.

SANTOS, F.; BORÉM, A. **Cana-de-açúcar: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2016. 290p.

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

SANTOS, M.A.L. **Irrigação suplementar da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*): um modelo de análise de decisão para o Estado de Alagoas**. 2005. 100f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, ESALQ-USP, Piracicaba. 2005.

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

SEGATO, S.V.; MATTIUZ, C.F.M.; MOZAMBANI, A.E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V.; SENE PINTO, A.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. (Orgs.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP, 2006. p.19-36.

SEGATO, S.V.; PEREIRA, L.L. Colheita da cana-de-açúcar: corte manual. In: SEGATO, S.V.; SENE PINTO, A.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. (Orgs.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP, 2006. p.319-332.

SILVA, F.A.S. **ASSISTAT versão 7.7 beta**. Campina Grande: DEAG/CTRN/UFCG, 2014. (Homepage <http://www.assistat.com>).

SILVA, J. P. N.; SILVA, M. R. N. **Noções da cultura da cana-de-açúcar**. Inhumas: IFG; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012. 105 p.

SOUZA, Z.M.; PRADO, R.M.; PAIXÃO, A.C.S.; CESARIN, L.G. **Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 4, n. 2, p.249-256, 2005.

Syngenta do Brasil. **Disponível em:** <<http://www.syngenta.com/country/br/pt/produtosemarcas/Plene/Pages/Tecnologia-plene.aspx>>. Acesso em: 09 nov. 2017.

UNICA - Portal da União da Agroindústria Canavieira. **2º Relatório de Sustentabilidade 2010**. São Paulo, 2010. Disponível em: <www.unica.com.br>. Acesso em: 10 nov. 2017.

VIEIRA, R.C.A. **Avaliação de genótipos de cana-de-açúcar com potencial genético agrônomico e agroindustrial para o pontal do triângulo mineiro**. 2008. 33f. Trabalho de Graduação. Fundação Educacional de Ituiutaba - Universidade do Estado de Minas Gerais, FEIT-UEMG. Ituiutaba, 2008.