

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**EFEITO DA ADUBAÇÃO BIOLÓGICA EM CANA-DE-
AÇÚCAR ASSOCIADA A DOSES CRESCENTES DE
FERTILIZAÇÃO MINERAL**

Kaio César Raghianti

Engenheiro Agrônomo

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA

**EFEITO DA ADUBAÇÃO BIOLÓGICA EM CANA-DE-
AÇÚCAR ASSOCIADA A DOSES CRESCENTES DE
FERTILIZAÇÃO MINERAL**

Kaio César Raghianti

Orientador: Prof. Dr. Marcos Omir Marques

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

JABOTICABAL, SP.

Dezembro, 2015



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

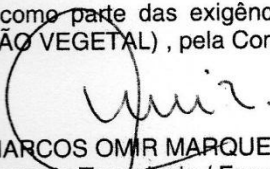
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: EFEITO DA ADUBAÇÃO BIOLÓGICA EM CANA-DE-AÇÚCAR ASSOCIADA A DOSES CRESCENTES DE FERTILIZAÇÃO MINERAL

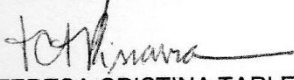
AUTOR: KAIO CÉSAR RAGGHIANI

ORIENTADOR: Prof. Dr. MARCOS OMIR MARQUES

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. MARCOS OMIR MARQUES

Departamento de Tecnologia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Profa. Dra. TERESA CRISTINA TARLE PISSARRA

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


Prof. Dr. TADEU ALCIDES MARQUES

Departamento de Agricultura / Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente/SP

Data da realização: 18 de dezembro de 2015.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Kaio César Raggianti - Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP-Jaboticabal (2012). Tem experiência na área Agronomia, com ênfase em Tecnologia do Açúcar e do Etanol, atuando principalmente nos seguintes temas: cana-de-açúcar, cultivares e qualidade da matéria-prima. Atualmente é aluno de pós-graduação com bolsa de estudo (CAPES), a nível de mestrado, pelo programa de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP-Jaboticabal, com ênfase em tecnologia da cana-de-açúcar.

Dedico...

- Aos meus pais, Sueli e Julio, e a minha irmã, Karen, que foram à base de tudo, apoiando-me nos momentos difíceis com força, confiança, amor. Ensinando-me a persistir nos meus objetivos e ajudando a alcançá-los.

- Aos meus avôs, Nice e Antonio, pelo carinho, incentivo e acreditar no meu potencial em todos os momentos.

Ofereço...

- Aos meus avôs paternos, Enid (in memoriam) e Ezzio (in memoriam), que apesar de não estarem mais presentes entre nós, estão me olhando lá de cima e com certeza estão se sentindo orgulhosos

Agradeço...

- Primeiramente a Deus, que me guiou e me deu capacidade. Que me protegeu ao decorrer de minhas viagens para casa. Deu força, paciência e coragem. E se fez presente nos momentos mais difíceis desse longo trajeto.

- Aos meus pais, Sueli e Julio, a minha irmã Karen, aos meus avós Orinice e Antonio, a todos os familiares, por entenderem a minha ausência, apoiarem, incentivarem e acreditarem em minha capacidade.

- Aos meus companheiros de mestrado, Bruno e Fernando, pelos momentos, bons ou ruins, que passamos juntos, além da grande amizade proporcionada.

- A todos os estagiários do Laboratório de Tecnologia do Açúcar e do Álcool pelo companheirismo e dedicação nas análises durante esses anos

- Ao doutor Hélio Francisco da Silva neto (Zóio), pelos bons momentos no laboratório, me guiando e transmitindo seu conhecimento, além do grande companheirismo dentro e fora da faculdade.

- Ao companheiro de laboratório Wlademir Carnevalli, por ser um grande amigo dentro e fora do laboratório.

- Ao professor José Carlos Barbosa, pela sua boa vontade e paciência, além de auxílio na confecção de trabalhos estatísticos.

- A República Ranchão e todos os seus moradores, ex moradores e agregados, pelo companheirismo e por serem verdadeiros amigos durante minha carreira acadêmica.

- Aos meu orientadores, Marcos Omir Marques e Luis Carlos Tasso Junior, pela oportunidade oferecida, além do grande companheirismo mostrado por parte de ambos

- A todas as outras pessoas que fizeram parte da minha vida nesses cinco anos e que eu não agradei acima. Muito obrigado por tudo.

Uma existência sem sonhos é como uma semente sem solo...

(Augusto Cury)

A mente que se abre a uma nova idéia jamais volta ao seu tamanho original.

(Albert Einstein)

Sumário

Resumo.....	i
Abstract.....	ii
CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais	5
1. Introdução.....	5
2. Revisão de Literatura	8
2.1. Adubação mineral.....	8
2.2. Adubação biológica	9
2.3. Composição tecnológica da cana-de-açúcar.....	11
2.3.1. Qualidade da matéria prima	12
2.4. Variáveis tecnológicas	13
2.4.1. Sólidos solúveis (Brix)	13
2.4.2. Fibra.....	14
2.4.3. Açúcares redutores (AR)	15
2.4.4. Açúcares redutores totais (ART)	16
2.4.5. Sacarose aparente (POL).....	17
2.4.6. Pureza	18
2.5. Consecana e a remuneração da cana-de-açúcar.....	19
2.6. Produção da cana-de-açúcar.....	20
3. Referências bibliográficas	21
CAPÍTULO 2 - Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar cultivada em solo acrescido de doses de adubação mineral com adubação biológica.	34
Resumo -	34
Introdução.....	34
Material e Métodos.....	36
Resultados e Discussão	40
Conclusão.....	50
Referências	50
CAPÍTULO 3 – Desempenho da cana-de-açúcar cultivada em solo com doses crescentes de fertilizantes minerais e adubação biológica	56
Resumo -	56
Introdução.....	56
Material e Métodos.....	59
Resultados e Discussão	66
Conclusão.....	81
Referências	82
CAPÍTULO 4 - Considerações Finais	90
APÊNDICE A	92
(material suplementar).....	92

EFEITO DA ADUBAÇÃO BIOLÓGICA EM CANA-DE-AÇÚCAR ASSOCIADA A DOSES CRESCENTES DE FERTILIZAÇÃO MINERAL

Resumo – Uma das alternativas para a redução da adubação mineral, sem o comprometimento da produção e produtividade da cana-de-açúcar é a utilização de adubos biológicos. O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar, em duas safras seguidas, a qualidade tecnológica, a produtividade agrícola e a rentabilidade da cana-de-açúcar, cultivada em solo que recebeu diferentes doses de fertilização mineral, associadas ou não a adubação biológica. As amostragens dos colmos de cana ocorreram na Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão da FCAV/UNESP- Jaboticabal, SP. As análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologia do Açúcar e Etanol do departamento de Tecnologia da mesma universidade. A utilização do adubo biológico não influenciou a qualidade da cana-de-açúcar nas safras estudadas, independente do nível de fertilização mineral utilizado. A combinação de adubação biológica e doses menores de adubações minerais mostrou-se efetiva, com os tratamentos utilizando 75% da adubação mineral recomendada, safra 2013/2014, e o tratamento com 0%, na safra 2014/2015, na presença do adubo biológico, mostraram maiores produtividades de ATR e, conseqüentemente, maiores rentabilidades líquidas.

Palavras-chave – produtividade; micro-organismos; CTC 15

ORGANIC FERTILIZER EFFECT ON SUGARCANE ASSOCIATED WITH MINERAL FERTILIZATION INCREASING LEVELS

Abstract – An alternative to the reduction of mineral fertilizer, without compromising sugarcane production and productivity is the use of organic fertilizers. This study was conducted in order to determine, in two consecutive crop seasons, the sugarcane technological quality, agricultural productivity and profitability, grown in soil that received different mining fertilization levels, associated with biological fertilization. Sampling of cane stalks occurred in Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão of FCAV / UNESP Jaboticabal, SP. Analyses were performed in Laboratório de Tecnologia do Açúcar e Álcool of Technology department of the same university. The use of organic fertilizer did not influence the sugarcane quality in both crop seasons, regardless of the level of mineral fertilizers used. The combination of biological fertilizer and lower levels of mineral fertilizers proved to be effective, with treatments using 75% of the recommended mineral fertilization, during crop 2013/2014, and treatment with 0% in the, during 2014/2015 crop season, in the presence of biological fertilizer, showed higher productivity of ATR and consequently higher profitability.

Keywords – productivity; microorganisms; CTC 15

CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais

1. Introdução

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) possui local de origem ainda indefinido, porém acredita-se que a cultura tenha proveniência asiática (CRESTE et al., 2008). É pertencente a família das Poaceae (gramíneas), sendo uma planta alógama, monocotiledônea, de ciclo semi-perene, pertencente a regiões de climas subtropicais e tropicais (DANIELS; ROACH, 1987).

É caracterizada por possuir um desenvolvimento em forma de touceira, podendo a planta ser dividida em parte aérea (formada por colmos, folhas, inflorescências e frutos) e outra parte subterrânea (formada por raízes e rizomas). O colmo é caracterizado pelo formato cilíndrico e constituído por nós bem marcados e entrenós distintos (SEGATO et al., 2006).

Sendo uma planta C4, a cultura possui uma alta atividade fotossintética, o que permite que seus atributos genéticos de acordo com o ambiente (COCK, 2003). É uma das culturas mais importantes do mundo, sendo a principal matéria-prima para a fabricação de açúcar e etanol, não obstante, consistindo em importante fonte de renda e geração de empregos (CAMARGO et al., 2010; KIRUBAKARAN et al., 2013).

Desde o ano de 2008, houve um grande aumento na utilização de fertilizantes minerais na cultura (Figura 1). Apesar disso, a produção brasileira de cana-de-açúcar e sua produtividade média (Figuras 1 e 2) oscilaram de acordo com os anos. Contrária a essa oscilação, a área cultivada com cana-de-açúcar se eleva a cada ano (Figura 2).

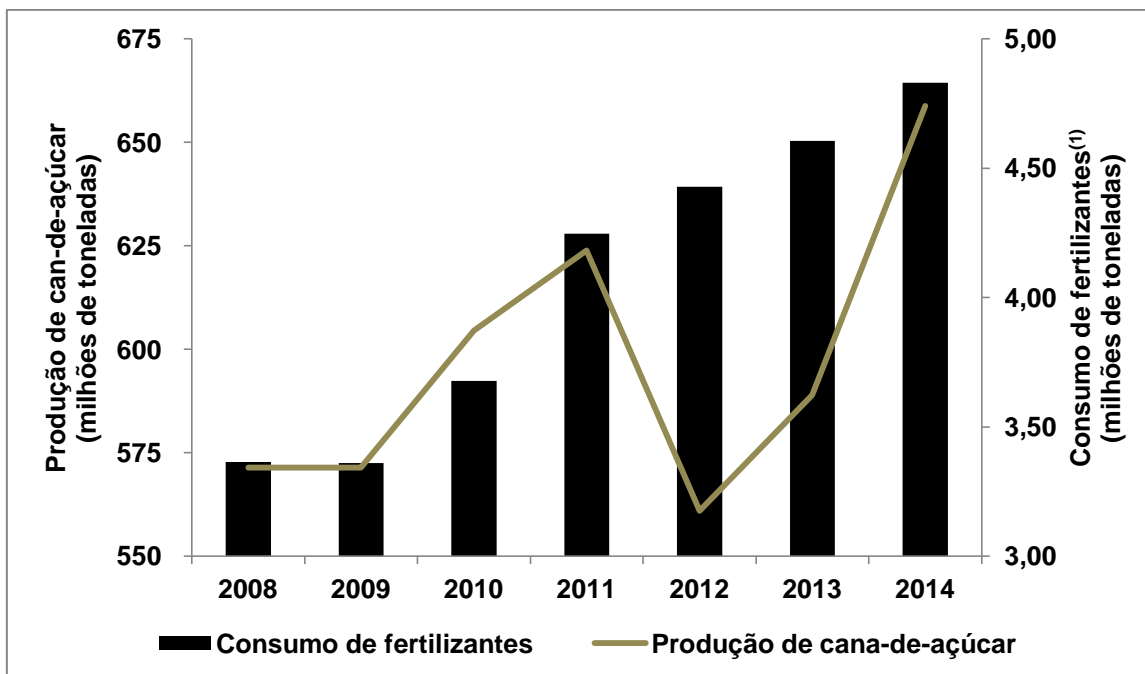


Figura 1. Produção brasileira de cana-de-açúcar e consumo de fertilizantes na cultura. (Fonte: ANDA, 2015; CONAB, 2015). ⁽¹⁾Considerando que 15% do total de fertilizantes consumidos no país foi utilizado exclusivamente na cana-de-açúcar

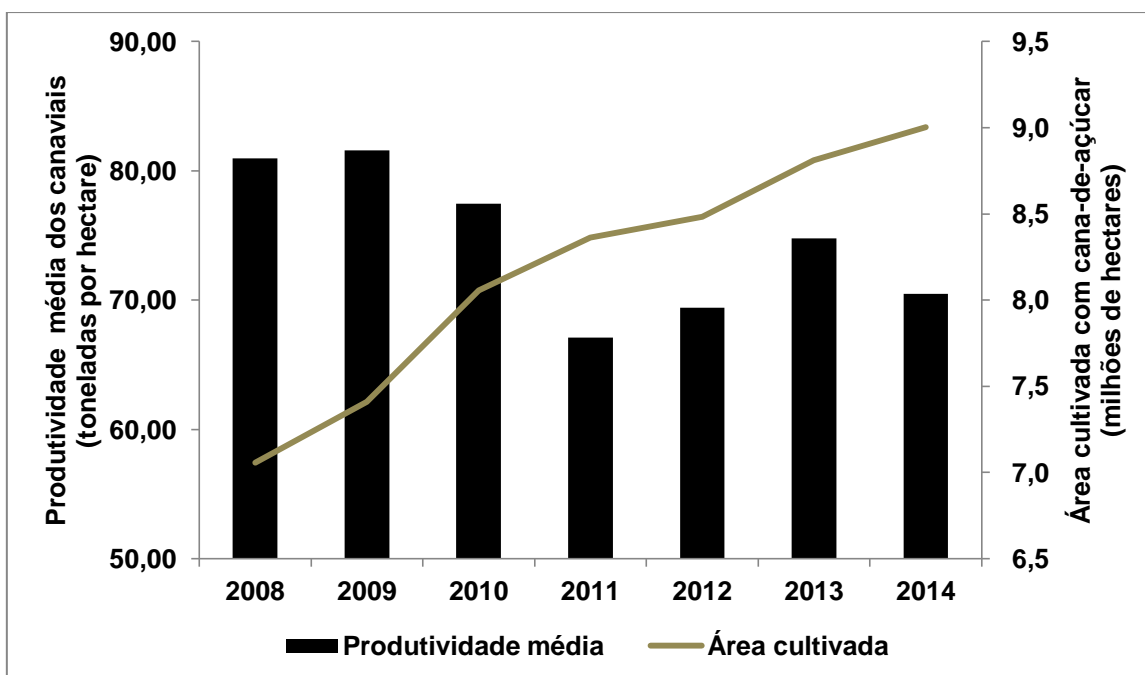


Figura 2. Produtividade média brasileira e área cultivada com cana-de-açúcar (Fonte: CONAB, 2015).

A partir de 2011, a pressão de custos vem sendo inerente à atividade agrícola relacionada a cultura da cana-de-açúcar, uma vez que o aumento no custo dos insumos, principalmente de fertilizantes minerais, devido a alta do dólar (Figura 3), reduz a margem de lucro do produtor (MICROGEO, 2015). Por essa razão, o setor procura formas de diminuir os custos com adubação mineral na cultura, de uma forma que não prejudique a produção. Cerca de 43% do custo de produção da cana-de-açúcar, por safra, é de fertilizantes minerais, influenciando diretamente a produtividade da cultura (SOCICANA, 2015).



Figura 3. Evolução do valor do Dólar americano em relação ao Real, no período de 2011 a 2015. (Fonte: ROQUE, 2015)

Uma das alternativas para a redução da adubação mineral, que por sua vez contém nutrientes naturais finitos, como o fósforo, sem o comprometimento da produção e produtividade é a utilização de adubos biológicos ou bioestimulantes vegetais (DELEITO et al, 2005). O adubo biológico, além de ser produzido a partir de uma tecnologia antiga e simples, é relativamente mais barato que o adubo mineral convencional (BELLINI et al, 2011).

2. Revisão de Literatura

2.1. Adubação mineral

A absorção de nutrientes pela cana-de-açúcar é delimitada por diversos fatores, como temperatura, radiação solar, precipitação e principalmente condições de solo (OLIVEIRA et al., 2011), contribuindo para sua produtividade e sustentabilidade ao longo dos anos (ROSSETO et al., 2008)

Muitas vezes, quando se pensa em adubação, a maior preocupação ocorre em relação às dosagens e aos custos dos fertilizantes (ROSSETTO; DIAS, 2005). Porém, é preciso ter conhecimento dos efeitos dessas dosagens em relação a qualidade da matéria prima e a produtividade da cana-de-açúcar.

A falta de nutrientes no solo pode causar um estresse prematuro na cana-de-açúcar, ocasionando a antecipação da maturação e conseqüentemente um maior acúmulo de sacarose nos colmos. Porém, ao mesmo tempo, a planta cessará seu crescimento, interrompendo o desenvolvimento vegetativo e, conseqüentemente, apresentando menor produtividade. Caso haja um excesso de nutrientes, o comportamento será inverso, com crescimento vegetativo elevado e pouco acúmulo de sacarose nos colmos (RODRIGUES, 1995).

A resposta dos solos a adubação mineral se altera ao longo dos anos, de tal forma que, áreas com cana-de-açúcar que antes respondiam bem a essa prática, hoje apresentam resultados aquém do esperado (MICROGEO, 2015).

Como reação a esse comportamento, os agricultores têm elevado as doses aplicadas, mas as respostas não se efetivam, apontando para a possível existência de problemas relacionados a absorção de nutrientes pelas plantas. O uso de fertilizantes ao longo de décadas, acaba por aumentar o aporte de nutrientes no solo, em formas que, muitas vezes, são indisponíveis às plantas (VAN STRAATEN, 2007). Também, a contínua e indiscriminada utilização de adubos minerais, somada à intensa atividade agrícola tem provocado ao longo dos anos intenso desgaste no solo, ocasionando erosão, perda de matéria orgânica e lixiviação de nutrientes, principalmente nitratos, os quais podem contaminar rios, lagos e lençóis freáticos (PIMENTEL, 1996; ZHAO et al, 2009).

Por conseguinte, a solução do solo passa a apresentar concentrações salinas elevadas, aumentando o potencial osmótico do solo. Isso reduz a absorção de nutrientes pelas plantas e diminui a taxa de sobrevivência de microrganismos, os quais produzem metabólitos capazes de liberar aos poucos os nutrientes presentes no solo (KENNEDY, 1999; FREIRE; RODRIGUES, 2005; MUNNS, 2005; SILVA et al., 2003, LAVELLE, 2000).

O uso de doses mais elevadas de fertilizantes pode ocasionar efeito contrário ao esperado, ou seja, quanto mais fertilizantes se adiciona ao solo, maior vem a ser a concentração salina na solução do solo, fazendo com que o desempenho das culturas fique aquém do esperado (SPOSITO; ZABEL, 2003; LIMA JUNIOR; SILVA, 2010).

2.2. Adubação biológica

Os adubos biológicos podem ser produzidos de forma anaeróbia ou aeróbia de compostos orgânicos de origem animal ou vegetal, aplicados no solo ou via foliar (PENTEADO, 2004). Podem apresentar altas doses de macronutrientes, micronutrientes, proteínas, enzimas, vitaminas, fenóis, ésteres e ácidos (PENTEADO, 2004; MEDEIROS; LOPES, 2006), hormônios de crescimento de plantas, os quais atuam direta e indiretamente no sistema solo-planta, além de materiais húmicos e fúlvicos (PINHEIRO; BARRETO, 1996; KELTING et al, 1997). Alguns adubos podem ainda apresentar micro-organismos sintetizadores de substâncias antibióticas fungistáticas e bacteriostáticas, controlando patógenos (PENTEADO, 2004).

A eficiência dos adubos biológicos é diretamente dependente das características dos materiais utilizados na biodigestão, do conhecimento detalhado da interação entre os micro-organismos contidos no adubo biológico e a fração mineral do solo no qual receberá a aplicação, as concentrações, formas e épocas de aplicação do referido, além das ações, benéficas ou não, ao produto final obtido (ABEDEL MONEM et al., 2001; WU et al., 2005).

Adubos orgânicos, ou biológicos, atuam não só como fonte de nutrientes e matéria orgânica, mas também promovem o aumento da biodiversidade e atividade

biológica da população microbiana do solo (ALBIACH et al., 2000). Além disso, a adição de fertilizantes orgânicos, de várias fontes conhecidas, promove uma melhoria na estruturação do solo e absorção de nutrientes devido ao maior desenvolvimento das raízes, e, por aumentarem o número de ligações químicas com alguns nutrientes (através principalmente de substâncias húmicas), podem evitar maiores perdas com desnitrificação, volatilização e lixiviação, liberando-os lentamente com o tempo de acordo com a necessidade da planta (CELIK et al., 2004; GLIESSMAN, 2001; DELGADO et al., 2002; ARSHAD et al., 2004).

A utilização de adubação biológica possibilita uma maior eficiência e, conseqüentemente, maior economia no uso de adubos minerais, já que melhora o enraizamento da cultura, aumenta a fertilidade biológica do solo, e amplia consideravelmente a produtividade da cultura e a qualidade da matéria prima. Além disso, os nutrientes previamente consumidos pela cultura poderão ser reciclados e recuperados por micro-organismos contidos no próprio adubo biológico, através de processos biológicos, melhorando todas as características do solo, podendo até representar um conceito de sustentabilidade entre a planta e o solo (FRIES; AITA, 1990; FERNANDES FILHO, 1991; WU et al., 2005; BELLINI et al., 2011).

Em combinação com a adubação mineral, a utilização de adubação orgânica, ou biológica, pode vir a melhorar em cerca de 31% a eficiência da fertilização mineral comumente empregada, reduzindo sua utilização de modo a aumentar a produtividade de diversas culturas (ABEDI et al., 2010; MICROGEO, 2015). Além disso, uma possível utilização criteriosa de proporções de fertilizantes orgânicos e mineiras pode vir a representar uma solução exequível para as restrições de fertilidade de solo, uma vez que aumenta o armazenamento de carbono no solo e diminui as perdas de nitrogênio de adubações minerais (ABEDI et al., 2010; KAZEMEINI et al., 2010; MUGWE et al., 2009; PAN et al., 2009).

Em um ensaio contendo um sistema de soja-trigo, a utilização combinada de adubo mineral e esterco bovino promoveu o aumento da matéria orgânica do solo em 47%, a concentração de nitrogênio total em 31% e a concentração de potássio trocável em 73%, em comparação a utilização apenas do adubo mineral (BHATTACHARYYA et al., 2008). A combinação em si também resultou em aumento da concentração de matéria orgânica no solo, disponibilidade de nitrogênio e fósforo

e maior produtividade de milho (ZHAO et al., 2009), além de elevar o armazenamento de carbono e diminuir as perdas de nitrogênio em solos cultivados com arroz (PAN et al., 2009).

Aubos orgânicos podem vir a revelar consequências favoráveis sobre o número de bactérias no solo, principalmente as fixadoras de nitrogênio, enquanto que adubos minerais, comumente utilizados, não mostram tal efeito. Além disso, acredita-se que adubações orgânicas podem vir a se tornar ambientalmente corretas, contrariando o que preconiza a agricultura convencional, a qual leva, através de adições excessivas de nutrientes, a uma deterioração do ecossistema (PARIONA-LLANOS et al., 2010).

A utilização de esterco bovino, como fonte de adubação biológica, com adubação mineral, promoveu o aumento da absorção de nitrogênio, fósforo e potássio pelas plantas, tanto em cana-planta (primeiro corte) como em cana-soca (segundo corte ou mais), em relação a utilização apenas do fertilizante químico (BOKHTIAR; SAKURAI, 2005).

Peres (2013), avaliando cana-de-açúcar de primeiro corte (cana-planta) cultivada em solo que recebeu diferentes níveis de adubação mineral, com o uso ou não de adubação biológica, encontrou melhores resultados quando utilizada a combinação dos dois tipos de fertilizantes.

2.3. Composição tecnológica da cana-de-açúcar

A composição tecnológica da matéria prima referente a cana-de-açúcar, é um indicador de sua qualidade. Existem vários parâmetros químicos indicando essa composição, variando de acordo com alguns fatores, como clima, ataque de pragas e doenças, tipo de solo e cultivar utilizado. Essa composição pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição tecnológica da matéria prima da cana-de-açúcar

Parâmetros	% em relação a cana-de-açúcar
Fibra	8-18%
Caldo	86-92%
Água	75-82%
Sólidos Solúveis (Brix)	18-25%
Açúcares	15,5-27%
Sacarose	12-18%
Glicose	0,2-1%
Frutose	0-0,5%
Não açúcares (impurezas)	1-2,5%
Orgânicos	0,8-1,8%
Inorgânicos	0,2-0,7%

(Adaptado de MARQUES et al., 2001)

2.3.1. Qualidade da matéria prima

O manejo agrícola e industrial feito de forma correta pode alterar a qualidade da matéria prima, levando em conta as características intrínsecas da própria planta, definindo o potencial de produção de açúcar e etanol (FERNANDES, 2003).

Pode-se relacionar a quantidade de impurezas e a pureza dos açúcares presentes a qualidade da matéria prima, podendo ser alterada de acordo com os ambientes de produção, época de colheita, etc (ALONSO, 2006).

A qualidade da matéria prima é definida pelas características físico-químicas e microbiológicas da mesma, sendo que elas afetam a recuperação do açúcar na usina e a qualidade do produto final (SEGATO et al., 2006).

Diversos fatores podem interferir na qualidade da matéria prima, tais como as características das cultivares, o meio ambiente, o ataque de pragas e doenças, a maturação e o manejo agrícola e industrial (STUPIELLO, 1992). Tais fatores podem ser divididos em intrínsecos e extrínsecos, sendo os intrínsecos aqueles relacionados com teores de fibra, sacarose e açúcares redutores, ou seja, com a composição da cana, sendo alterados de acordo com o cultivar, o tipo de solo, os tratos culturais realizados e com as variações climáticas, e os extrínsecos aqueles

relacionados com as impurezas no colmo, ou seja, quantidade de terra, presença de pedras e areia, presença de plantas invasoras, compostos produzidos por micro-organismos, etc (SEGATO et al., 2006).

A velocidade de processamento da cana na usina é bastante reduzida se a matéria prima for de baixa qualidade. Como consequência, há uma redução gradual da qualidade e da quantidade dos produtos finais produzidos, como açúcar e etanol (CLARKE; LEGENDRE, 1999).

Segundo Ripoli e Ripoli (2009), existem alguns indicadores importantes para a determinação da qualidade da matéria prima apta para o processamento (Tabela 2).

Tabela 2: Indicadores da qualidade e valores recomendados para a cana-de-açúcar

Indicadores	Valores Recomendados
Sacarose aparente (POL)	>14
Pureza	>85%
Açúcares redutores totais (ART)	>15% maior possível
Açúcares redutores (AR)	<0,8 %
Fibra	11 a 13 %

(RIPOLI; RIPOLI, 2009)

2.4. Variáveis tecnológicas

2.4.1. Sólidos solúveis (Brix)

Brix pode ser definido como a porcentagem de sólidos solúveis contidos em uma solução pura de sacarose, ou, sendo mais específico, é o teor de sacarose de uma determinada solução açucarada. Por consenso, pode-se dizer que o brix é a porcentagem aparente de sólidos solúveis presentes em uma solução açucarada impura, sendo o caldo da cana-de-açúcar um exemplo. Pode ser utilizado como parâmetro na usina, uma vez que é indicativo de maturação da cana-de-açúcar (FERNANDES, 2003).

Uma vez que o brix está diretamente relacionado com os teores de sacarose nos colmos da cana-de-açúcar, pode ser determinado de maneira simples no campo

e em laboratórios especializados, servindo como parâmetro para a avaliação do estágio de maturação dos materiais pesquisados (FRANCO, 2003).

Como a sacarose é um dos sólidos solúveis do caldo, podendo chegar a 90% do mesmo, o engrandecimento do seu teor também eleva o Brix do caldo (FRANCO, 2003).

A determinação, ou leitura do Brix, pode ser realizada com um refratômetro digital, com correção automática da temperatura para 20°C, ou focal, mas com a necessidade da correção da temperatura (SCHENEIDER, 1979)

Uma cana-de-açúcar deve apresentar, entre outros parâmetros, 18°Brix no mínimo, para que esse material seja aceito pelas unidades processadoras do Estado de São Paulo (FERNANDES, 2003), podendo, alguns materiais, chegar a 25°Brix (MARQUES et al., 2001).

Ribeiro et al., (2015), avaliando os teores de Brix em cana-planta, não encontraram diferenças significativas, utilizando dosagens maiores de fertilização mineral em relação as dosagens recomendadas para a cultura.

Peres (2013), avaliando a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar (cana-planta), cultivada em solo com doses crescentes de adubação mineral mais adubação biológica, encontrou maiores valores de Brix utilizando 75% da fertilização mineral recomenda sem a adição do adubo biológico. Além disso, no mesmo trabalho, apenas o tratamento com adubação biológica e 25% da adubação mineral mostrou um valor superior ao tratamento sem adubação biológica.

2.4.2. Fibra

A fibra da cana pode ser definida como sendo a matéria insolúvel em água contida na cana. É composta, principalmente, por moléculas de celulose, lignina, pentosana, hemicelulose, sendo responsável por várias funções na planta, como sustentação, estocagem do caldo e formação de órgãos condutores de seiva (FERNANDES, 2003).

Seu estudo é de grande importância na agroindústria canavieira, uma vez que materiais com maiores teores são mais resistentes ao tombamento e ao ataque

de pragas danificadoras de colmo, como a broca-da-cana (DINARDO-MIRANDA et al., 2008)

A quantidade de fibra na cana pode ser calculada e expressada em porcentagem (STUPIELLO, 2002), sendo que materiais com alta qualidade tecnológica devem conter teores entre 11 e 13% (DINARDO-MIRANDA et al., 2008; RIPOLI; RIPOLI, 2009)

Teores elevados de fibra na matéria-prima ocasionam menor extração de caldo pelas moendas na usina, e teores baixos propiciam menor produção de energia, comprometendo o balanço térmico da usina. Além disso, materiais com baixos teores possuem tendência ao acamamento e quebra com o vento (MARQUES et al., 2001).

Os teores de fibra são inversamente proporcionais aos teores de sacarose, e que, em condições de estresse, há um maior aumento nos teores, ocasionando uma menor alongação dos entrenós (MARQUES et al., 2008, STUPIELLO, 1999). Além disso, o teor de fibra é de extrema importância no cálculo do ATR, além de ser parâmetro para uma estimativa da produção de bagaço após a extração do caldo (MARQUES et al., 2008).

Peres (2013) avaliando a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar (cana-planta), cultivada em solo com doses crescentes de adubação mineral mais adubação biológica, encontrou maiores valores de fibra quando utilizada a adubação biológica.

2.4.3. Açúcares redutores (AR)

Açúcares redutores podem ser definidos como a quantidade de monossacarídeos, principalmente glicose e frutose, contidos na cana-de-açúcar, influenciando diretamente pureza do material, sendo que a presença desses açúcares propicia menor recuperação de sacarose na usina (FERNANDES, 2003).

Apresentam a propriedade de reduzir o óxido de cobre do estado cúprico ao estado cuproso. Além disso, os teores dos açúcares redutores tendem a diminuir ao longo da maturação da cana-de-açúcar, decorrente principalmente do maior acúmulo de sacarose pelos colmos. Esse comportamento de diminuição pode ser

considerado parâmetro para o julgamento da maturação da cana-de-açúcar, principalmente no começo da safra (FERNANDES, 2003).

São aproveitados pela planta como fonte de energia logo após serem produzidos pela reação de fotossíntese e ainda possuem extrema importância para a planta, uma vez que são os formadores da molécula de sacarose, a qual é utilizada pela planta como carboidrato de reserva (FRANCO et al., 2007).

Ainda que materiais com alta qualidade tecnológica devam apresentar quantidades baixas de açúcares redutores, Ripoli e Ripoli (2009) estipulam que uma cana-de-açúcar madura, em ponto de colheita, não deve ter teores maiores do que 0,8% de açúcares redutores, uma vez que propiciam alterações na cor do açúcar na indústria, fazendo com que haja depreciação do produto final (FERNANDES, 2003).

O aumento na quantidade de açúcares redutores na matéria prima pode ser explicado pela diminuição da densidade da cana (TASSO JUNIOR et al., 2009), fato relacionado com a isoporização do colmo, uma vez que esse fenômeno acarreta aumento no teor de fibra do mesmo (SILVA NETO et al., 2009). Além disso, o ataque da cigarrinha das raízes também pode vir a diminuir a qualidade da matéria-prima por aumento dos açúcares redutores contidos no caldo (DOMINGOS, 2003).

2.4.4. Açúcares redutores totais (ART)

Açúcares redutores totais, ou ART, é definido como o teor total dos açúcares da cana-de-açúcar mais os açúcares redutores formadores da sacarose, tendo como principais a glicose e a frutose (SILVA et al., 2003).

Possuem importante papel indicativo da maturação da cana e da eficiência do processo industrial (MATTOS, 1991), classificando o material como de alta qualidade tecnológica se presente em teores mínimos de 15% (RIPOLI; RIPOLI 2009), sendo possível a elevação dos teores destes açúcares no colmo aplicando-se doses de adubo biológico (torta de filtro) e fosfato no sulco de plantio (SANTOS et al., 2011).

A quantificação dos açúcares redutores na cana é de suma importância, uma vez que os cálculos do ATR são realizados a partir desses valores. Como o ATR (açúcar total recuperável) é usado como parâmetro no pagamento do produtor,

e a quantidade de açúcares redutores na cana influenciam na qualidade da matéria prima, pode-se dizer que os teores de açúcares redutores na cana influenciam os valores pagos aos produtores (RAGGHIANTI, 2011).

2.4.5. Sacarose aparente (POL)

A Pol pode ser definida como a porcentagem aparente de sacarose presente numa solução de açúcares, sendo sua determinação realizada através de métodos sacarimétricos (polarímetros ou sacarímetros), baseado na capacidade dos açúcares em desviarem a luz polarizada (FERNANDES, 2003).

A partir do momento em que uma cana-de-açúcar apresenta Pol acima de 14%, o material já estará apto a ser colhido, obtendo maiores ganhos com uma maior produção de açúcar e etanol (RIPOLI; RIPOLI, 2009).

Uma cana-de-açúcar deve apresentar uma Pol de, no mínimo, 14,4 % no início da safra, e 15,3% no seu transcorre, para que seja considerada madura (FERNANDES, 2003), porém materiais com Pol superiores a 13% já são considerados maduros (DEUBER, 1998).

Franco (2003) constatou que materiais que foram colhidos após atingirem o ponto de maturação, apresentaram Pol de 14,7 %, para cana-planta, e 16,7%, para cana-soca.

Pode-se ocorrer interferências na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, uma vez que em momentos com menores precipitações, ocorre um aumento significativo da Pol (TASSO JUNIOR et al., 2007).

É de suma importância conhecer os valores da Pol%Cana dos materiais estudados, uma vez que é um é considerado um importante parâmetro na determinação da qualidade da cana-de-açúcar (SEGATO et al., 2006).

Estudando os efeitos de diferentes doses de adubação potássica em soqueiras de cana-de-açúcar, Feltrin et al., (2010) encontraram valores semelhantes de Pol%Cana em todos os tratamentos. Já Pannuti et al (2013) obtiveram maiores valores da variável com o aumento nos níveis de adubação mineral nitrogenada.

2.4.6. Pureza

Pureza pode ser definida como sendo o percentual de sacarose de uma solução de sólidos solúveis (FERNANDES, 2003). Além disso, mostra o grau de maturação da cana-de-açúcar, indicando a relação entre os teores de sacarose do material com todos os outros sólidos solúveis (DINARDO-MIRANDA et al., 2008).

O teor de pureza da cana-de-açúcar é baixo quando a planta ainda não se encontra no estágio de maturação, ou seja, ainda está em fase de crescimento, fazendo com que os açúcares produzidos não sejam armazenados e sim consumidos no crescimento e desenvolvimento (STUPIELLO, 2000).

Uma cana-de-açúcar sempre apresentará teor de pureza inferior a 100%, uma vez que o teor de sacarose representa apenas um sólido solúvel dentre vários dissolvidos no caldo (DINARDO-MIRANDA et al., 2008).

Quando a pureza de uma cana-de-açúcar é considerada alta, esse material proporcionará maiores rendimentos na usina, uma vez que contem altos níveis de sacarose. Isto significa que esse mesmo material apresenta quantidades diminutas de outros sólidos solúveis, como ácidos orgânicos, aminoácidos, açúcares redutores entre outros, podendo estes comprometer a qualidade da matéria prima, através, principalmente, de alterações na cor do produto final. Ainda, materiais com pureza baixa prejudicam a recuperação de sacarose no processo industrial, impactando numa menor produção e numa menor qualidade do produto final (STUPIELLO, 2000).

Para que uma cana-de-açúcar, no estado de São Paulo, apresente condições tecnológicas adequadas para o seu processamento, deverá apresentar teores de pureza de no mínimo 80% para o início da safra, ou 85% no restante da mesma (FERNANDES, 2003; RIPOLI; RIPOLI, 2009). Apesar disso, é determinado que as usinas, ou unidades processadoras, podem valer da opção de não aceitarem carregamentos de produtores cuja pureza do caldo do material seja menor que 75% (CONSECANA, 2006).

2.5. Consecana e a remuneração da cana-de-açúcar

Antes da década de 80, o pagamento pela matéria prima era realizado, pelas usinas aos fornecedores de cana-de-açúcar, com base apenas no peso, não considerando sua qualidade (SACHS, 2007).

O critério adotado, depois de alguns anos, mostrou-se falho, apontando a existência de muitos problemas (VALSECHI, 1968). Assim, em 1983 foi publicado no Diário Oficial da União, o Ato 25, obrigando todas as usinas e destilarias com mais de três anos de funcionamento, a remuneração da cana-de-açúcar aos seus fornecedores pelo teor de sacarose (SACHS, 2007).

O sistema em si denominou-se Sistema de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose (PCTS), onde o preço da cana era fixado pelo governo a partir da pré-estabelecida “cana-padrão”, determinada pela Comissão Regional de Pagamento da cana pelo teor de sacarose de cada estado, constituído por representantes dos industriais, fornecedores e do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) (SACHS, 2007).

O CONSECANA, Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo, foi criado em 1999, no intuito de prever futuros problemas devido aos preços da cana-de-açúcar e derivados, recém liberados pelo governo. O conselho era constituído por um grupo técnico e econômico, formado por representantes do setor industrial, indicados pela União da Agroindústria do Açúcar e do Alcool do Estado de São Paulo (ÚNICA) e representantes dos produtores de cana, indicados pela Organização dos Plantadores de Cana da Região Centro-Sul do Brasil (ORPLANA), tendo como principal dever a tutelação pelo contato entre as partes (CONSECANA, 2006).

O grupo manteve a remuneração da cana-de-açúcar pelo teor de sacarose, porém com base na concentração total de açúcares (glicose, frutose e sacarose) recuperáveis no processo industrial, denominados açúcares totais recuperáveis (ATR), expressos em quilograma por tonelada de cana (SEGATO et al., 2006). Esta variável tecnológica é avaliada de acordo com os preços do açúcar e etanol praticados pelas usinas nos mercados internos e externos (CONSECANA, 2006).

Por consequência, o produtor é encorajado a produzir e entregar materiais com maior qualidade tecnológica ao invés de apenas grandes quantidades (LEME FILHO, 2005).

Avaliações tecnológicas são realizadas objetivando mensurar a qualidade da matéria prima proveniente do campo. Amostragens são realizadas em todos os caminhões que adentram na usina, no intuito de quantificar os açúcares presentes. (SILVA, 2007).

Avaliando os efeitos de dois níveis de adubação mineral em cana-planta, Ribeiro et al (2015) não constatou alteração nos valores de ATR entre os níveis estudados. Já Pannuti (2012), observou menores valores de ATR quando utilizada doses maiores de adubação mineral nitrogenada, em seu trabalho.

2.6. Produção da cana-de-açúcar.

A produção e produtividade da cana-de-açúcar é intimamente dependente da fertilização mineral no solo, dentre outros fatores (ROSSETO et al., 2008), sendo que a cultura ainda responde bem a dosagens maiores de fertilizantes (RODRIGUES, 1995; ROSSETO;DIAS, 2005).

Solos férteis podem sustentar um número maior de cortes entre os ciclos de reforma do canavial, mantendo uma boa produtividade ao longo dos anos, prolongando a idade do canavial (ROSSETO et al., 2008).

A produtividade se reduz, gradativamente, a cada corte, sendo que as diferenças entre a produtividade da cana planta e da primeira soqueira são bem maiores que as diferenças encontradas entre o 5º e o 6º corte, devido a grande quantidade energia gasta para a rebrota a cada ano (ROSSETO; DIAS, 2005; ROSSETO et al., 2008).

O solo fornece o suporte para fornecimento de nutrientes para a planta e, existem ocasiões em que o mesmo não apresenta nutrientes na quantidade necessária para o pleno desenvolvimento da cultura, ressaltando a importância da adubação (AZEVEDO, 2002)

Avaliando os efeitos de doses crescentes de fertilização mineral nitrogenada em soqueiras de cana-de-açúcar, Fortes et al., (2013) encontraram maiores produtividades agrícolas com o aumento nos níveis de adubação nitrogenada.

Ribeiro et al (2015), estudando os efeitos de 2 níveis de adubação mineral em cana-de-açúcar, não observaram diferenças significativas entre o uso da fertilização mineral recomendada para a cultura e uma super dosagem, concluindo que a fertilização básica foi a economicamente mais viável.

Fabris et al (2013), avaliando doses crescentes de nitrogênio mineral como fertilizante em soqueira de cana-de-açúcar, concluiu que a adubação nitrogenada mineral não influenciou o desenvolvimento e a produtividade da cana-de-açúcar.

Dantas Neto et al.,(2006), em seu estudo, observou maiores produtividades agrícolas quando utilizadas doses elevadas de fertilizantes minerais em soqueiras de cana-de-açúcar, em relação a doses recomendadas.

3. Referências bibliográficas

ABEDEL MONEM, M. A. S.; KHALIFA, H. E.; BEIDER, M.; EI GHANDOUR, I.; GALA, Y. G. M. Using biofertilizers for maize production: response and economic return under different irrigation treatments. **Journal of Sustainable Agriculture** v. 19, n. 1, p.41-48, 2001.

ABEDI, T.; ALEMZADEH, A.; KAZEMEINI, S. A. Effect of organic and inorganic fertilizers on grain yield and protein banding pattern of wheat. **Australian Journal of Crop Science.** v. 4, n. 6, p.388-389, 2010. Disponível em: http://www.researchgate.net/publication/259180833_Effect_of_organic_and_inorganic_fertilizers_on_grain_yield_and_protein_banding_pattern_of_wheat. Acesso em: Set. 2015.

ALBIACH, R.; CANET, R.; POMARES, F.; INGELMO, F. Microbial biomass content and enzymatic activities after the application of organic amendments to a horticultural soil. **Bioresource Technology**, v. 75, n.1, p.43-48, 2000.

ALONSO, O. Estratégias para melhorar a qualidade da cana-de-açúcar para a indústria. In: SEGATO, S. V. et al. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP2, 2006. p.361-384.

ANDA - AGÊNCIA NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Estatísticas e indicadores**. Disponível em: <http://www.anda.org.br/index.php?mpg=03.00.00>. Acesso em: Out. 2015.

ARSHAD, M.; KHALID, A.; MAHMOOD, M. H.; ZAHIR, Z. A. Potential of nitrogen and L-tryptophan enriched compost for improving growth and yield of hybrid maize. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, v. 41, n. 1-2, p.16-24, 2004. Disponível em:http://www.researchgate.net/publication/268285411_POTENTIAL_OF_NITROGEN_AND_LTRYPTOPHAN_ENRICHED_COMPOST_FOR_IMPROVING_GROWTH_AND_YIELD_OF_HYBRID_MAIZE. Acesso em: Set. 2015.

AZEVEDO, H. M. **Resposta da cana-de-açúcar a níveis de irrigação e de adubação de cobertura nos tabuleiros da Paraíba**. 2002. 112p. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2002.

BELLINI G.; SCHMIDT FILHO E.; MORESKI, H. M. (2011) Influência da aplicação de um fertilizante biológico sobre atributos físicos e químicos do solo. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA CESUMAR, 2011, Maringá, Paraná. **Anais**. Disponível em: http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/gabriel_bellini.pdf. Acesso em: Ago. 2015.

BHATTACHARYYA, R.; KUNDU, S.; PRAKASH, V.; GUPTA, H. S. Sustainability under combined application of mineral and organic fertilizers in a rainfed soybean-wheat system of the Indian Himalayas. **European Journal of Agronomy**, v. 28, n.1, p.33-46, 2008.

BOKHTIAR, S.M.; SAKURAI, K. Effects of organic manure and chemical fertilizer on soil fertility and productivity of plant and ratoon crops of sugarcane. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 51, n.1, p.325-334, 2005.

CAMARGO, L. A.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T. Spatial variability of physical attributes of an alfisol under different hillslope curvatures. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 3 p.617-630, 2010. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832010000300003>. Acesso em: Set.2015.

CELIK, I.; ORTAS, I.; KILIC, S. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a chromoxerert soil. **Soil & Tillage Research**, v. 78, n.1, p. 59-67, 2004.

CLARKE, M. A.; LEGENDRE, B. R. Qualidade da cana-de-açúcar: impactos no rendimento do açúcar e fatores de qualidade. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**, v.17, n.6, 1999.

COCK, J. H. Sugarcane growth and development. **International Sugar Journal**, Glamorgan, v. 105, n. 1259, p. 540-552, 2003

CONAB – COMPANHIA BRASILEIRA DE ABASTECIMENTO. **Séries históricas de área plantada com cana-de-açúcar, 2005/2006 a 2015/2016**. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=&Pagina_objcmsconteudos=2#A_objcmsconteudos. Acesso em: Out. 2015.

CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CONSECANA- SP). **Manual de instruções**. Piracicaba, 2006.

CRESTE, S.; ROSA JUNIOR, V. E.; PINTO, L. R.; ALBINO, J. C.; FIGUEIRA, A. V. O. A biotecnologia como ferramenta para o melhoramento genético. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Ed.) **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 882 p. 2008

DANIELS, J.; ROACH, B.T. Taxonomy and evolution.. In Heinz, D.J. (ed.) **Sugarcane improvement through breeding**. Elsevier, Amsterdam. p.7-84, 1987

DANTAS NETO, J.; FIGUEREDO, J. L. C.; FARIAS, C. H.; AZEVEDO, H. M; AZEVEDO, C. V. Resposta da cana-de-açúcar, primeira soca, a níveis de irrigação e adubação de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 283-288, 2006. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662006000200006>>. Acesso em: Set. 2015.

DELEITO, C. S. R.; DO CARMO, M. G. F.; FERNANDES, M. C. A.; ABOUD, A. C. S. Ação bacteriostática do biofertilizante Agrobio in vitro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n. 2, p.281-284, 2005. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362005000200023>. Acesso em: Ago. 2015.

DELGADO, A.; MADRID, A.; KASSEM, S., ANDREU, L.; CAMPILLO, M. C. (2002) Phosphorus fertilizer recovery from calcareous soils amended with humic and fulvic acids. **Plant and soil**, v. 245, n.1, p. 277-286, 2002. doi: 10.1023/A:1020445710584

DEUBER, R. Maturação da cana-de-açúcar na região sudeste do Brasil. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA DA COPERSUCAR, 1988, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Copersucar, 1988. p. 33-40.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. p 221-724.

DOMINGOS, G. B. **Análise tecnológica da cana-de-açúcar simulando diferentes níveis de dano da cigarrinha das raízes (Mahanarva fimbriolata)**. 2003. 63p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2003.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF, Brasil. 412p, 1999.

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

FELTRIN, M. S.; LAVANHOLI, M. G. D. P., SILVA, H. S., PRADO, R. M. Adubação potássica na produtividade da soqueira de cana-de-açúcar colhida sem queima. **Nucleus**, Ituverava, v.7, n.1, p.307-314, 2010.

FERNANDES, A. C. **Cálculos na Agroindústria da Cana-de-açúcar**. STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos, Piracicaba, p. 240, 2003.

FERNANDES FILHO, E. I. **Relações entre algumas práticas de manejo e aplicação de biofertilizante em propriedades físicas e químicas de um latossolo vermelho-escuro álico, fase cerrado**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa- MG, Brasil 62p, 1991.

FORTES, C.; VITTI, A. C.; OTTO, R.; FERREIRA, D. A.; FRANCO, H. C. J.; TRIVELIN, P. C. O. 2013. Contribution of nitrogen from sugarcane harvest residues and urea for crop nutrition. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 70, n. 5, p. 313-320, 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162013000500005>. Acesso em: Set. 2015.

FRANCO, A. **Cana-de-açúcar cultivada em solo adubado com lodo de esgoto e vinhaça: nitrogênio no sistema solo-planta, produtividade e características tecnológicas**. 2003, 90p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2003.

FRANCO, H.C.J.; VITTI, A.C.; FARONI, C.E.; CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P.C.O. Estoque de nutrientes em resíduos culturais incorporados ao solo na reforma de áreas com cana-de-açúcar. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**, v.25, p.32-36, 2007.

FREIRE, A. L. O; RODRIGUES, T. J. D. A salinidade do solo e seus reflexos no crescimento, nodulação e teores de N, K e Na em leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Vit.). **Revista Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 6, n. 2, p.163-173, 2009.

FRIES, M. R.; AITA, C. Aplicação de esterco bovino e efluente de biodigestor em um solo podzólico vermelho-amarelo: efeito sobre a produção de matéria seca e absorção de nitrogênio pela cultura do sorgo. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 20, n. 1-2, p.137-145, 1990. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/revistaccr/index.php/RCCCR/article/view/730/727>. Acesso em: Set. 2015.

GLIESSMAN, S. R. (2001) **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2.ed. UFRGS, Porto Alegre, 653p.

KAZEMEINI, S. A.; HAMZEHZARGHANI, H.; EDALAT, M. The impact of nitrogen and organic matter on winter canola seed yield and yield components. **Australian Journal of Crop Science**, v. 4, n. 1, p. 335- 342, 2010. Disponível em: http://www.cropj.com/kazemeini_3_5_2010_335_342.pdf. Acesso em: Out. 2015.

KENNEDY, A. C. Bacterial diversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 74, n. 1, p.65-76, 1999.

KIRUBAKARAN, R.; VENKATARAMANA, S.; JAABIR, M. S. M. Effect of ethrel and glyphosate on the ripening of sugar cane. **International Journal of Chemical Technology Research**, v.5, n.4, p.1927-1938, 2013 Disponível em: http://www.sphinxesai.com/2013/VOL5_NO.4_APRIL/PDFS_VOL5_NO.4/CT=73%281927-1938%29AJ13.pdf. Acesso em: Set. 2015.

LAVELLE, P. Ecological challenges for soil science. **Soil Science**, Washington. v. 165, n. 1, p.73-86, 2000. Disponível em: http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/b_fdi_55-56/010021664.pdf. Acesso em: Set. 2015.

LEME FILHO, J. R. A. **Estudo comparativo dos métodos de determinação e de estimativa dos teores de fibra e de açúcares redutores em cana-de açúcar (Saccharum spp.)**. 2005 155p. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2005.

LIMA JUNIOR, J.A.; SILVA, A. L. P. Estudo do processo de salinização para indicar medidas de prevenção de solos salinos. **Enciclopédia Bioesfera**, Goiânia, v. 6, n.11 21p, 2010. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010c/estudo%20do%20processo.pdf>. Acesso em: Set. 2015.

MARQUES, M. O.; MARQUES, T. A.; TASSO JUNIOR, L. C. **Tecnologia do açúcar: produção e industrialização da cana de açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 166p.

MARQUES, M. O; MUTTON, M. A.; NOGUEIRA, T. A. R.; TASSO JÚNIOR, L. C.; NOGUEIRA, G. A.; BERNARDI, J. H. **Tecnologias na Agroindústria Canvieira**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2008. 319p.

MATTOS, I.L. **Determinação sequencial de frutose e glicose em materiais de relevância agroindustrial, empregando sistemas de análise por injeção em fluxo**. Piracicaba, 98p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, 1991.

MEDEIROS, M. B.; LOPES, J. S. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. **Revista Bahia Agrícola**, v. 8, n. 3, p.24–26, 2006. Disponível em: http://www.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/comunicacao05_v7n3.pdf. Acesso em: Set. 2015

MICROGEO - **Adubação biológica**. Disponível em: <http://www.microgeo.com.br/site/microgeo-adubacao>. Acesso em: Abril. 2015.

MUGWE, J.; MUGENDI, D.; KUNGU, J.; MUNA, M. M. Maize yields response to application of organic and inorganic input under on-station and on-farm experiments in central Kenya. **Experimental Agriculture**. v. 45, n. 1, p. 47-59, 2009. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S0014479708007084>

MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, v. 167, n. 3, p. 645-663, (2005).

OLIVEIRA, E. C. A.; FREIRE, J. F.; OLIVEIRA R. I.; OLIVEIRA, A. C.; FREIRE M. B. G. S. Acúmulo e alocação de nutrientes em cana-de-açúcar. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 3, p. 579-588, 2011. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902011000300002>.

PAN, G.; ZHOU, P.; LI, Z.; PETE, S.; LI, L.; QIU, D.; ZHANG, X.; XU, X.; SHEN, S.; CHEN, X. Combined inorganic/organic fertilization enhances N efficiency and increases rice productivity through organic carbon accumulation in a rice paddy from the Tai Lake region, China. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 131, n.1, p. 274-280, 2009. Disponível em:

http://www.researchgate.net/publication/222062565_Combined_inorganicorganic_fertilization_enhances_N_efficiency_and_increases_rice_productivity_through_organic_carbon_accumulation_in_a_rice_paddy_from_the_Tai_Lake_region_China._Agric_Ecosys_Environ. Acesso em: Ago. 2015.

PANNUTI, L. E. R. **Incidência de *Diatraea saccharalis* fabr., 1794 (lepidoptera: crambidae) e *Mahanarva fimbriolata* stal, 1854 (hemiptera: cercopidae), produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar em função da irrigação e da fertilização nitrogenada.** 2012, 89p. Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2012.

PANNUTI, L. E. R.; BALDIN, E. L. L.; GAVA, G. J. C.; KOLLN, O. T.; CRUZ, J. C. S. Danos do complexo broca-podridão à produtividade e à qualidade da cana-de-açúcar fertirrigada com doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 4, p. 381-387, 2013. doi: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2013000400005>>. Acesso em: Set. 2015.

PARIONA-LLANOS, R.; FERRARA, F. I. S.; GONZALES, H. H. S.; BARBOSA, H. R. Influence of organic fertilization on the number of culturable diazotrophic endophytic bacteria isolated from sugarcane. **European Journal of Soil Biology**, v. 46, n.1, p.387-393, 2010.

PENTEADO, S. R. **Adubação orgânica, preparo de compostos e biofertilizantes.** Vida Orgânica, Campinas-SP, 89p, 2004.

PERES, C. M. **Qualidade da cana-de-açúcar influenciada por bioestimulante vegetal associado a fertilização mineral.** 2013, 72p. Trabalho de graduação em Engenharia Agrônômica, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal-SP, 2013.

PIMENTEL, D. Green Revolution and chemical hazards. **Science of the Total Environment** v.18, n. 1, p. 86-98, 1996.

RAGGHIANI, K. C. **Avaliação tecnológica de diferentes cultivares de cana-de-açúcar, amostrados ao longo da safra 2009/2010**. 2011, 155p Trabalho de Graduação em Engenharia Agrônômica, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal-SP, 2011.

RIBEIRO, F. C.; SILVA, J. I. C.; SARAIVA, A. S., BARRO FILHO, C. D., ARAÚJO, R. J. T., ERASMO, E. A. L.; Cana de açúcar no cenário energético tocantinense: influência da adubação química sobre variáveis agroindustriais. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**. v.4, n.2, p.24-37, 2015. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/rber/article/view/40981>. Acesso em: Set. 2015.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. Edição dos autores. Piracicaba, 2009. 333 p.

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu. Instituto de Biociências, 1995, 69p.

ROQUE, L. A impiedosa destruição do real (números atualizados para agosto). **Instituto Ludwig von Mises Brasil**. 26 de Janeiro de 2015. Disponível em: <http://www.mises.org.br/Article.aspx?id=2018>. Acesso em: 15 set. 2015.

ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar: indagações e reflexões**. Encarte de Informações Agrônômicas, n.110, 11p. 2005. Disponível em: [http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/AD1D0D574326386683257AA1006BC3D8/\\$FILE/Enc6-11-110.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/AD1D0D574326386683257AA1006BC3D8/$FILE/Enc6-11-110.pdf).

ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F.; VITTI, A. C. Fertilidade do solo, nutrição e adubação. p. 221-237. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Ed.) **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 882 p. 2008

SACHS, R. C. C. Remuneração da tonelada de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, SP, v. 37, n. 2, 2007. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/tec5-0207.pdf>. Acesso em: Set. 2015.

SANTOS, D. H.; SILVA, M. A.; TIRITAN, C. S.; FOLONI, J. S. S.; ECHER, F. R. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 5, p. 443-449, 2011.

SCHENEIDER, F. **Sugar analysis ICUMSA methods**. Peterborough: ICUMSA, 265 p. 1979.

SEGATO, S. V.; ALONSO, O.; LAROSA, G. Terminologias no setor sucroalcooleiro In: SEGATO, S. V. et al. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP2, 2006. p. 398-400

SILVA, R. N.; MONTEIRO, V. N.; ALCANFOR, J. D.; ASSIS, E. M.; ASQUIERI, E. R. Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 337-341, 2003. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612003000300007>. Acesso em: Set. 2015.

SILVA, D. P. **Estudo econômico do período de duração da safra de cana-de-açúcar na produção de açúcar e álcool para usinas de médio porte da região Centro-Sul do Brasil**. 2007. 185f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia Mauá, Centro. Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2007.

SILVA NETO, H. F.; TASSO JUNIOR, L. C.; MARQUES, M. O.; NOGUEIRA, G. A.; CAMILOTTI, F.; ROMÁN, R. A. A. Algunas características agrotecnológicas de la caña de azúcar. IN: CONGRESO TECNICAÑA – Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 8., Cali. **Anais...** Cali: Tecnicaña 2009. p. 58 – 64.

SOCICANA - ASSOCIAÇÃO DOS FORNECEDORES DE CANA DE GUARIBA (2015). **Custo médio operacional região de Guariba/SP: Propriedade de média escala, 50 ha a 100 ha, out/nov/dez 2015.** Disponível em: <http://www.socicana.com.br/custo-de-producao>. Acesso em Jan. 2015.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. Planaltina: **Embrapa Cerrados**, 2004, 416p.

SPOSITO, G.; ZABEL, A. The assessment of soil quality. **Geoderma**, Amsterdam, v. 114, n. 3/4, p.143-144, 2003.

STUPIELLO, J.P. Produção de aguardente: qualidade da matéria-prima. In: MUTTON, M.J.R., MUTTON, M. A. **Aguardente de cana: produção e qualidade.** Jaboticabal: FUNEP, 1992. p.9-21, 93-132.

STUPIELLO, J. P.; Conversando com a cana. **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 17, n. 5, 13.p, 1999.

STUPIELLO, J. P. Pureza da cana e seu impacto no processamento. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 18, n. 3, 12p., 2000.

STUPIELLO, J. P. A. Filha da matéria prima, **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**. Piracicaba, v. 21, n. 2, 12p., 2002.

TASSO JUNIOR, L. C. **Caracterização agrotecnológica de cultivares de cana-de-açúcar (Saccharum spp.) na região centro-norte do estado de São Paulo.** 2007.

167 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

TASSO JUNIOR, L.C.; MARQUES, M. O.; SILVA NETO, H. F.; CAMILOTTI, F.; BERNARDI, J. H.; NOGUEIRA, T. A. R. Variação genotípica no florescimento, isoporização e características tecnológicas em seis cultivares de cana-de-açúcar. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 9, n. 1, 18p., 2009. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/500/50016921002.pdf>. Acesso em: Set. 2015.

VALSECHI, O. Considerações gerais relativas ao pagamento da cana-de-açúcar, face à Lei 4870, de 1/12/1965. In: VALSECHI, O.; OLIVEIRA, E. R. de; STUPIELLO, J. P.; DELGADO, A. A.; CÉSAR, M. A. A.; OLIVEIRA, A. J. de; NOVAES, F. V. **Análise em cana-de-açúcar para efeito de pagamento**. Piracicaba: ESALQ/IAA, 1968. p. 3-13.

VAN STRAATEN, P. **Agrogeology – the use of rocks for crops**. Enviroquest, Cambridge, Ontario, Canada, 2007, 426p.

WU, S. C.; CAO, Z.H.; LIB, Z. G.; CHEUNGA, K. C.; WONGA, M. H. Effects of biofertilizers containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. **Geoderma**, Wageningen, v. 125, n. 1-2, p.155-166, 2005.

ZHAO, Y.; WANG, P.; Li, J.; CHEN, Y.; YING, X.; LIU, S. The effect of two organic manures on soil properties and crop yields on a temperate calcareous soil under a wheat-maize cropping system. **European Journal of Agronomy** v. 31 n. 1, p. 36-42, 2009.

CAPÍTULO 2 - Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar cultivada em solo acrescido de doses de adubação mineral com adubação biológica.

Resumo - O setor sucroalcooleiro busca reduzir a adubação mineral em cana-de-açúcar, em virtude do alto custo dos fertilizantes, além da degradação dos solos. Uma possível solução seria a combinação de reduzidas adubações minerais combinadas com adubação biológica, melhorando ou não prejudicando a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, cultivada em solo com níveis de adubação mineral, associados ou não à aplicação de um adubo biológico, nas safras 2013/2014 e 2014/2015. O experimento foi instalado e conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, localizada no município de Jaboticabal, Estado de São Paulo. O cultivar de cana-de-açúcar CTC 15 foi utilizado, nas condições de cana-soca de 2°, 3° e 4° cortes. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 2 com 3 repetições. O primeiro fator constituiu-se dos seguintes níveis de adubação mineral, aplicados em cobertura nas duas safras em estudo: 0%, 25%, 50%, 75%, 100%, sendo, para o nível de 100%, 537 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 20-00-20. O segundo fator constituiu-se da aplicação do adubo biológico em dois níveis (0 e 300 L ha⁻¹). Em ambas as safras, a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar nos tratamentos, diminuiu com o aumento nos níveis de adubação. Os melhores resultados ocorreram com 0% da adubação mineral recomendada, e o resultados menos satisfatórios utilizando 100% da adubação mineral. A adubação biológica, combinada à redução da fertilização mineral, não influenciou nos resultados, sendo a hipótese inicialmente formulada não confirmada.

Palavras-chaves: Brix; Pol; Fibra

Introdução

No manejo da adubação em cana-de-açúcar, a maior preocupação ocorre em relação às dosagens e aos custos dos fertilizantes (ROSSETTO; DIAS, 2005).

Porém, é preciso ter conhecimento dos efeitos dessas dosagens em relação a qualidade da matéria prima.

A resposta dos solos a adubação mineral se altera ao longo dos anos, de tal forma que, áreas com cana-de-açúcar que antes respondiam bem a essa prática, hoje apresentam resultados aquém do esperado, indicando a existência de problemas relacionados a absorção de nutrientes pelas plantas (MICROGEO, 2015).

Como reação a esse comportamento, os agricultores têm elevado as doses aplicadas, mas as respostas não se efetivam, apontando para a possível existência de outros problemas. O uso de fertilizantes ao longo de décadas, acaba por aumentar o aporte de nutrientes no solo, em formas que, muitas vezes, são indisponíveis às plantas (VAN STRAATEN, 2007). Por conseguinte, a solução do solo passa a apresentar concentrações salinas elevadas, aumentando o potencial osmótico do solo. Isso reduz a absorção de nutrientes pelas plantas e diminui a taxa de sobrevivência de microrganismos, os quais produzem metabólitos capazes de liberar aos poucos os nutrientes presentes no solo (KENNEDY, 1999; FREIRE; RODRIGUES, 2005; MUNNS, 2005; SILVA et al., 2003, LAVELLE, 2000).

Uma das alternativas para a redução da adubação mineral, que por sua vez contém nutrientes naturais finitos, como o fósforo, sem o comprometimento da produção e produtividade é a utilização de adubos biológicos (DELEITO et al, 2005), sendo relativamente mais barato que o adubo mineral convencional (BELLINI et al, 2011).

Nos últimos anos, o setor sucroalcooleiro passou a exigir um fornecimento de matéria-prima com alta qualidade tecnológica, objetivando melhores produções na indústria, qualidade esta, sobretudo, particularizada pela capacidade de recuperação e concentração dos açúcares (RIPOLI; RIPOLI 2009).

Para que uma cana-de-açúcar possua uma alta qualidade tecnológica, é necessária a presença ou concentração de diversas variáveis tecnológicas, tanto no caldo como na própria cana, sendo essas variáveis dependentes dos tratamentos culturais empregados, dentre outros fatores (SEGATO et al., 2006; MARQUES et al., 2008).

Sendo assim, o objetivo da presente pesquisa foi avaliar os efeitos da adubação biológica na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, cultivada em solo com doses de adubação mineral.

Material e Métodos

O experimento foi instalado e conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, localizada no município de Jaboticabal, Estado de São Paulo, a uma altitude média de 575 metros do nível do mar, com as seguintes coordenadas geográficas: 21° 15' 22''S e 48° 18' 58'' WG. O clima foi classificado como Aw - subtropical-mesotérmico, com verão úmido e inverno seco, de acordo com classificação de Koppen-Geiger, apresentando uma pluviometria média de 1.405,2 mm por ano e temperatura média de 23,2°C (CEPAGRI/UNICAMP, 2015), com as médias históricas de temperatura e pluviosidade mostrados na Figura 4.

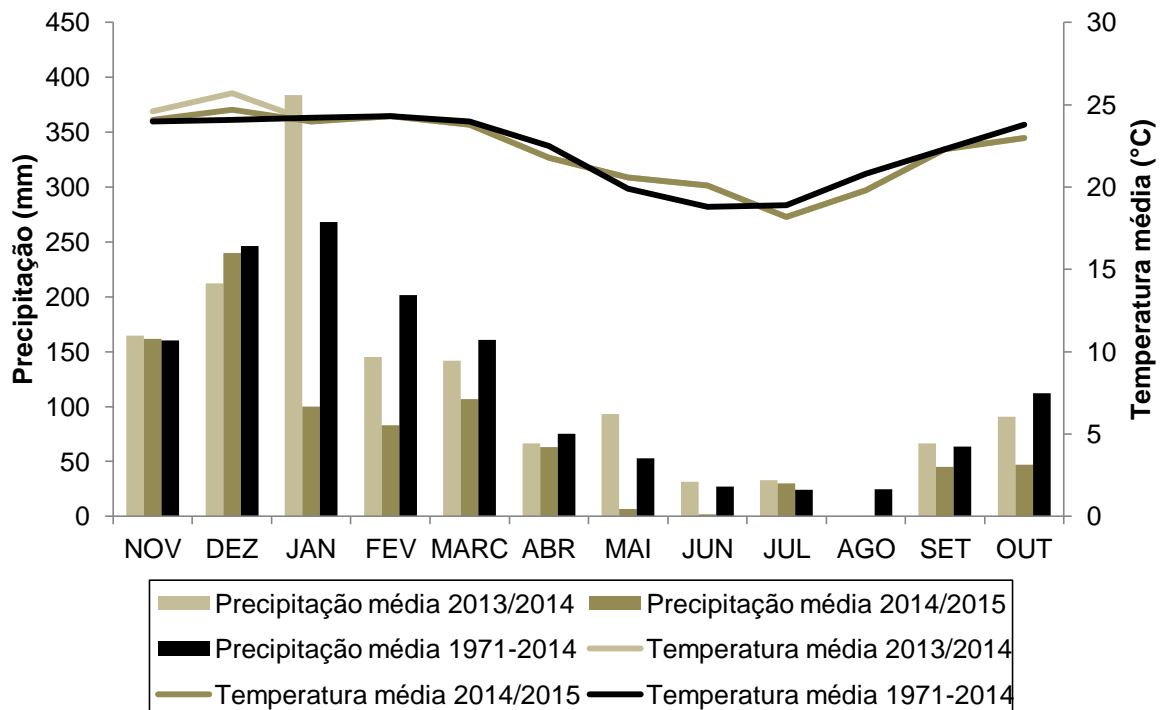


Figura 4. Dados agroclimatológicos da área durante a condução do experimento.

Fonte: Departamento de Ciências Exatas - Estação Climatológica - FCAV/UNESP. Disponível em: <http://www.fcav.unesp.br/#!/estacao-agroclimatologica>

O solo da área experimental foi classificado como vermelho eutroférico, A moderado, textura muito argilosa e relevo suave ondulado (EMBRAPA, 1999).

O plantio do experimento foi realizado no dia 03/06/2011, de forma manual. Na distribuição dos colmos no sulco de plantio, adotou-se o sistema de colmos cruzados “pé e ponta”, procurando atingir média de 18 gemas viáveis por metro linear. Em seguida, os colmos foram cortados, dentro do sulco, em toletes de aproximadamente 40 centímetros de comprimento, com o auxílio de um facão. Nesta ocasião foi utilizada, como base para o nível de 100% de fertilização, a dose de 537 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 05-25-25, segundo o Boletim 100 (SPIRONELLO et al., 1996). Em novembro de 2012, a colheita semi-mecanizada (uso do fogo na despalha, corte manual e carregamento mecânico) do experimento foi realizada, correspondente ao primeiro corte ou cana-planta, safra 2011/2012.

Em janeiro de 2013 e 2014, as adubações de cobertura no experimento foram realizadas, representando, respectivamente, as safras 2013/2014 e 2014/2015, utilizando como base para o nível de 100% de fertilização a dose de 500 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 20-05-20, de acordo com as recomendações do Boletim 100 (SPIRONELLO et al,1996).

As colheitas do experimento, referentes as safras 2013/2014 e 2014/2015, 2° e 3° cortes de cana-soca respectivamente, foram realizadas em 11/2013 e 11/2014, de forma semi-mecanizada.

O material utilizado foi o cultivar de cana-de-açúcar CTC 15, nas condições de cana-soca de 2°e 3° cortes, representando as safras 2013/2014 e 2014/2015. O material em questão apresenta ciclo de maturação para o meio de safra e para o fim de safra, representado como cultivar médio-tardio. Destaca-se por ser tolerante a seca, apresentar rápido crescimento, boa adaptabilidade, alto perfilhamento, elevada produtividade de colmos, e eventualmente pode apresentar florescimento (CTC, 2010).

O adubo biológico foi produzido em uma biofábrica, contendo uma suspensão de esterco bovino (15%) em água e o componente balanceado (substrato) de marca comercial Microgeo®, na proporção de 5,0%, segundo o fabricante. Sua aplicação foi realizada, em área total, nos dias 31/01/2013 e 03/02/2014, utilizando-se a dose de 300 L ha⁻¹, conforme preconizado pelo manual técnico do produto.

O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 2, com 3 repetições. O primeiro fator foi constituído por cinco

níveis de adubação mineral (0%, 25%, 50%, 75%, 100%), sendo a dose de 100% de 500 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 20-00-20 (Tabela 3), recomendada a partir de análise de solo e cálculos extraídos do Boletim 100 - IAC (SPIRONELLO et al., 1996). O segundo fator foi representado por dois níveis de aplicação do adubo biológico (presente e ausente), empregando 300 L ha⁻¹ quando utilizado (Tabela 3), de acordo com as recomendações do fabricante.

Tabela 3. Informações sobre os tratamentos utilizados.

Tratamentos (Níveis de adubação)	Adubação Mineral (kg ha⁻¹)	Adubação Biológica (L ha⁻¹)
NA0%	0,00	0
	0,00	300
NA25%	125,00	0
	125,00	300
NA50%	250,00	0
	250,00	300
NA75%	375,00	0
	375,00	300
NA100%	500,00	0
	500,00	300

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (Teste F), geradas pelo software AgroEstat, de acordo com a Tabela 4 e, nos casos da ocorrência de significância estatística, procedeu-se às comparações de médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (BARBOSA; MALDONADO JUNIOR, 2009).

Tabela 4. Análise estatística empregada na análise dos resultados obtidos

Causas da variação	Graus de liberdade
Níveis de adubação (NA)	4
Adubo biológico (AB)	1
Interação (NA x AB)	4
Tratamentos	(9)
Blocos	2
Resíduo	18
Total	29

No campo, o experimento foi constituído de 3 blocos, cada um contendo os 10 tratamentos, representando as parcelas experimentais, dispostos ao acaso. As parcelas foram compostas por 6 linhas de cana, espaçadas de 1,50 m, com 12 metros de comprimento, totalizando 108 m². Para realização das avaliações, foi descartado 1 metro inicial de cada linha, e a primeira e a última linha de cana em sua totalidade, resultando em uma área útil de 60 m².

Nos dias 19/10/2013 e 06/10/2014 foram realizadas as análises tecnológicas do experimento, referentes as safras 2013/2014 (2º corte de cana-soca com 11 meses de idade) e 2014/2015 (3º corte de cana-soca com 11 meses de idade), respectivamente. Por ocasião das amostragens, escolheu-se uma área aleatoriamente dentro das parcelas e foram coletados, manualmente, 10 colmos de cana em sequência, na linha de plantio de cada parcela. Os colmos foram despontados, despalhados, enfeixados, etiquetados e encaminhados ao Laboratório de Tecnologia do Açúcar e Etanol, localizado no Departamento de Tecnologia da FCAV/UNESP, campus de Jaboticabal.

No laboratório, os feixes de colmos, devidamente identificados, foram submetidos a um desintegrador de colmos Codistil (Dedini) PH 45-II. O material desintegrado foi homogeneizado e parte dele pesado, em uma medida pré-estabelecida de 500 gramas. O material devidamente pesado foi transferido para uma prensa hidráulica Codistil (Dedini) D-2500-II, onde foi submetido a uma pressão de 250 kg cm⁻² durante 1 minuto para a extração do caldo, seguindo o método proposto por Consecana (2006).

O caldo extraído foi filtrado em algodão hidrófilo, visando a retirada de algumas impurezas grosseiras. Foi realizada a determinação dos açúcares redutores totais no caldo (ART%caldo), de acordo com o método proposto por Lane e Eyon (1923). Já a determinação da porcentagem de sólidos solúveis (Brix), porcentagem de fibra da cana-de-açúcar (Fibra%cana), os cálculos de açúcares redutores totais na cana (ART%cana), pureza e porcentagem de sacarose aparente na cana (Pol%cana), seguiram o método proposto por Consecana (2006).

Resultados e Discussão

Os valores médios de porcentagem de sólidos solúveis no caldo (Brix), porcentagem de fibra na cana (Fibra%cana), porcentagem de açúcares redutores na cana (ART%cana), porcentagem de sacarose aparente na cana (Pol%cana), nas safras 2013/2014 e 2014/2015, foram organizados nas Tabelas 5 e 6, respectivamente.

Como as interações significativas não ocorreram entre os níveis de adubação (NA) e o uso ou não do adubo biológico (AB) para nenhuma das variáveis estudadas, na safra 2013/2014, os resultados serão discutidos levando em consideração os dados contidos na Tabela 5.

Tabela 5. Valores médios de Brix (porcentagem de sólidos solúveis no caldo), Fibra%Cana (porcentagem de fibra na cana), ART%Cana (porcentagem de açúcares redutores totais na cana) e Pol%Cana (porcentagem de sacarose aparente na cana) para os diferentes tratamentos estudados em cana-de-açúcar, soqueira de 11 meses de idade, safra 2013/2014, além da análise estatística.

Causas da Variação	BRIX	FIBRA	ART	POL
	%caldo	%cana	%cana	%cana
Níveis de adubação mineral (NA)				
0	21,40 a	13,06 b	14,64 a	15,58 a
25	21,63 a	14,00 ab	14,27 ab	15,20 a
50	20,92 ab	14,54 a	12,98 c	13,81 b
75	20,07 b	14,76 a	13,07 c	13,90 b
100	20,70 ab	14,67 a	13,39 bc	14,22 b
DMS (5%)	0,40	1,28	0,89	0,94
Adubo biológico (AB)				
Ausente	20,54 a	14,36 a	13,77 a	14,65 a
Presente	20,87 a	14,06 a	13,57 a	14,43 a
DMS (5%)	0,18	0,56	0,40	0,41
Estatística - Teste F				
(NA)	5,48**	5,61**	12,61**	13,19**
(AB)	1,37 ^{NS}	1,22 ^{NS}	1,06 ^{NS}	1,23 ^{NS}
(NA) x (AB)	2,96 ^{NS}	2,59 ^{NS}	2,16 ^{NS}	1,81 ^{NS}
C.V. (%)	5,40	5,15	3,77	3,70

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. NS - Não significativo. ** - Significativo ao nível de 1 % de probabilidade (Teste F). CV - coeficiente de variação.

Brix%caldo

A porcentagem média de sólidos foi decrescente com o aumento nos níveis de adubação mineral, sendo que os tratamentos com 0 e 25% da adubação mineral

recomendada mostraram maiores valores de Brix (21,40 e 21,63%, respectivamente), em relação ao tratamento com 75% da adubação mineral (20,07%). Apesar disso, os tratamentos, segundo a variável em questão, mostraram-se com alta qualidade tecnológica, estando aptos para o processamento industrial, por possuírem valor de Brix superior a 18,0% (FRANCO, 2003).

Uma possível explicação para a redução nos valores de sólidos solúveis com o aumento nos níveis de adubação seria a menor maturação da cana-de-açúcar nos níveis maiores de adubação mineral, causado pelo aumento de nutrientes no solo, levando a um menor acúmulo de sacarose nos colmos, mesmo nos tratamentos que receberam a adubação biológica (RODRIGUES, 1995). E, como grande parte do Brix é composto por sacarose (FRANCO, 2003), os valores da variável diminuíram, possivelmente acompanhando a diminuição nos teores de sacarose.

Peres (2013), avaliando a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar (cana-planta), cultivada em solo com doses crescentes de adubação mineral mais adubação biológica, encontrou diferentes valores de Brix nos tratamentos, porém apresentando maiores valores com 75% da fertilização mineral recomenda sem a adição do adubo biológico.

Ribeiro et al., (2015), avaliando os teores de Brix em cana-planta, não encontraram diferenças significativas entre os tratamentos utilizados, estudando dosagens maiores de fertilização mineral em relação as dosagens recomendadas para a cultura, indo de encontro aos resultados encontrados no presente trabalho.

Assim sendo, para a safra em questão, levando em consideração apenas essa variável, a utilização de adubação biológica combinada com adubação mineral foi irrelevante.

Fibra%Cana

A interação entre os níveis de adubação mineral e a utilização da adubação biológica não ocorreu (Tabela 5). A porcentagem média fibra na cana foi crescente com o aumento nos níveis de adubação mineral, sendo que o tratamento com 0% da adubação mineral mostrou menor valor (13,06%) em relação aos tratamentos com

50, 75 e 100% da adubação mineral (14,54, 14,76 e 14,67%, respectivamente). Tais resultados mostraram-se superiores ao recomendado por Dinardo-Miranda et al, (2008) e Ripoli e Ripoli, (2009), os quais preconizam que materiais com alta qualidade tecnológica devem conter teores porcentagens de fibra entre 11 e 13%, uma vez que valores acima do recomendado ocasionam menor extração de caldo pelas moendas na usina (MARQUES et al., 2001).

Uma possível explicação para o aumento nos teores de fibra com a elevação nos níveis de adubação mineral seria a menor maturação da cana-de-açúcar nos níveis maiores de adubação mineral, causado pelo aumento de nutrientes no solo, levando a um menor acúmulo de sacarose nos colmos, mesmo nos tratamentos que receberam a adubação biológica (RODRIGUES, 1995). Tal comportamento se confirma pelo fato dos teores de fibra serem inversamente proporcionais aos teores de sacarose, e que, em condições de estresse, há um maior aumento nos teores (MARQUES et al., 2008, STUPIELLO, 1999).

Assim sendo, para a safra em questão, levando em consideração apenas essa variável, a utilização de adubação biológica combinada com adubação mineral foi irrelevante.

ART%Cana

A interação entre os níveis de adubação mineral e a utilização da adubação biológica não ocorreu (Tabela 5). Os valores médios de ART foram decrescentes com o aumento nos níveis de adubação mineral, sendo que o tratamento com 0% da adubação mineral recomendada para a cultura obteve valor superior (14,64%), em relação aos tratamentos com 50, 75 e 100% da adubação mineral (12,98, 13,07 e 13,39%, respectivamente). Os valores obtidos foram inferiores aos recomendados por Ripoli e Ripoli, (2009), os quais preconizam que materiais com alta qualidade tecnológica devem apresentar teores de ART de no mínimo 15%.

Uma possível explicação para a diminuição nos teores ART com a elevação nos níveis de adubação mineral seria a menor maturação da cana-de-açúcar nos níveis maiores de adubação mineral, causado pelo aumento de nutrientes no solo,

levando a um menor acúmulo de sacarose nos colmos, mesmo nos tratamentos que receberam a adubação biológica (RODRIGUES, 1995).

Assim sendo, para a safra em questão, levando em consideração apenas essa variável, a utilização de adubação biológica combinada com adubação mineral foi irrelevante.

Pol%Cana

A interação entre os níveis de adubação mineral e a utilização da adubação biológica não ocorreu (Tabela 5). Os valores médios de Pol%Cana foram decrescentes com o aumento nos níveis de adubação mineral, sendo que os tratamentos com 0 e 25% da adubação mineral recomendada mostraram os maiores valores dentre os tratamentos estudados (15,58 e 15,20%, respectivamente). Além disso, tais valores estão dentro dos parâmetros recomendados por Ripoli e Ripoli, (2009), os quais preconizam que materiais com alta qualidade tecnológica devem apresentar teores de Pol%Cana superiores a 14%, objetivando maiores ganhos com produções de açúcar e etanol na indústria.

Estudando os efeitos de diferentes doses de adubação potássica em soqueiras de cana-de-açúcar, Feltrin et al., (2010) encontraram valores semelhantes de Pol%Cana nos tratamentos. Já Pannuti et al (2013) obtiveram maiores valores da variável com o aumento nos níveis de adubação mineral nitrogenada.

Uma possível explicação para a diminuição nos teores Pol%Cana com a elevação nos níveis de adubação mineral seria a menor maturação da cana-de-açúcar nos níveis maiores de adubação mineral, causado pelo aumento de nutrientes no solo, levando a um menor acúmulo de sacarose nos colmos, mesmo nos tratamentos que receberam a adubação biológica (RODRIGUES, 1995).

Assim sendo, para a safra em questão, levando em consideração apenas essa variável, a utilização de adubação biológica combinada com adubação mineral foi irrelevante.

Para esta safra, pode-se observar que as variáveis tecnológicas na cana-de-açúcar foram influenciadas pela adubação mineral. A qualidade tecnológica da cana-

de-açúcar diminuiu com o aumento dos níveis de adubação. Porém, vale ressaltar que as variáveis estudadas limitaram-se a indicar a qualidade e não quantidade dos tratamentos, uma vez que os dados de produtividade agrícola não foram determinados. Sendo assim, a qualidade tecnológica obtida limitou-se, por si só, a porcentagens de variáveis tecnológicas em uma quantidade teórica de cana-de-açúcar.

A combinação de uma reduzida adubação mineral com adubação orgânica não mostrou efeito expressivo, indo de encontro ao comportamento esperado.

Safra 2014/2015

As interações significativas entre os níveis de adubação (NA) e o uso ou não do adubo biológico (AB) não ocorreram nas variáveis estudadas. Os resultados serão discutidos considerando os valores da Tabela 6.

Tabela 6. Valores médios de Brix (porcentagem de sólidos solúveis no caldo), Fibra%Cana (porcentagem de fibra na cana), ART%Cana (porcentagem de açúcares redutores totais na cana) e Pol%Cana (porcentagem de sacarose aparente na cana) para os diferentes tratamentos estudados em cana-de-açúcar, soqueira de 11 meses de idade, safra 2014/2015, além da análise estatística.

Causas da Variação	BRIX %caldo	FIBRA %cana	ART %cana	POL %cana
Níveis de adubação (%) (NA)				
0	21,53 a	14,56 b	14,33 a	15,42 a
25	21,00 ab	15,78 a	13,46 b	14,68 ab
50	20,77 ab	15,66 a	13,43 b	14,59 b
75	20,78 ab	15,49 a	13,92 b	14,93 ab
100	20,30 b	15,28 a	11,98 c	13,03 c
DMS (5%)	0,11	0,62	0,77	0,80
Adubo biológico (AB)				
Ausente	20,78 a	15,39 a	13,40 a	14,50 a
Presente	20,74 a	15,31 a	13,46 a	14,55 a
DMS (5%)	0,01	0,27	0,34	0,35
Estatística - Teste F				
(NA)	6,75**	11,06**	24,34**	23,33**
(AB)	0,95 ^{NS}	0,42 ^{NS}	0,12 ^{NS}	0,12 ^{NS}
(NA) x (AB)	3,00 ^{NS}	0,59 ^{NS}	0,37 ^{NS}	0,36 ^{NS}
C.V. (%)	2,55	2,38	3,28	3,14

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. NS - Não significativo. ** - Significativo ao nível de 1 % de probabilidade (Teste F). CV - coeficiente de variação

Brix%Caldo

A interação entre os níveis de adubação mineral e a utilização da adubação biológica não ocorreu (Tabela 6). Os valores médios de sólidos foram decrescentes com o aumento nos níveis de adubação mineral, visto que o tratamento com 0% da

adubação mineral recomendada mostrou maior valor de Brix (21,53%) em relação ao tratamento com 100% da adubação mineral (20,30%). Apesar disso, todos os tratamentos, segundo a variável em questão, mostraram-se com alta qualidade tecnológica, estando aptos para o processamento industrial, por possuírem valor de Brix superior a 18,0% (FRANCO, 2003).

Uma possível explicação para a redução nos valores de sólidos solúveis com o aumento nos níveis de adubação seria a menor maturação da cana-de-açúcar nos níveis maiores de adubação mineral, causado pelo aumento de nutrientes no solo, levando a um menor acúmulo de sacarose nos colmos, mesmo nos tratamentos que receberam a adubação biológica (RODRIGUES, 1995). E, como grande parte do Brix é composto por sacarose (FRANCO, 2003), os valores da variável diminuíram, possivelmente acompanhando a diminuição nos teores de sacarose.

Peres (2013), avaliando a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar (cana-planta), cultivada em solo com doses crescentes de adubação mineral, mais adubação biológica, encontrou diferentes valores de Brix nos tratamentos, porém apresentando maiores valores com 75% da fertilização mineral recomendada, sem a adição do adubo biológico.

Ribeiro et al., (2015), avaliando os teores de Brix em cana-planta, não encontraram diferenças significativas entre os tratamentos utilizados, estudando dosagens maiores de fertilização mineral em relação as dosagens recomendadas para a cultura, indo de encontro aos resultados encontrados no presente trabalho.

Assim sendo, para a safra em questão, levando em consideração apenas essa variável, a utilização de adubação biológica combinada com adubação mineral foi irrelevante.

Fibra%Cana

A interação entre os níveis de adubação mineral e a utilização da adubação biológica não ocorreu (Tabela 6). Os valores médios de fibra na cana foram crescentes com o aumento nos níveis de adubação mineral, sendo que o tratamento com 0% da adubação mineral mostrou menor valor (14,56%) em relação a todos os

outros tratamentos, os quais obtiveram valores semelhantes entre si (média de 15,59%). Tais resultados mostraram-se superiores ao recomendado por Dinardo-Miranda et al, (2008) e Ripoli e Ripoli, (2009), os quais preconizam que materiais com alta qualidade tecnológica devem conter teores percentagens de fibra entre 11 e 13%, uma vez que valores acima do recomendado ocasionam menor extração de caldo pelas moendas na usina (MARQUES et al., 2001).

Uma possível explicação para o aumento nos teores de fibra com a elevação nos níveis de adubação mineral seria a menor maturação da cana-de-açúcar nos níveis maiores de adubação mineral, causado pelo aumento de nutrientes no solo, levando a um menor acúmulo de sacarose nos colmos, mesmo nos tratamentos que receberam a adubação biológica (RODRIGUES, 1995). Tal comportamento se confirma pelo fato dos teores de fibra serem inversamente proporcionais aos teores de sacarose, e que, em condições de estresse, há um maior aumento nos teores (MARQUES et al., 2008, STUPIELLO, 1999).

Assim sendo, para a safra em questão, levando em consideração apenas essa variável, a utilização de adubação biológica combinada com adubação mineral foi irrelevante.

ART%Cana

A interação entre os níveis de adubação mineral e a utilização da adubação biológica não ocorreu (Tabela 6). Os valores médios de ART foram decrescentes com o aumento nos níveis de adubação mineral, sendo que o tratamento com 0% da adubação mineral recomendada para a cultura obteve valor superior (14,33%), os tratamentos com 25, 50 e 75% mostraram valores medianos (13,46, 13,43 e 13,92%, respectivamente), e o tratamento com 100% da adubação mineral valor inferior a todos os outros (11,98%). Os valores obtidos foram inferiores aos recomendados por Ripoli e Ripoli, (2009), os quais preconizam que materiais com alta qualidade tecnológica devem apresentar, dentre outros fatores, teores de ART de no mínimo 15%.

Uma possível explicação para a diminuição nos teores ART com a elevação nos níveis de adubação mineral seria a menor maturação da cana-de-açúcar nos

níveis maiores de adubação mineral, causado pela alta quantidade de nutrientes no solo, levando a um menor estresse na cultura e, conseqüentemente, menor acúmulo de sacarose nos colmos (RODRIGUES, 1995).

Assim sendo, para a safra em questão, levando em consideração apenas essa variável, a utilização de adubação biológica combinada com adubação mineral foi irrelevante.

Pol%Cana

A interação entre os níveis de adubação mineral e a utilização da adubação biológica não ocorreu (Tabela 6). Os valores médios de Pol%Cana foram decrescentes com o aumento nos níveis de adubação mineral, sendo que o tratamento com 0 % da adubação mineral recomendada mostrou maior valor (15,42%) em relação aos tratamentos com 50 e 100% da adubação mineral (14,59 e 13,03%, respectivamente). Além disso, apenas o resultado obtido pelo tratamento com 100% da adubação mineral não esteve dentro dos parâmetros recomendados por Ripoli e Ripoli, (2009), os quais preconizam que materiais com alta qualidade tecnológica devem apresentar teores de Pol%Cana superiores a 14%, objetivando maiores ganhos com produções de açúcar e etanol na indústria.

Estudando os efeitos de diferentes doses de adubação potássica em soqueiras de cana-de-açúcar, Feltrin et al., (2010) encontraram valores semelhantes de Pol%Cana em todos os tratamentos. Já Pannuti et al (2013) obtiveram maiores valores da variável com o aumento nos níveis de adubação mineral nitrogenada.

Uma possível explicação para a diminuição nos teores Pol%Cana com a elevação nos níveis de adubação mineral seria a menor maturação da cana-de-açúcar nos níveis maiores de adubação mineral, causado pela alta quantidade de nutrientes no solo, levando a um menor estresse na cultura e, conseqüentemente, menor acúmulo de sacarose nos colmos (RODRIGUES, 1995).

Assim sendo, para a safra em questão, levando em consideração apenas essa variável, a utilização de adubação biológica combinada com adubação mineral foi irrelevante.

Para esta safra, pode-se observar que as variáveis tecnológicas na cana-de-açúcar foram influenciadas pela adubação mineral. A qualidade tecnológica da cana-de-açúcar diminuiu com o aumento dos níveis de adubação. Porém, vale ressaltar que as variáveis estudadas limitaram-se a indicar a qualidade e não quantidade dos tratamentos, uma vez que os dados de produtividade agrícola não foram determinados. Sendo assim, a qualidade tecnológica obtida limitou-se, por si só, a porcentagens de variáveis tecnológicas em uma quantidade teórica de cana-de-açúcar.

A combinação de uma reduzida adubação mineral com adubação biológica não mostrou efeito expressivo, indo de encontro ao comportamento esperado.

Conclusão

- Os níveis de adubação mineral influenciaram as variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar
- A qualidade tecnológica diminuiu com o aumento nos níveis de adubação mineral.
- O tratamento com 0% da adubação mineral conseguiu os melhores resultados, mostrando a melhor qualidade tecnológica dentre todos. Já o tratamento com 100% da adubação mineral recomendada para a cultura obteve os resultados menos satisfatórios.
- A utilização de adubação biológica combinada com adubação mineral mostrou-se inexpressiva nas duas safras estudadas, não alterando a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar.

Referências

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **Software AgroEstat - Sistema de análises estatísticas de ensaios agrônomicos**. Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 2009

BELLINI G.; SCHMIDT FILHO E.; MORESKI, H. M. (2011) Influência da aplicação de um fertilizante biológico sobre atributos físicos e químicos do solo. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA CESUMAR, 2011, Maringá, Paraná. **Anais.** Disponível em: http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/gabriel_bellini.pdf. Acesso em: Ago. 2015.

CEPAGRI/UNICAMP. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura. **Clima dos municípios paulistas**, 2015. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_279.html>. Acesso em: 20/05/2015

CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CONSECANA- SP). Manual de instruções. Piracicaba, 2006.

CTC- CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA Variedades CTC de Cana-de-açúcar - **Boletim Técnico**. Piracicaba, SP, Brasil. EPMG-CTC Edições Gráficas: 34-35, 2010.

DELEITO, C. S. R.; DO CARMO, M. G. F.; FERNANDES, M. C. A.; ABOUD, A. C. S. Ação bacteriostática do biofertilizante Agrobio in vitro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n. 2, p.281-284, 2005. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362005000200023>. Acesso em: Ago. 2015.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. p 221-724.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF, Brasil. 412p, 1999.

FELTRIN, M. S.; LAVANHOLI, M. G. D. P., SILVA, H. S., PRADO, R. M. Adubação potássica na produtividade da soqueira de cana-de-açúcar colhida sem queima. **Nucleus**, Ituverava, v.7, n.1, p.307-314, 2010.

FRANCO, A. **Cana-de-açúcar cultivada em solo adubado com lodo de esgoto e vinhaça: nitrogênio no sistema solo-planta, produtividade e características tecnológicas**. 2003, 90p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2003.

FREIRE, A. L. O; RODRIGUES, T. J. D. A salinidade do solo e seus reflexos no crescimento, nodulação e teores de N, K e Na em leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Vit.). **Revista Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 6, n. 2, p.163-173, 2009.

KENNEDY, A. C. Bacterial diversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 74, n. 1, p.65-76, 1999.

LANE, J. H.; EYNON, L. (1934). **Determination of reducing sugars by Fehling's solution with methylene blue indicator**. London: Normam Rodge, 8p, 1934.

LAVELLE, P. Ecological challenges for soil science. **Soil Science**, Washington. v. 165, n. 1, p.73-86, 2000. Disponível em: http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/b_fdi_55-56/010021664.pdf. Acesso em: Set. 2015.

MARQUES, M. O.; MARQUES, T. A.; TASSO JUNIOR, L. C. **Tecnologia do açúcar: produção e industrialização da cana de açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 166p.

MARQUES, M. O; MUTTON, M. A.; NOGUEIRA, T. A. R.; TASSO JÚNIOR, L. C.; NOGUEIRA, G. A.; BERNARDI, J. H. **Tecnologias na Agroindústria Canavieira**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2008. 319p.

MICROGEO - Adubação biológica. Disponível em: <http://www.microgeo.com.br/site/microgeo-adubacao>. Acesso em: Abril. 2015.

MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, v. 167, n. 3, p. 645-663, (2005).

PANNUTI, L. E. R. **Incidência de *Diatraea saccharalis* fabr., 1794 (Lepidoptera: Crambidae) e *Mahanarva fimbriolata* Stal, 1854 (Hemiptera: Cercopidae), produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar em função da irrigação e da fertilização nitrogenada**. 2012, 89p. Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2012.

PANNUTI, L. E. R.; BALDIN, E. L. L.; GAVA, G. J. C.; KOLLN, O. T.; CRUZ, J. C. S. Danos do complexo broca-podridão à produtividade e à qualidade da cana-de-açúcar fertirrigada com doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 4, p. 381-387, 2013. doi: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2013000400005>>. Acesso em: Set. 2015.

PERES, C. M. **Qualidade da cana-de-açúcar influenciada por bioestimulante vegetal associado a fertilização mineral**. 2013, 72p. Trabalho de graduação em Engenharia Agrônoma, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal-SP, 2013.

RIBEIRO, F. C.; SILVA, J. I. C.; SARAIVA, A. S., BARRO FILHO, C. D., ARAÚJO, R. J. T., ERASMO, E. A. L.; Cana de açúcar no cenário energético tocantinense: influência da adubação química sobre variáveis agroindustriais. **Revista Brasileira**

de Energias Renováveis. v.4, n.2, p.24-37, 2015. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/rber/article/view/40981>. Acesso em: Set. 2015.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente.** Edição dos autores. Piracicaba, 2009. 333 p.

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar.** Botucatu. Instituto de Biociências, 1995, 69p.

ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar: indagações e reflexões.** Encarte de Informações Agronômicas, n.110, 11p. 2005. Disponível em: [http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/AD1D0D574326386683257AA1006BC3D8/\\$FILE/Enc6-11-110.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/AD1D0D574326386683257AA1006BC3D8/$FILE/Enc6-11-110.pdf).

SEGATO, S. V.; ALONSO, O.; LAROSA, G. Terminologias no setor sucroalcooleiro In: SEGATO, S. V. et al. **Atualização em produção de cana-de-açúcar.** Piracicaba: CP2, 2006. p. 398-400

SILVA, R. N.; MONTEIRO, V. N.; ALCANFOR, J. D.; ASSIS, E. M.; ASQUIERI, E. R. Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 337-341, 2003. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612003000300007>. Acesso em: Set. 2015.

SPIRONELLO, A.; RAIJ, B. VAN; PENATTI, C. P.; CANTARELLA, H.; MORELLI, J. L.; ORLANDO FILHO, J.; LANDELL, M. G. A.; ROSSETTO, R. (1996). Cana-de-açúcar. In: RAIJ, B. et al.,(1996) eds. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, 2.ed. Campinas, Instituto Agronômico/Fundação IAC, 1996. 237-239.

STUPIELLO, J. P.; Conversando com a cana. **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 17, n. 5, 13.p, 1999.

VAN STRAATEN, P. **Agrogeology – the use of rocks for crops**. Enviroquest, Cambridge, Ontario, Canada, 2007, 426p.

CAPÍTULO 3 – Desempenho da cana-de-açúcar cultivada em solo com doses crescentes de fertilizantes minerais e adubação biológica

Resumo - O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade, a produtividade e a rentabilidade da cana-de-açúcar, cultivada com diferentes níveis de adubação mineral associados ou não à aplicação de adubação biológica nas safras 2013/2014 e 2014/2015. O experimento foi instalado e conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, localizada no município de Jaboticabal, Estado de São Paulo. Foi utilizado o cultivar de cana-de-açúcar CTC 15, nas condições de cana-soca de 2° e 3° corte. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 2 com 3 repetições. O primeiro fator constituiu-se dos seguintes níveis de adubação mineral, aplicados em cobertura nas duas safras em estudo: 0%, 25%, 50%, 75%, 100% da adubação mineral recomendada para a cultura, sendo, para o nível de 100%, 537 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 20-00-20. O segundo fator constituiu-se da aplicação do adubo biológico em dois níveis (0 e 300 L ha⁻¹). Os melhores resultados ocorreram com 75% da adubação mineral recomendada, combinada com a adubação orgânica na safra 2013/2014, quando foram encontradas as maiores produtividades de colmos, ATR e receitas aferidas. De outra forma, na safra 2014/2015, as parcelas que receberam apenas adubação biológica foram as mais rentáveis. A adubação biológica, aliada à redução da fertilização mineral, melhorou o desempenho da cana-de-açúcar, confirmando a hipótese inicialmente formulada.

Palavras-chave: ATR; rentabilidade da cana-de-açúcar; produtividade da cana-de-açúcar

Introdução

Dentre os fatores que integram o custo de produção da cana-de-açúcar destaca-se a fertilização mineral, cuja dose varia de acordo com ao nível de fertilidade do solo e a produção esperada (van RAIJ et al, 1996). A resposta dos solos a essa prática se altera ao longo dos anos, de tal forma que, áreas com cana-

de-açúcar que antes respondiam bem a essa prática, hoje apresentam resultados aquém do esperado (MICROGEO, 2015).

Como reação a esse manejo, os agricultores têm elevado as doses aplicadas, mas as respostas não se efetivam, apontando para a possível existência de outros problemas.

O uso de fertilizantes ao longo de décadas aumenta o aporte de nutrientes no solo, em formas que, muitas vezes, são indisponíveis às plantas (van STRAATEN, 2007). Também, a contínua e indiscriminada utilização de adubos minerais, somada à intensa atividade agrícola provocam, ao longo dos anos, intenso desgaste no solo, ocasionando erosão, perda de matéria orgânica e lixiviação de nutrientes, principalmente nitratos, os quais podem contaminar rios, lagos e lençóis freáticos (PIMENTEL, 1996; ZHAO et al, 2009).

Por conseguinte, a solução do solo passa a apresentar concentrações salinas elevadas, aumentando o potencial osmótico do solo. Isso reduz a absorção de nutrientes pelas plantas e diminui a taxa de sobrevivência de microrganismos, os quais produzem metabólitos capazes de liberar aos poucos os nutrientes presentes no solo (KENNEDY, 1999; FREIRE; RODRIGUES, 2005; MUNNS, 2005; SILVA et al., 2003, LAVELLE, 2000).

O uso de doses mais elevadas de fertilizantes pode ocasionar efeito contrário ao esperado, ou seja, quanto mais fertilizantes se adiciona ao solo, maior vem a ser a concentração salina na solução do solo, fazendo com que o desempenho das culturas fique aquém do esperado, muitas vezes sendo reduzidos de forma progressiva com o passar dos anos (SPOSITO; ZABEL, 2003; LIMA JUNIOR; SILVA, 2010).

O setor sucroalcooleiro busca formas de diminuir os custos com adubação mineral, de forma que não prejudique a produção. Cerca de 43% do custo de produção da cana-de-açúcar, por safra, decorre da fertilização mineral (SOCICANA, 2015).

Para tentar reverter esse quadro, elaborou-se a hipótese de que uma provável recomposição da fauna microbiana natural do solo através de adubação biológica, aliada à redução das doses de fertilizantes minerais, poderia favorecer o desempenho da cana-de-açúcar. Uma das alternativas para a redução da adubação

mineral, que por sua vez contém nutrientes naturais finitos, como o fósforo, sem o comprometimento da produção e produtividade é a utilização de adubos biológicos ou bioestimulantes vegetais (DELEITO et al, 2005). O adubo biológico é relativamente mais barato que o adubo mineral convencional (BELLINI et al, 2011).

A absorção de nutrientes pela cana-de-açúcar é delimitada por diversos fatores, como temperatura, radiação solar, precipitação e principalmente condições de solo (OLIVEIRA et al., 2011), contribuindo para sua produtividade e sustentabilidade ao longo dos anos (ROSSETO et al., 2008). Muitas vezes, quando se pensa em adubação em cana-de-açúcar, a maior preocupação ocorre em relação às dosagens e aos custos dos fertilizantes (ROSSETTO; DIAS, 2005). Porém, é preciso ter conhecimento dos efeitos dessas dosagens em relação a qualidade da matéria prima.

A falta de nutrientes no solo poderá causar um estresse prematuro na planta, ocasionando a antecipação da maturação e conseqüentemente um maior acúmulo de sacarose nos colmos. Porém, ao mesmo tempo, a planta cessará seu crescimento, interrompendo o desenvolvimento vegetativo e, conseqüentemente, apresentando menor produtividade. Caso haja um excesso de nutrientes, o comportamento será inverso, com crescimento vegetativo elevado e pouco acúmulo de sacarose nos colmos (RODRIGUES, 1995).

Adubos orgânicos atuam não só como fonte de nutrientes e matéria orgânica, mas também promovem o aumento da biodiversidade e atividade biológica da população microbiana do solo (ALBIACH et al., 2000). Além disso, a adição de fertilizantes orgânicos, de várias fontes conhecidas, promove uma melhoria na estruturação do solo e absorção de nutrientes devido ao maior desenvolvimento das raízes, e, por aumentarem o número de ligações químicas com alguns nutrientes (através principalmente de substâncias húmicas), podem evitar maiores perdas com desnitrificação, volatilização e lixiviação, liberando-os lentamente com o tempo de acordo com a necessidade da planta (CELIK et al., 2004; GLIESSMAN, 2001; DELGADO et al., 2002; ARSHAD et al., 2004).

A utilização de adubação biológica poderá possibilitar uma maior eficiência e, conseqüentemente, maior economia no uso de adubos minerais, já que melhora o enraizamento da cultura, aumenta a fertilidade biológica do solo, e amplia

consideravelmente a produtividade da cultura e a qualidade da matéria prima. Além disso, os nutrientes previamente consumidos pela cultura poderão ser reciclados e recuperados por micro-organismos contidos no próprio adubo biológico, através de processos biológicos, melhorando todas as características do solo, podendo até representar um conceito de sustentabilidade entre a planta e o solo (FRIES; AITA, 1990; FERNANDES FILHO, 1991; WU et al, 2005; BELLINI et al., 2011).

Em combinação com a adubação mineral, a utilização de adubação orgânica pode vir a melhorar em cerca de 31% a eficiência da fertilização mineral comumente empregada, reduzindo sua utilização de modo a aumentar a produtividade de diversas culturas (ABEDI et al, 2010; MICROGEO, 2015). Além disso, uma possível utilização criteriosa de proporções de fertilizantes orgânicos e mineiras pode vir a representar uma solução exequível para as restrições de fertilidade de solo, uma vez que aumenta o armazenamento de carbono no solo e diminui as perdas de nitrogênio de adubações minerais (ABEDI et al., 2010; KAZEMEINI et al., 2010; MUGWE et al., 2009; PAN et al., 2009).

Sendo assim, o objetivo da presente pesquisa foi determinar, em duas safras seguidas, a produtividade de colmos e de açúcar total recuperável em cana-de-açúcar, além de sua rentabilidade, cultivada em solo com diferentes níveis de fertilização mineral, na presença e ausência de adubação biológica.

Material e Métodos

O experimento foi instalado e conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, localizada no município de Jaboticabal, Estado de São Paulo, a uma altitude média de 575 metros do nível do mar, com as seguintes coordenadas geográficas: 21° 15' 22"S e 48° 18' 58" WG. O clima foi classificado como Aw - subtropical-mesotérmico, com verão úmido e inverno seco, de acordo com classificação de Koppen-Geiger, apresentando uma pluviometria média de 1.405,2 mm por ano e temperatura média de 23,2°C (CEPAGRI/UNICAMP, 2015), com as médias históricas de temperatura e pluviosidade mostrados na Figura 5.

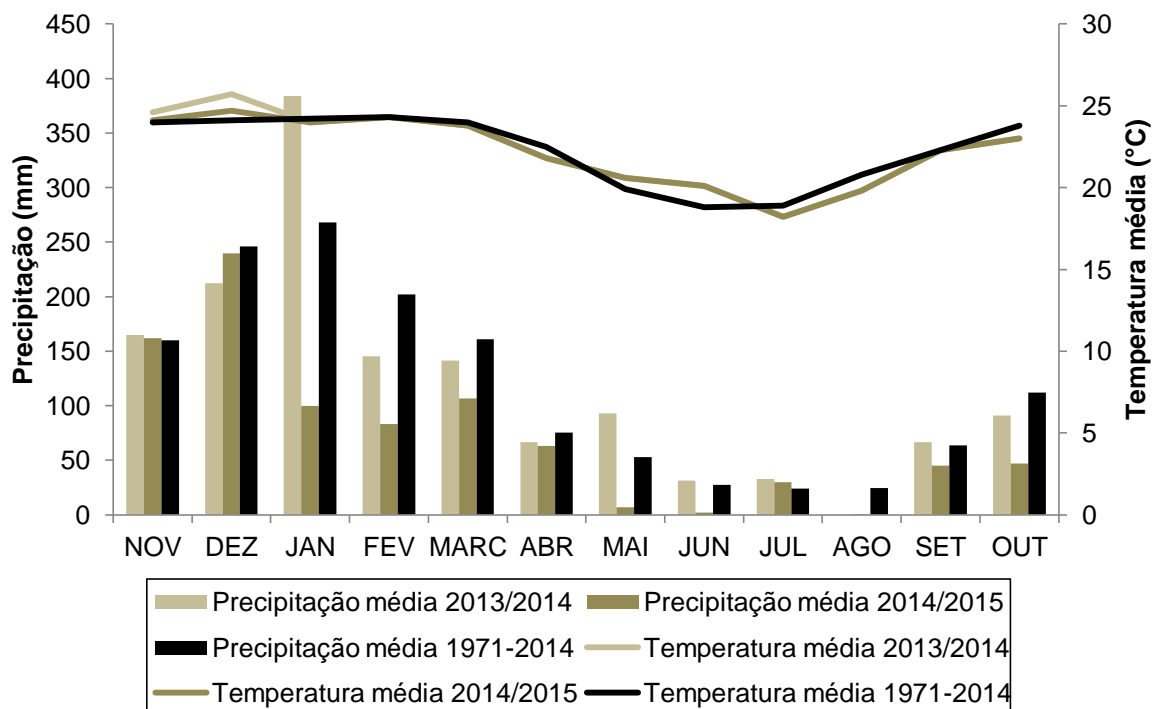


Figura 5. Dados agroclimatológicos da área durante a condução do experimento. Fonte: Departamento de Ciências Exatas - Estação Climatológica - FCAV/UNESP. Disponível em: <http://www.fcav.unesp.br/#!/estacao-agroclimatologica>

O solo da área experimental foi classificado como vermelho eutrófico, a moderado, textura muito argilosa e relevo suave ondulado (EMBRAPA, 1999).

O plantio do experimento foi realizado em 03/06/2011, de forma manual. Na distribuição dos colmos no sulco de plantio, adotou-se o sistema de colmos cruzados “pé e ponta”, procurando atingir média de 18 gemas viáveis por metro linear. Em seguida, os colmos foram cortados, dentro do sulco, em toletes de aproximadamente 40 centímetros de comprimento, com o auxílio de um facão. Nesta ocasião foi utilizada, como base para o nível de 100% de fertilização, a dose de 537 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 05-25-25, segundo o Boletim 100 (SPIRONELLO et al., 1996). Em novembro de 2012, a colheita semi-mecanizada (uso do fogo na despalha, corte manual e carregamento mecânico) do experimento foi realizada, correspondente ao primeiro corte ou cana-planta, safra 2011/2012.

Em janeiro de 2013 e 2014, foram realizadas as adubações de cobertura no experimento, representando, respectivamente, as safras 2013/2014 e 2014/2015, utilizando como base para o nível de 100% de fertilização a dose de 500 kg ha⁻¹ da

fórmula comercial 20-05-20, de acordo com as recomendações do Boletim 100 (SPIRONELLO et al,1996).

As colheitas do experimento, referentes as safras 2013/2014 e 2014/2015 2° e 3°cortes de cana-soca respectivamente, foram realizadas em 11/2013 e 11/2014, de forma semi-mecanizada.

O adubo biológico foi produzido em uma biofábrica, contendo uma suspensão de esterco bovino (15%) em água e o componente balanceado (substrato) de marca comercial Microgeo®, na proporção de 5,0%, segundo o fabricante MICROGEO, (2015). Sua aplicação foi realizada, em área total, nos dias 31/01/2013 e 03/02/2014, utilizando-se a dose de 300 L ha⁻¹, conforme preconizado pelo manual técnico do produto.

O material utilizado foi o cultivar de cana-de-açúcar CTC 15, nas condições de cana-soca de 2° e 3° cortes, representando as safras 2013/2014 e 2014/2015. O material em questão apresenta ciclo de maturação para o meio de safra e para o fim de safra, representado como cultivar médio-tardio. Destaca-se por ser tolerante a seca, apresentar rápido crescimento, boa adaptabilidade, alto perfilhamento, elevada produtividade de colmos, e eventualmente pode apresentar florescimento (CTC, 2010).

O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 2, com 3 repetições. O primeiro fator foi constituído por diferentes níveis de adubação mineral (0%, 25%, 50%, 75%, 100%), sendo a dose de 100% de 500 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 20-00-20 (Tabela 7), recomendada a partir de análise de solo e cálculos extraídos do Boletim 100 - IAC (SPIRONELLO et al., 1996). O segundo fator foi representado pelos 2 níveis de aplicação do adubo biológico (presente e ausente), empregando 300 L ha⁻¹ quando utilizado (Tabela 7), de acordo com as recomendações do fabricante.

Tabela 7. Informações sobre os tratamentos utilizados.

Tratamentos (Níveis de adubação)	Adubação Mineral (kg ha ⁻¹)	Adubação Biológica (L ha ⁻¹)
NA0%	0,00	0
	0,00	300
NA25%	125,00	0
	125,00	300
NA50%	250,00	0
	250,00	300
NA75%	375,00	0
	375,00	300
NA100%	500,00	0
	500,00	300

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (Teste F), geradas pelo software AgroEstat, de acordo com a Tabela 8 e, nos casos da ocorrência de significância estatística, procedeu-se às comparações de médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (BARBOSA; MALDONADO JUNIOR, 2009).

Tabela 8. Análise estatística empregada na análise dos resultados obtidos

Causas da variação	Graus de liberdade
Níveis de adubação (NA)	4
Adubo biológico (AB)	1
Interação (NA x AB)	4
Tratamentos	(9)
Blocos	2
Resíduo	18
Total	29

No campo, o experimento foi constituído de 3 blocos, cada um contendo os 10 tratamentos, representando as parcelas experimentais, dispostos ao acaso. As parcelas foram compostas por 6 linhas de cana, espaçadas de 1,50 m, com 12

metros de comprimento, totalizando 108 m². Para realização das avaliações, foi descartado 1 metro inicial de cada linha e a primeira e a última linha de cana em sua totalidade, resultando em uma área útil de 60 m².

Nos dias 19/10/2013 e 06/10/2014 foram realizadas as análises tecnológicas do experimento, referentes as safras 2013/2014 (2º corte de cana-soca com 11 meses de idade) e 2014/2015 (3º corte de cana-soca com 11 meses de idade) respectivamente. Por ocasião das amostragens, escolheu-se uma área aleatoriamente dentro das parcelas e foram coletados, manualmente, 10 colmos de cana em sequência, na linha de plantio de cada parcela. Os colmos foram despontados, despalhados, enfeixados, etiquetados e encaminhados ao Laboratório de Tecnologia do Açúcar e Etanol, localizado no Departamento de Tecnologia da FCAV/UNESP, campus de Jaboticabal.

No laboratório, os feixes de colmos, devidamente identificados, foram submetidos a um desintegrador de colmos Codistil (Dedini) PH 45-II. O material desintegrado foi homogeneizado e parte dele pesado, em uma medida pré-estabelecida de 500 g. O material devidamente pesado foi transferido para uma prensa hidráulica Codistil (Dedini) D-2500-II, onde foi submetido a uma pressão de 250 kg cm⁻² durante 1 minuto para a extração do caldo, seguindo o método proposto por Consecana (2006).

O caldo extraído passou por uma filtragem em algodão hidrófilo, visando a retirada de algumas impurezas grosseiras. Foi realizada a determinação dos açúcares redutores (AR%caldo) e açúcares redutores totais no caldo (ART%caldo), de acordo com o método proposto por Lane e Eyon (1923). Já a determinação da porcentagem de sólidos solúveis (Brix), e os cálculos de açúcares redutores na cana (AR e ART% cana), fibra na cana, umidade e porcentagem de sacarose aparente na cana (Pol%cana) seguiram o método proposto por Consecana (2006). Em posse desses valores, foi possível realizar o cálculo (exemplificado abaixo) da previsão do volume processado e armazenado dos produtos, denominado açúcares totais recuperáveis (ATR). Esta ferramenta é utilizada na avaliação da qualidade da matéria prima e no pagamento final aos fornecedores de cana-de-açúcar (CONSECANA, 2006), e representa a capacidade de recuperação dos açúcares

presentes na matéria prima subtraídas das perdas no processo industrial (FERNANDES, 2003).

$ATR (kg t^{-1}) = (9,5263 \times Pol\%Cana^{(1)}) + (9,05 \times AR\%Cana^{(2)})$, onde:

⁽¹⁾Porcentagem de sacarose aparente na cana

⁽²⁾Porcentagem de açúcares redutores na cana.

A produtividade agrícola real, em toneladas de cana por hectare (TCH), foi mensurada a partir da pesagem das parcelas que compõem o experimento, utilizando uma plataforma com célula de carga, sendo realizada nos dias das colheitas (14/11/2013 e 24/11/2014, correspondendo as safras 2013/2014 e 2014/2015, respectivamente). Em posse da produtividade agrícola real, foi calculada a produtividade de açúcares totais recuperáveis por hectare, a partir da seguinte fórmula:

$ATR (t ha^{-1}) = TCH^{(1)} \times ATR^{(2)}$, sendo:

⁽¹⁾Produtividade de colmos real da parcela, em $t ha^{-1}$.

⁽²⁾Quantidade de açúcar total recuperável por tonelada de cana, em $kg t^{-1}$.

Da mesma forma, foram estimadas as prováveis receitas líquidas dos tratamentos, de acordo com o seguinte cálculo:

Receita Líquida ($R\$ ha^{-1}$) = (Valor do ATR acumulado ⁽¹⁾ x $ATR^{(2)}$ dos tratamentos) - custo de produção⁽³⁾, sendo:

⁽¹⁾Valor do ATR, em $R\$ kg^{-1}$, acumulado para a safra em estudo ($R\$0,4434$ e $R\$0,4629$ para as safras 2013/2014 e 2014/2015, respectivamente) disponível em UDOP (2015).

⁽²⁾Quantidade de açúcar total recuperável por hectare dos tratamentos estudados, em $kg ha^{-1}$

⁽³⁾Custo de produção: valores de custo de produção da cana-soca, conforme levantamento elaborado por Socicana (2015). Em virtude da utilização de diversos níveis de adubação e uso ou não do adubo biológico, o custo de produção foi diferente para cada um dos tratamentos e para cada safra (Tabelas 9 e 10)

Tabela 9: Custos estimados de produção dos tratamentos estudados, cana-soca de 2º corte, safra 2013/2014.

Níveis de adubação	Custo da adubação mineral	Custo da adubação Biológica ⁽²⁾	Custo de produção total ⁽¹⁾
	(R\$ ha ⁻¹)	(R\$ ha ⁻¹)	(R\$ ha ⁻¹)
NA0%	0,00	0,00	858,25
	0,00	172,00	1030,25
NA25%	150,00	0,00	1008,25
	150,00	172,00	1180,25
NA50%	300,00	0,00	1158,25
	300,00	172,00	1330,25
NA75%	450,00	0,00	1308,25
	450,00	172,00	1480,25
NA100%	600,00	0,00	1458,25
	600,00	172,00	1630,25

⁽¹⁾Custos de plantio e colheita não incluídos. ⁽²⁾Custo da adubação biológica, fornecida pelo fabricante, para a cultura da cana-de-açúcar, por safra.

Tabela 10: Custos estimados de produção dos tratamentos estudados, cana-soca de 3º corte, safra 2014/2015.

Níveis de adubação	Custo da adubação mineral	Custo da adubação Biológica ⁽²⁾	Custo de produção total ⁽¹⁾
	(R\$ ha ⁻¹)	(R\$ ha ⁻¹)	(R\$ ha ⁻¹)
NA0%	0,00	0,00	858,25
	0,00	172,00	1030,25
NA25%	165,00	0,00	1023,25
	165,00	172,00	1195,25
NA50%	330,00	0,00	1188,25
	330,00	172,00	1360,25
NA75%	495,00	0,00	1353,25
	495,00	172,00	1525,25
NA100%	660,00	0,00	1518,25
	660,00	172,00	1690,25

⁽¹⁾Custos de plantio e colheita não incluídos. ⁽²⁾Custo da adubação biológica, fornecida pelo fabricante, para a cultura da cana-de-açúcar, por safra.

Resultados e Discussão

Os valores médios de ATR (kg t⁻¹), TCH (t ha⁻¹), ATR (t ha⁻¹) e receita líquida (R\$ ha⁻¹), nas safras 2013/2014 e 2014/2015, foram organizados nas Tabelas 11 e 12, respectivamente. Quando ocorrida a interação entre os níveis de adubação (NA) e a ausência ou presença do adubo biológico (AB), os valores de desdobramento das variáveis foram organizados em Figuras, numeradas de 6 a 9.

Safra 2013/2014

As interações significativas ocorreram entre os níveis de adubação (NA) e o uso ou não do adubo biológico para todas variáveis estudadas (Tabela 11). Sendo assim, os dados serão discutidos de acordo com as figuras 6 a 9, representando os efeitos dessa interação.

Tabela 11. Valores médios de ATR (kg de açúcar total recuperável por tonelada de cana), TCH (toneladas de colmos por hectare), ATR (toneladas de açúcar total recuperável por hectare) e receita líquida (R\$ ha⁻¹) para os diferentes tratamentos estudados em cana-de-açúcar, soqueira de 11 meses de idade, safra 2013/2014, além da análise estatística.

Causas da Variação	ATR (kg t ⁻¹)	TCH (t ha ⁻¹)	ATR (t ha ⁻¹)	Receita líquida (R\$ ha ⁻¹)
Níveis de adubação (NA) (%)				
0	149,94 a	93,61 c	13,97 c	5314,53 b
25	146,30 ab	110,48 b	16,21 b	6084,39 ab
50	132,60 bc	131,43 a	16,81 ab	6429,63 a
75	133,59 bc	139,68 a	18,92 a	6826,92 a
100	130,32 c	129,15 a	17,26 ab	5928,98 ab
DMS (5%)	9,05	12,05	2,13	964,07
Aduco biológico (AB)				
Ausente	140,22 a	106,60 b	14,85 b	5398,88 b
Presente	136,89 a	135,14 a	18,41 a	6834,89 a
DMS (5%)	3,98	5,29	0,93	423,64
Estatística - Teste F				
(NA)	6,96**	43,58**	12,92**	6,31**
(AB)	1,21 ^{NS}	128,16**	63,42**	50,71**
(NA) x (AB)	3,55*	8,61**	5,63*	5,26**
C.V. (%)	5,96	5,71	7,36	9,02

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. NS - Não significativo. * - Significativo ao nível de 5 % de probabilidade. * - Significativo ao nível de 5 % de probabilidade ** - Significativo ao nível de 1 % de probabilidade (Teste F). CV - coeficiente de variação

ATR (kg t⁻¹)

Comparando-se os tratamentos sem a utilização do adubo biológico (Figura 6), observou-se um decréscimo nos valores de ATR a medida em que aumentaram-se os níveis de adubação mineral. Maiores valores da variável foram obtidos quando utilizadas 0 e 25% da adubação mineral (149,94 e 149,59 kg t⁻¹, respectivamente), em relação a utilização de 100% da adubação recomendada (123,68 kg t⁻¹). Tais valores foram superiores e inferior, respectivamente, ao ATR médio do Estado de São Paulo para a safra em questão (133,77 kg t⁻¹). Peres (2013), estudando os mesmos tratamentos em cana-planta (1º corte), encontrou diferentes resultados, sendo o valor de ATR mais elevado quando utilizada 75% da adubação recomendada (141,84 kg t⁻¹), em relação aos tratamentos com 25, 50 e 0% de adubação (124,10, 112,32 e 110,33 kg t⁻¹, respectivamente). Avaliando os efeitos de dois níveis de adubação mineral em cana-planta, Ribeiro et al (2015) não constatou alteração nos valores de ATR entre os níveis estudados. Já Pannuti (2012), observou menores valores de ATR quando utilizada doses maiores de adubação mineral nitrogenada, em seu trabalho. Estudando os efeitos de diferentes doses de adubação potássica em soqueiras de cana-de-açúcar, Feltrin et al.,(2010) encontraram valores semelhantes de concentrações de açúcares em todos os tratamentos. Já Pannuti et al.,(2013) obtiveram maiores valores da variável com o aumento nos níveis de adubação mineral nitrogenada.

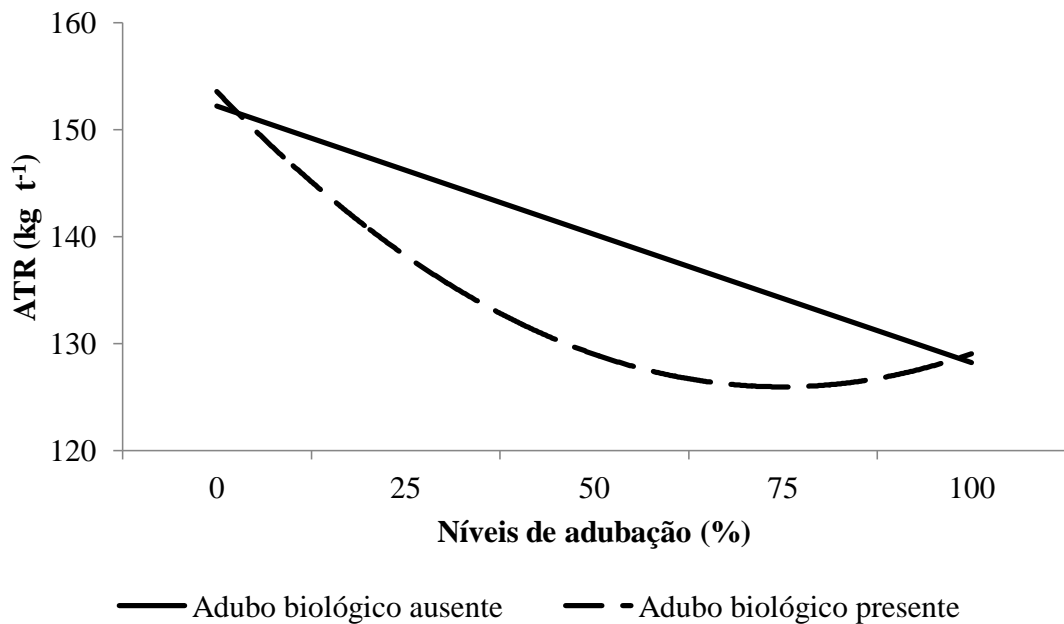
Quando comparados apenas os tratamentos na presença do adubo biológico (Figura 6), constatou-se menores valores de ATR conforme o aumento nos níveis de adubação mineral. O tratamento com ausência de adubação mineral (0%) obteve maior valor de ATR (152,22 kg t⁻¹) em relação aos tratamentos com 50, 75 e 100% da adubação recomendada (122,61, 129,64 e 128,96 kg t⁻¹, respectivamente). Tais valores foram superior e inferiores, respectivamente, ao ATR médio do Estado de São Paulo para a safra em questão (133,77 kg t⁻¹) (UDOP, 2015). Peres (2013) encontrou menor valor de ATR para o tratamento com 100% da adubação recomendada (93,25 kg t⁻¹).

Tanto na presença como na ausência de adubo biológico, o comportamento esperado foi confirmado, uma vez que foram observados maiores valores de ATR

quando reduzida a adubação mineral, e menores valores a medida em que os níveis de adubação foram aumentando. Uma possível explicação para tal comportamento seria a antecipação do período de maturação da planta nos tratamentos com níveis maiores de adubação, causado pela ausência de nutrientes no solo, levando a um maior acúmulo de sacarose nos colmos, mesmo nos tratamentos que receberam a adubação biológica (RODRIGUES, 1995).

Fazendo-se a comparação entre o uso ou não do adubo biológico (Figura 6), apenas o tratamento com 50% da adubação mineral recomendada mostrou diferença significativa, obtendo valor de ATR 14,01% menor quando utilizado o adubo biológico. Além de possivelmente fornecer nutrientes, matéria orgânica e promover o aumento da biodiversidade e atividade biológica da população microbiana do solo (ALBIACH et al, 2000), a adição do adubo biológico pode ter conduzido a uma melhora na estruturação do solo, devido ao maior desenvolvimento das raízes da planta, gerando uma melhor absorção dos nutrientes e conseqüentemente um maior crescimento da cultura e menor armazenamento de sacarose nos colmos (CELIK et al., 2004; GLIESSMAN, 2001; DELGADO et al., 2002; ARSHAD et al., 2004).

Menor valor de ATR, na presença do adubo biológico, também foi obtido por Peres (2013), porém para os tratamentos com 25, 75 e 100% da adubação recomendada. Bokhtiar e Sakurai (2005), avaliando os efeitos da combinação de adubação biológica e mineral em cana-de-açúcar de 2º corte, observaram maiores produções de açúcar quando utilizado um adubo biológico conhecido (esterco bovino) em combinação com adubação mineral.



Adubo Biológico	Teste F	R ²	Equação
Ausente	15,79**	0,8384	$y = 152,218667 - 0,24006667x$
Presente	11,46**	0,8581	$y = 154,310000 - 0,86680000x + 0,00691200x^2$

Figura 6. Efeito da interação obtida entre os níveis de adubação e a aplicação ou não do adubo biológico, para ATR (kg de açúcar total recuperável por tonelada de cana), safra 2013/2014.

TCH(t ha⁻¹)

A produtividade agrícola real foi crescente até o nível de 25% da adubação mineral recomendada na ausência do adubo biológico (Figura 7), onde a partir daí, manteve-se constante com o aumento nos níveis de adubação. O tratamento com 0% da adubação mineral recomendada mostrou o menor valor (86,35 t ha⁻¹) dentre todos os níveis de adubação estudados.

Na presença do adubo biológico (Figura 7), constatou-se aumento nos valores de TCH a medida que aumentaram-se os níveis de adubação mineral recomendada. O maior valor de TCH foi mostrado pelo tratamento com 75% da adubação (166,09 t ha⁻¹), valores intermediários pelos tratamentos com 50 e 100% da adubação (147,69 e 144,75 t ha⁻¹, respectivamente) e menores valores

apresentados pelos tratamentos com 25 e 0% (116,30 e 100,86 t ha⁻¹, respectivamente), da fertilização recomendada para a cultura.

Todos os tratamentos, na presença ou ausência do adubo biológico, apresentaram produtividades superiores a média do estado de São Paulo para a safra 2013/2014, a qual foi de 81,90 t ha⁻¹ (CONAB, 2015).

Tanto na presença como na ausência da adubação biológica, pode-se perceber que as produtividades reais dos tratamentos foram crescentes até um certo ponto, onde a partir daí os valores passaram a ser iguais ou menores. Tal fato pode, possivelmente, ter sido causado pelo aumento na salinidade do solo, oriundo das constantes adubações ao longo dos anos, levando a menores absorções de nutrientes e redução na produtividade da cultura (LIMA, 1998; KENNEDY, 1999; FREIRE; RODRIGUES, 2009; MUNNS, 2005; SILVA et al., 2003; LAVELLE, 2000).

Fazendo-se a comparação entre o uso ou não do adubo biológico (Figura 7), verificou-se maiores produtividades no emprego do adubo biológico em todos os tratamentos, com exceção do tratamento com 25% da adubação mineral recomendada, no qual concluiu-se que o uso do adubo biológico foi desimportante. O melhor resultado foi obtido pelo tratamento com 75% da adubação recomendada, mostrando o maior valor de produtividade na presença do adubo biológico, ou seja, 46,63% maior do que na ausência mesmo. Os outros tratamentos, da mesma forma, mostraram valores superiores na presença do adubo biológico, porém relativamente menores. O comportamento em si pode ser justificado pela eficiência e, conseqüentemente, maior economia no uso de adubos minerais, já que a adubação biológica propicia uma melhora no enraizamento da cultura, aumenta a fertilidade biológica do solo, e amplia consideravelmente a produtividade da cultura e qualidade da matéria prima, além de evitar maiores perdas dos nutrientes com desnitrificação, volatilização e lixiviação, liberando-os lentamente com o tempo de acordo com a necessidade da planta (CELIK et al., 2004; GLIESSMAN, 2001; DELGADO et al., 2002; ARSHAD et al., 2004). Bokhtiar e Sakurai (2005) encontraram resultados semelhantes aos da presente pesquisa, uma vez que a utilização de adubo biológico, combinada com 75% da adubação mineral recomendada, apresentou os melhores resultados, em seu estudo.

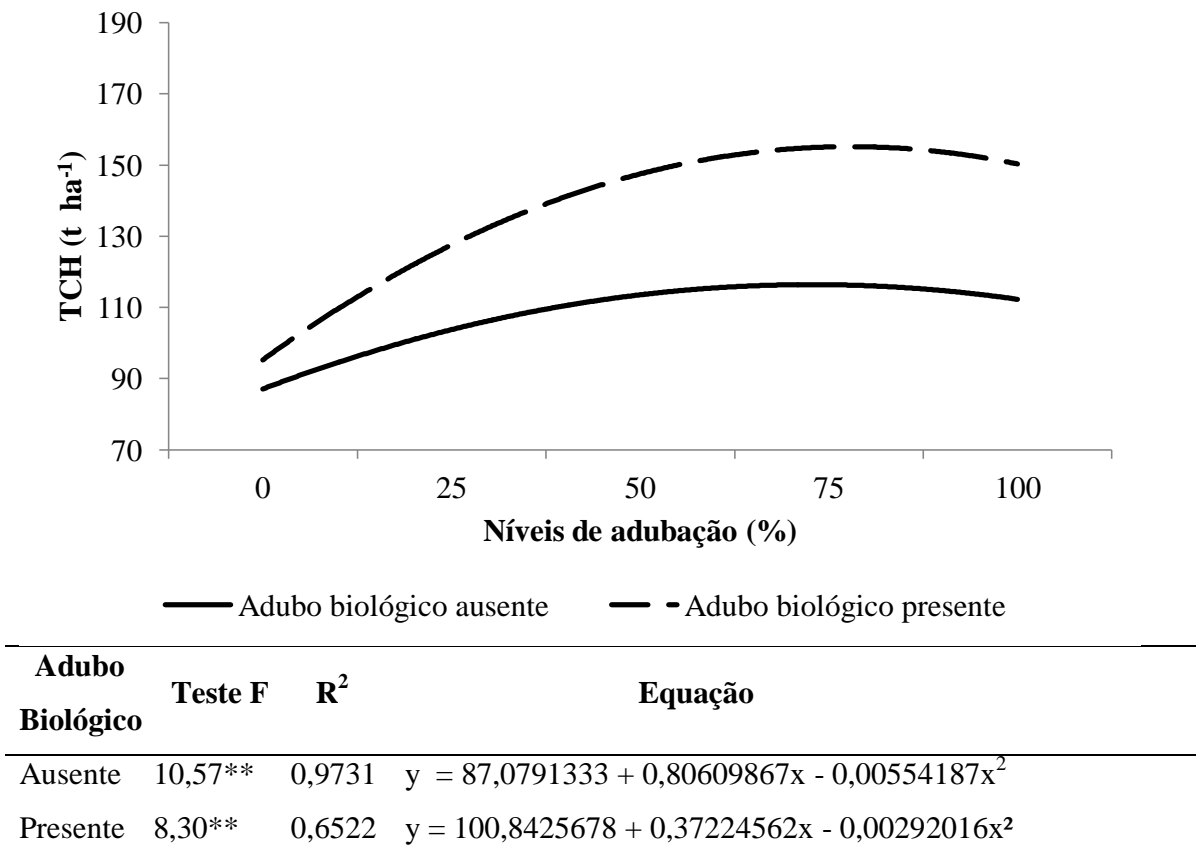


Figura 7. Efeito da interação obtida entre os níveis de adubação e a aplicação ou não do adubo biológico para TCH (produtividade agrícola real por hectare), safra 2013/2014.

ATR ($t\ ha^{-1}$)

A produtividade de ATR foi crescente até o nível de 25% da adubação mineral recomendada na ausência do adubo biológico, onde a partir daí, manteve-se constante com o aumento nos níveis de adubação (Figura 8). O tratamento com 25% da adubação mineral recomendada conseguiu um valor de ATR ($15,91\ t\ ha^{-1}$) superior ao encontrado pelo tratamento com 0% de adubação ($12,64\ t\ ha^{-1}$).

Na presença do adubo biológico, constatou-se elevação nos valores de ATR a medida em que aumentaram-se os níveis de adubação mineral recomendada (Figura 8). O tratamento com 75% da adubação recomendada obteve valor superior ($22,27\ t\ ha^{-1}$) em relação aos tratamentos com 50, 25 e 0% de adubação ($18,19$, $16,50$ e $15,30\ t\ ha^{-1}$, respectivamente).

Todos os valores encontrados, sendo na ausência ou presença do adubo biológico, foram superiores a média de ATR do estado de São Paulo para a safra em estudo, que foi de 10,95 t ha⁻¹ (UDOP, 2015).

Fazendo-se a comparação entre o uso ou não do adubo biológico, verificou-se maior valores de ATR quando o adubo biológico foi empregado, com exceção do tratamento com 25% da adubação recomendada, onde a utilização de adubação biológica foi irrelevante. O tratamento com 75% da adubação conseguiu os melhores resultados, apresentando uma produtividade 43,03% maior (22,27 t ha⁻¹) no emprego do adubo biológico em relação ao tratamento com ausência do mesmo (15,57 t ha⁻¹). Os outros tratamentos, da mesma forma, mostraram valores superiores na presença do adubo biológico, porém com incrementos menores.

O comportamento em si pode ser justificado pela eficiência e, conseqüentemente, maior economia no uso de adubos minerais, já que a adubação biológica propicia uma melhora no enraizamento da cultura, aumenta a fertilidade biológica do solo, e amplia consideravelmente a produtividade da cultura e qualidade da matéria prima, além de evitar maiores perdas dos nutrientes com desnitrificação, volatilização e lixiviação, liberando-os lentamente com o tempo de acordo com a necessidade da planta (CELIK et al., 2004; GLIESSMAN, 2001; DELGADO et al., 2002; ARSHAD et al., 2004). Assim, com o aumento da produtividade agrícola, a produtividade de ATR também se elevou.

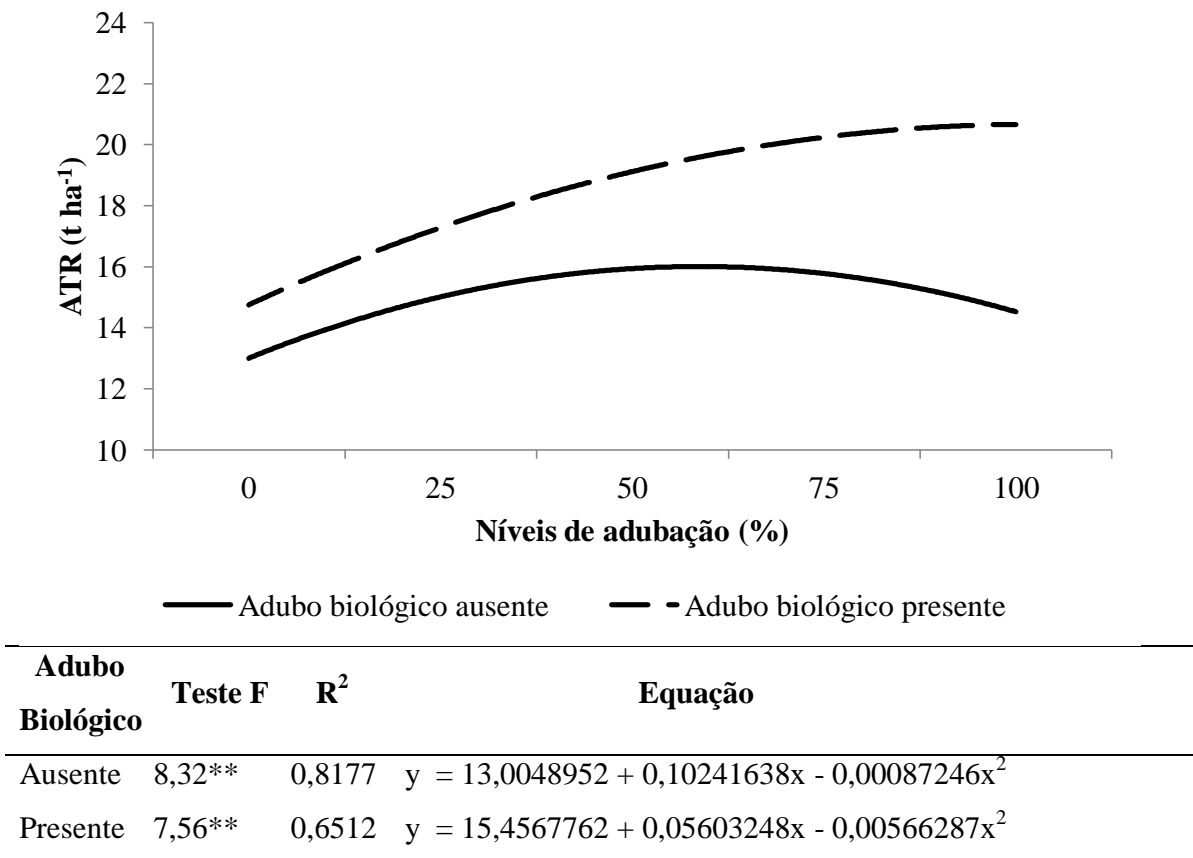


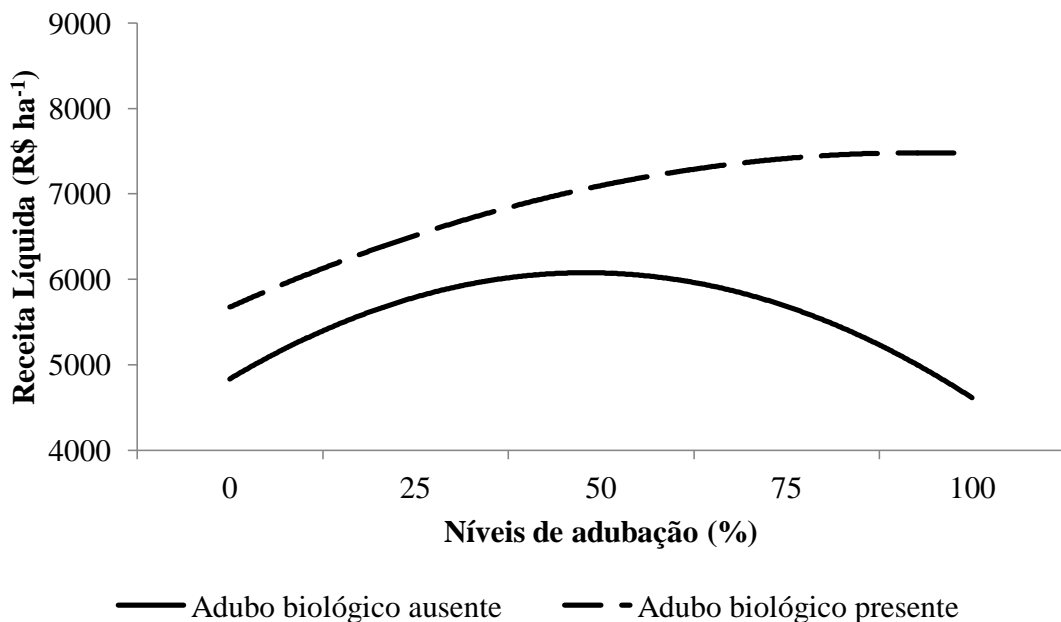
Figura 8. Efeito da interação obtida entre os níveis de adubação e a aplicação ou não do adubo biológico, para ATR (toneladas de açúcar total recuperável por hectare), safra 2013/2014.

Receita líquida (R\$ ha⁻¹)

A receita líquida dos tratamentos foi crescente até o nível de 50% da adubação mineral recomendada na ausência do adubo biológico, onde a partir daí, mostrou-se decrescente (Figura 9). O tratamento com 50% da adubação recomendada obteve maior receita (R\$6107,20 ha⁻¹) em relação ao tratamento com 100% da adubação (R\$4677,80 ha⁻¹).

Já na presença do adubo biológico, as receitas foram maiores com o aumento nos níveis de adubação (Figura 9). O tratamento com 75% da adubação mineral mostrou receita superior (R\$8112,70 ha⁻¹) aos tratamentos com 25 e 0% da adubação mineral recomendada (R\$6279,50 ha⁻¹ e R\$5850,00 ha⁻¹, respectivamente).

Comparado-se os efeitos da utilização ou não do adubo biológico, observou-se valores 53,49% 46,4% e 22,41% maiores, na presença da adubação biológica, para os tratamentos com 100, 75 e 0% da adubação mineral recomendada (R\$7180,20 ha⁻¹, R\$8112,7 ha⁻¹ e R\$5850,0 ha⁻¹, respectivamente), em relação a sua não utilização (R\$4677,80 ha⁻¹, R\$5541,10 ha⁻¹ e R\$4779,00 ha⁻¹, respectivamente).



Adubo Biológico	Teste F	R ²	Equação
Ausente	8,32**	0,7688	$y = 3515,58890 + 39,5852063x - 0,38925741x^2$
Presente	7,60**	0,6716	$y = 4459,51692 + 44,4914819x - 2,25777295x^2$

Figura 9. Efeito da interação obtida entre os níveis de adubação e a aplicação ou não do adubo biológico, para os valores de receita líquida (R\$ ha⁻¹), safra 2013/2014.

Para esta safra, pode-se observar que a cana-de-açúcar respondeu bem a adubação mineral até certo ponto, mesmo com um regime de chuvas favorável. Utilizando a adubação mineral recomendada para a cultura, os resultados ficaram aquém do esperado, concluindo que reduções nas adubações comumente utilizadas poderão se tornar realidade.

A combinação de uma reduzida adubação mineral com adubação orgânica mostrou-se promissora, incrementando as produtividades agrícolas e de ATR. Além disso, os tratamentos que receberam essa combinação mostraram-se mais rentáveis.

Safra 2014/2015.

De acordo com a Tabela 11, não ocorreram interações significativas entre os níveis de adubação (NA) e o uso ou não do adubo biológico (AB) para nenhuma das variáveis estudadas. Sendo assim, os resultados serão discutidos levando em consideração apenas a tabela principal (Tabela 11).

Tabela 11. Valores médios de ATR (kg de açúcar total recuperável por tonelada de cana), TCH (toneladas de colmos por hectare), ATR (toneladas de açúcar total recuperável por hectare) e receita líquida (R\$ ha⁻¹) para os diferentes tratamentos estudados em cana-de-açúcar, soqueira de 11 meses de idade, safra 2014/2015, além da análise estatística.

Causas da Variação	ATR kg t ⁻¹	TCH t ha ⁻¹	ATR t ha ⁻¹	Receita líquida R\$ ha ⁻¹
Níveis de adubação (%) (NA)				
0	149,68 a	72,56 a	10,86 a	5031,41 a
25	144,16 a	74,90 a	10,80 a	3836,57 b
50	142,77 a	73,22 a	10,44 a	3630,81 b
75	144,64 a	74,65 a	10,78 a	3718,30 b
100	127,58 b	68,06 a	8,67 b	2591,72 c
DMS (5%)	7,63	14,99	1,85	890,54
Adubo biológico (AB)				
Ausente	141,50 a	69,41 a	9,81 b	3516,93 b
Presente	142,03 a	75,94 a	10,81 a	4006,60 a
DMS (5%)	3,35	9,80	0,90	391,33
Estatística - Teste F				
(NA)	21,87**	0,62 ^{NS}	3,79*	17,33**
(AB)	0,11 ^{NS}	4,33 ^{NS}	5,41**	6,91**
(NA) x (AB)	0,50 ^{NS}	0,76 ^{NS}	0,88 ^{NS}	0,91 ^{NS}
C.V. (%)	3,08	11,81	11,40	13,56

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. NS - Não significativo. * - Significativo ao nível de 5 % de probabilidade. ** - Significativo ao nível de 1 % de probabilidade (Teste F). CV - coeficiente de variação

ATR (kg t⁻¹)

Observou-se que, a partir dos resultados obtidos (Tabela 11), não houve interação entre os níveis de adubação mineral e a utilização da adubação biológica. No geral, apenas o tratamento com 100% da adubação mineral mostrou valor inferior (127,58 kg t⁻¹) aos outros tratamentos, os quais não obtiveram diferenças significativas entre si (média de 145,31 kg t⁻¹). Tais valores foram, respectivamente, inferior e superior ao rendimento médio de ATR do estado de São Paulo para a safra em questão (138,32 kg t⁻¹) (UDOP, 2015).

Uma possível explicação para o tratamento com 100% da adubação mineral mostrar menor valor de ATR em relação aos outros, seria a antecipação do período de maturação da planta, causado pela ausência de nutrientes no solo, que levaram a um maior acúmulo de sacarose nos colmos dos tratamentos com adubação reduzida (RODRIGUES, 1995).

Avaliando os efeitos de dois níveis de adubação mineral em cana-planta, Ribeiro et al (2015) não constatou alteração nos valores de ATR entre os níveis de adubação estudados. Já Pannuti (2012), observou menores valores de ATR quando utilizada doses maiores de adubação mineral nitrogenada.

Estudando os efeitos de diferentes doses de adubação potássica em soqueiras de cana-de-açúcar, Feltrin et al.,(2010) encontraram valores semelhantes de concentrações de açúcares em todos os tratamentos. Já Pannuti et al.,(2013) obtiveram maiores valores da variável com o aumento nos níveis de adubação mineral nitrogenada. Peres (2013), em seu estudo, encontrou menor valor de ATR para o tratamento com 100% da adubação recomendada, combinada com adubação biológica.

Tendo em vista que, na comparação entre os tratamentos que receberam, a adubação biológica com aqueles onde não houve, não houveram diferenças significativas. Pode-se dizer então que, para a variável e safra em questão, a utilização do adubo biológico foi desimportante. Tal comportamento foi de encontro aos resultados encontrados por Peres (2013) e Bokhtiar e Sakurai (2005).

TCH (t ha⁻¹)

Observou-se que, a partir dos resultados obtidos (Tabela 11), não houve interação entre os níveis de adubação mineral e a utilização da adubação biológica. No geral, a produtividade média dos tratamentos foi de 72,68 t ha⁻¹, sendo semelhante a média do estado de São Paulo para a safra em questão (72,90 t ha⁻¹) (CONAB, 2015).

Comparando-se os tratamentos os quais houve a adição do adubo biológico com os tratamentos com ausência do mesmo (Tabela 11), não foram observadas diferenças significativas nas produtividades agrícolas reais. Pode-se dizer então que, para a variável e safra em questão, a utilização do adubo biológico foi desimportante. Tal comportamento foi de encontro aos resultados encontrados por Bokhtiar e Sakurai (2005), os quais observaram que o tratamento com utilização de adubo biológico (utilizando esterco bovino), combinado com 75% da adubação mineral recomendada, mostrou o maior valor em cana-soca de segundo corte.

Vale lembrar que a produtividade real dos tratamentos pode ter sido diretamente afetada pela instabilidade climática ocorrida em todo o Estado de São Paulo, a partir do final de 2013 até o final de 2014. De acordo com os dados climáticos da área, mostrados na Figura 5, o período de chuvas foi irregular e abaixo do normal para a época. Sem água, a planta não consegue absorver os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento, além da incapacitação dos micro-organismos contidos na adubação biológica.

Somada a essa escassez de chuvas, uma outra explicação plausível para as baixas produtividades, mesmo nos níveis maiores de adubação mineral e com adubação biológica, seria o excesso de sais no solo, causado pela constante adubação mineral ao longo dos anos. Possivelmente a constante adubação, somada a intensa atividade agrícola, intensificou o desgaste do solo (ZHAO et al., 2009), aumentando a concentração salina e conseqüentemente a pressão osmótica do solo, prejudicando o desempenho da cana-de-açúcar (SPOSITO; ZABEL, 2003; LIMA JUNIOR; SILVA, 2010).

ATR (t ha⁻¹)

Observou-se que, a partir dos resultados obtidos (Tabela 11), não houve interação entre os níveis de adubação mineral e a utilização da adubação biológica. No geral, o tratamento com 100% da adubação mineral mostrou menor produtividade de ATR (8,67 t ha⁻¹) em relação aos demais tratamentos, os quais apresentaram valores próximos entre si, com uma média de 10,70 t ha⁻¹. Tais valores foram, inferior e superior, respectivamente, a média do estado de São Paulo para a safra em questão (10,09 t ha⁻¹) (UDOP, 2015).

Comparando-se os valores médios de ATR dos tratamentos na presença e ausência do adubo biológico, foi observada um valor de ATR médio superior (10,81 t ha⁻¹) quando utilizado o adubo biológico, em relação a sua não utilização (9,81 t ha⁻¹).

Receita líquida (R\$ ha⁻¹).

Observou-se que, a partir dos resultados obtidos (Tabela 11), não houve interação entre os níveis de adubação mineral e a utilização da adubação biológica. As médias das receitas líquidas seguiram um padrão, onde a rentabilidade dos tratamentos diminuía de acordo com o aumento nos níveis de adubação. No geral, o tratamento com 0% da adubação mineral mostrou-se o mais rentável (R\$5031,41 ha⁻¹) dentre todos os tratamentos estudados. Indo de encontro a isso, o tratamento com 100% da adubação mineral obteve a menor rentabilidade (R\$2521,72 ha⁻¹) dentre todos.

A utilização de adubação biológica, para essa variável, mostrou-se positiva, visto que os tratamentos os quais receberam a adubação biológica, mostraram receita líquida média de R\$4006,60 ha⁻¹, valor superior aos tratamentos sem adubação biológica (R\$3516,93 ha⁻¹).

Para esta safra, pode-se observar que a adubação mineral não influenciou a produtividade da cana-de-açúcar. Além disso, com o aumento nos níveis de

adubação, o acúmulo de açúcares nos colmos foi decrescente, comportamento esse inverso ao esperado.

A combinação de uma reduzida adubação mineral com adubação orgânica mostrou-se promissora apenas na produtividade de ATR ($t\ ha^{-1}$), incrementando seus valores em relação a utilização de apenas adubos minerais. Por essa razão, os tratamentos que receberam tal combinação mostraram-se mais rentáveis.

Vale lembrar que a produtividade real dos tratamentos pode ter sido diretamente afetada pela instabilidade climática ocorrida em todo o Estado de São Paulo, a partir do final de 2013 até o final de 2014. De acordo com os dados climáticos da área, mostrados na Figura 5, o período de chuvas foi irregular e abaixo do normal para a época. Sem água, a planta não consegue absorver os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento, além da incapacitação dos micro-organismos contidos na adubação biológica.

Conclusão

- *Safra 2013/2014*
 - A combinação de adubação biológica com reduzidos níveis de adubação mineral mostrou-se efetiva, aumentando a produtividade agrícola, produtividade de ATR e receita líquida dos tratamentos.
 - O tratamento com 75% da adubação mineral, combinada com adubação biológica, obteve os melhores resultados.
 - Utilizando a adubação mineral recomendada para a cultura, os resultados ficaram aquém do esperado, induzindo a existência de problemas relacionados a concentrações mais elevadas de fertilizantes no solo.
 - Com os resultados obtidos, pode-se dizer que reduções nas adubações comumente utilizadas poderão se tornar realidade.
- *Safra 2014/2015*
 - A combinação de uma reduzida adubação mineral com adubação orgânica aumentou a produtividade de ATR.

- O tratamento com 0% da adubação mineral recomendada obteve os melhores resultados
- Doses mais elevadas de fertilizantes minerais não mostraram o efeito esperado, indicando a existência de problemas no solo devido a alta concentração de sais no solo.
- Possivelmente a falta de chuvas influenciou os resultados na safra em questão, diminuindo a absorção dos nutrientes e atividade dos micro-organismos.

Apesar das diferenças nos resultados das safras, o adubo biológico aliado a redução de fertilização mineral, mostrou-se efetivo e promissor. Apesar disso, há a necessidade de se realizarem novos estudos, principalmente a nível de solo, buscando-se conhecer todos os efeitos da adubação biológica em solos cultivados com cana-de-açúcar. Sendo assim, a hipótese inicialmente formulada foi confirmada.

Referências

ABEDI, T.; ALEMZADEH, A.; KAZEMEINI, S. A. Effect of organic and inorganic fertilizers on grain yield and protein banding pattern of wheat. **Australian Journal of Crop Science**. v. 4, n. 6, p.388-389, 2010. Disponível em: http://www.researchgate.net/publication/259180833_Effect_of_organic_and_inorganic_fertilizers_on_grain_yield_and_protein_banding_pattern_of_wheat. Acesso em: Set. 2015.

ALBIACH, R.; CANET, R.; POMARES, F.; INGELMO, F. Microbial biomass content and enzymatic activities after the application of organic amendments to a horticultural soil. **Bioresource Technology**, v. 75, n.1, p.43-48, 2000.

ARSHAD, M.; KHALID, A.; MAHMOOD, M. H.; ZAHIR, Z. A. Potential of nitrogen and L-tryptophan enriched compost for improving growth and yield of hybrid maize. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, v. 41, n. 1-2, p.16-24, 2004. Disponível em: http://www.researchgate.net/publication/268285411_POTENTIAL_OF_NITROGE

N_AND_LTRYPTOPHAN_ENRICHED_COMPOST_FOR_IMPROVING_GROWTH_AND_YIELD_OF_HYBRID_MAIZE. Acesso em: Set. 2015.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **Software AgroEstat - Sistema de análises estatísticas de ensaios agronômicos**. Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 2009

BELLINI G.; SCHMIDT FILHO E.; MORESKI, H. M. (2011) Influência da aplicação de um fertilizante biológico sobre atributos físicos e químicos do solo. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA CESUMAR, 2011, Maringá, Paraná. **Anais**. Disponível em: http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/gabriel_bellini.pdf. Acesso em: Ago. 2015.

BOKHTIAR, S.M.; SAKURAI, K. Effects of organic manure and chemical fertilizer on soil fertility and productivity of plant and ratoon crops of sugarcane. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 51, n.1, p.325-334, 2005.

CELIK, I.; ORTAS, I.; KILIC, S. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a chromoxerert soil. **Soil & Tillage Research**, v. 78, n.1, p. 59-67, 2004.

CEPAGRI/UNICAMP. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura. **Clima dos municípios paulistas**, 2015. Disponível em: http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_279.html. Acesso em: 20/05/2015

CONAB – COMPANHIA BRASILEIRA DE ABASTECIMENTO. **Séries históricas de área plantada com cana-de-açúcar, 2005/2006 a 2015/2016**. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=&Pagina_objcmsconteudos=2#A_objcmsconteudos. Acesso em: Out. 2015.

CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CONSECANA- SP). **Manual de instruções**. Piracicaba, 2006.

CTC- CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA Variedades CTC de Cana-de-açúcar - **Boletim Técnico**. Piracicaba, SP, Brasil. EPMG-CTC Edições Gráficas: 34-35, 2010.

DELGADO, A.; MADRID, A.; KASSEM, S., ANDREU, L.; CAMPILLO, M. C. (2002) Phosphorus fertilizer recovery from calcareous soils amended with humic and fulvic acids. **Plant and soil**, v. 245, n.1, p. 277-286, 2002. doi: 10.1023/A:1020445710584

DELEITO, C. S. R.; DO CARMO, M. G. F.; FERNANDES, M. C. A.; ABOUD, A. C. S. Ação bacteriostática do biofertilizante Agrobio in vitro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n. 2, p.281-284, 2005. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362005000200023>. Acesso em: Ago. 2015.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF, Brasil. 412p, 1999.

FELTRIN, M. S.; LAVANHOLI, M. G. D. P., SILVA, H. S., PRADO, R. M. Adubação potássica na produtividade da soqueira de cana-de-açúcar colhida sem queima. **Nucleus**, Ituverava, v.7, n.1, p.307-314, 2010.

FERNANDES, A. C. **Cálculos na Agroindústria da Cana-de-açúcar**. STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos, Piracicaba, p. 240, 2003.

FERNANDES FILHO, E. I. **Relações entre algumas práticas de manejo e aplicação de biofertilizante em propriedades físicas e químicas de um latossolo vermelho-escuro álico, fase cerrado**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa- MG, Brasil 62p, 1991.

FREIRE, A. L. O; RODRIGUES, T. J. D. A salinidade do solo e seus reflexos no crescimento, nodulação e teores de N, K e Na em leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Vit.). **Revista Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 6, n. 2, p.163-173, 2009.

FRIES, M. R.; AITA, C. Aplicação de esterco bovino e efluente de biodigestor em um solo podzólico vermelho-amarelo: efeito sobre a produção de matéria seca e absorção de nitrogênio pela cultura do sorgo. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 20, n. 1-2, p.137-145, 1990. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/revistaccr/index.php/RCCCR/article/view/730/727>. Acesso em: Set. 2015.

GLIESSMAN, S. R. (2001) **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2.ed. UFRGS, Porto Alegre, 653p.

KAZEMEINI, S. A.; HAMZEHZARGHANI, H.; EDALAT, M. The impact of nitrogen and organic matter on winter canola seed yield and yield components. **Australian Journal of Crop Science**, v. 4, n. 1, p. 335- 342, 2010. Disponível em: http://www.cropj.com/kazemeini_3_5_2010_335_342.pdf. Acesso em: Out. 2015.

KENNEDY, A. C. Bacterial diversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 74, n. 1, p.65-76, 1999.

LANE, J. H.; EYNON, L. (1934). **Determination of reducing sugars by Fehling's solution with methylene blue indicator**. London: Normam Rodge, 8p, 1934.

LAVELLE, P. Ecological challenges for soil science. **Soil Science**, Washington. v. 165, n. 1, p.73-86, 2000. Disponível em: http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/b_fdi_55-56/010021664.pdf. Acesso em: Set. 2015.

LIMA JUNIOR, J.A.; SILVA, A. L. P. Estudo do processo de salinização para indicar medidas de prevenção de solos salinos. **Enciclopédia Bioesfera**, Goiânia, v. 6, n.11 21p, 2010. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010c/estudo%20do%20processo.pdf>. Acesso em: Set. 2015.

MICROGEO - Adubação biológica. Disponível em: <http://www.microgeo.com.br/site/microgeo-adubacao>. Acesso em: Abril. 2015.

MUGWE, J.; MUGENDI, D.; KUNGU, J.; MUNA, M. M. Maize yields response to application of organic and inorganic input under on-station and on-farm experiments in central Kenya. **Experimental Agriculture**. v. 45, n. 1, p. 47-59, 2009. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S0014479708007084>

MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, v. 167, n. 3, p. 645-663, (2005).

OLIVEIRA, E. C. A.; FREIRE, J. F.; OLIVEIRA R. I.; OLIVEIRA, A. C.; FREIRE M. B. G. S. Acúmulo e alocação de nutrientes em cana-de-açúcar. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 3, p. 579-588, 2011. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902011000300002>.

PAN, G.; ZHOU, P.; LI, Z.; PETE, S.; LI, L.; QIU, D.; ZHANG, X.; XU, X.; SHEN, S.; CHEN, X. Combined inorganic/organic fertilization enhances N efficiency and increases rice productivity through organic carbon accumulation in a rice paddy from the Tai Lake region, China. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 131, n.1, p. 274-280, 2009. Disponível em: http://www.researchgate.net/publication/222062565_Combined_inorganicorganic_fertilization_enhances_N_efficiency_and_increases_rice_productivity_through_organic_carbon_accumulation_in_a_rice_paddy_from_the_Tai_Lake_region_China._Agric_Ecosys_Environ. Acesso em: Ago. 2015.

PANNUTI, L. E. R. **Incidência de *Diatraea saccharalis* fabr., 1794 (Lepidoptera: Crambidae) e *Mahanarva fimbriolata* Stal, 1854 (Hemiptera: Cercopidae), produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar em função da irrigação e da fertilização nitrogenada.** 2012, 89p. Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2012.

PANNUTI, L. E. R.; BALDIN, E. L. L.; GAVA, G. J. C.; KOLLN, O. T.; CRUZ, J. C. S. Danos do complexo broca-podridão à produtividade e à qualidade da cana-de-açúcar fertirrigada com doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 4, p. 381-387, 2013. doi: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2013000400005>>. Acesso em: Set. 2015.

PERES, C. M. **Qualidade da cana-de-açúcar influenciada por bioestimulante vegetal associado a fertilização mineral.** 2013, 72p. Trabalho de graduação em Engenharia Agrônoma, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal-SP, 2013.

PIMENTEL, D. Green Revolution and chemical hazards. **Science of the Total Environment** v.18, n. 1, p. 86-98, 1996.

RIBEIRO, F. C.; SILVA, J. I. C.; SARAIVA, A. S., BARRO FILHO, C. D., ARAÚJO, R. J. T., ERASMO, E. A. L.; Cana de açúcar no cenário energético tocantinense: influência da adubação química sobre variáveis agroindustriais. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**. v.4, n.2, p.24-37, 2015. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/rber/article/view/40981>. Acesso em: Set. 2015.

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar.** Botucatu. Instituto de Biociências, 1995, 69p.

ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar: indagações e reflexões.** Encarte de Informações Agrônomicas, n.110, 11p. 2005.

Disponível em: [http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/AD1D0D574326386683257AA1006BC3D8/\\$FILE/Enc6-11-110.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/AD1D0D574326386683257AA1006BC3D8/$FILE/Enc6-11-110.pdf).

ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F.; VITTI, A. C. Fertilidade do solo, nutrição e adubação. p. 221-237. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Ed.) **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agronômico, 882 p. 2008

SILVA, R. N.; MONTEIRO, V. N.; ALCANFOR, J. D.; ASSIS, E. M.; ASQUIERI, E. R. Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 337-341, 2003. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612003000300007>. Acesso em: Set. 2015.

SOCICANA - ASSOCIAÇÃO DOS FORNECEDORES DE CANA DE GUARIBA (2015). **Custo médio operacional região de Guariba/SP: Propriedade de média escala, 50 ha a 100 ha, out/nov/dez 2015**. Disponível em: <http://www.socicana.com.br/custo-de-producao>. Acesso em Jan. 2015.

SPIRONELLO, A.; RAIJ, B. VAN; PENATTI, C. P.; CANTARELLA, H.; MORELLI, J. L.; ORLANDO FILHO, J.; LANDELL, M. G. A.; ROSSETTO, R. (1996). Cana-de-açúcar. In: RAIJ, B. et al.,(1996) eds. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, 2.ed. Campinas, Instituto Agronômico/Fundação IAC, 1996. 237-239.

SPOSITO, G.; ZABEL, A. The assessment of soil quality. **Geoderma**, Amsterdam, v. 114, n. 3/4, p.143-144, 2003.

UDOP - UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA. **Produção Brasileira dos Estados no Setor de Açúcar e Etanol**, 2015. Disponível em: <http://www.udop.com.br/index.php?item=safras>. Acesso em: 20/05/2015.

VAN RAIJ, B.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1996. 285p. Boletim Técnico, 100

VAN STRAATEN, P. **Agrogeology – the use of rocks for crops**. Enviroquest, Cambridge, Ontario, Canada, 2007, 426p.

WU, S. C.; CAO, Z.H.; LIB, Z. G.; CHEUNGA, K. C.; WONGA, M. H. Effects of biofertilizers containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. **Geoderma**, Wageningen, v. 125, n. 1-2, p.155-166, 2005.

ZHAO, Y.; WANG, P.; Li, J.; CHEN, Y.; YING, X.; LIU, S. The effect of two organic manures on soil properties and crop yields on a temperate calcareous soil under a wheat-maize cropping system. **European Journal of Agronomy** v. 31 n. 1, p. 36-42, 2009.

CAPÍTULO 4 - Considerações Finais

A cana-de-açúcar é uma das culturas mais importantes no cenário atual brasileiro, principalmente a partir da virada do século. A partir da sua industrialização, são gerados inúmeros subprodutos importantes essenciais, sendo o açúcar e o etanol os mais importantes.

Apesar de possuir alta produção e produtividade ao longo de muitas safras consecutivas, sem a necessidade de um novo plantio, é uma cultura que responde bem a adubações minerais, sendo essas adubações menores em relação a outras culturas e em outros países.

Nos últimos anos, a falta de incentivos governamentais, somada a elevação dos custos de produção da cana-de-açúcar, levaram o setor sucroenergético, antes uma área da agricultura com uma das maiores rentabilidades, vir a passar uma grave crise financeira, levando a falência de inúmeras usinas e destilarias. Além disso, o produtor/fornecedor vem sendo prejudicado, de uma até mais expressiva que a indústria, onde muitos optam por arrendarem suas propriedades, diminuindo os prejuízos.

A pressão de custos vem sendo inerente à atividade agrícola relacionada a cultura, uma vez que o custo do dólar nos insumos, principalmente de fertilizantes minerais, reduz a margem de lucro do produtor. Por essa razão, o setor vem buscando formas de diminuir os custos com adubação mineral na cultura, de uma forma que não prejudique a produção, custos esses que podem chegar a 43% do custo total de produção da cana-de-açúcar, por safra.

Uma das alternativas para a redução da adubação mineral, sem o comprometimento da produção e produtividade é a utilização de adubos biológicos ou bioestimulantes vegetais.

Com base nos resultados apresentados nos capítulos antecedentes, pode-se inferir que a utilização de adubação biológica, combinada com teores reduzidos de adubações minerais, não influenciou a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar nas duas safras estudadas no presente trabalho. Apesar disso, a mesma combinação influenciou a produtividade agrícola e de ATR na cana-de-açúcar, principalmente na safra 2013/2014, sendo que a utilização de 75% da adubação mineral recomendada

para a cultura, combinada com a adubação biológica, promoveu as maiores produtividades agrícolas, produtividades de ATR e, conseqüentemente, a maior rentabilidade líquida.

Ainda com relação a safra 2013/2014, observou-se que na utilização da adubação recomendada para a cultura (100%), os resultados ficaram aquém do esperado, indicando a existência de problemas, não só relacionados a baixa rentabilidade, mas também a alta concentração de fertilizantes no solo.

Na safra 2014/2015, a utilização de adubação biológica não se mostrou tão eficiente quanto na safra anterior, acentuando uma rentabilidade líquida um pouco maior em relação a sua não utilização. Apesar disso, os dados podem ter sido influenciados pela instabilidade climática ocorrida na safra em questão, sendo o período de chuvas abaixo do normal para a época. Sem água, a planta não consegue absorver os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento, mesmo na presença do adubo biológico, já que os micro-organismos não conseguem realizar suas funções. Um exemplo disso é que os melhores resultados foram conseguidos na utilização de 0% da adubação mineral recomendada para a cultura,

Desta forma, é perceptível os benefícios que a adubação biológica combinada ou não com adubação mineral podem fornecer. Apesar disso, há a necessidade de se realizarem novos estudos, principalmente no solo, buscando-se conhecer os efeitos da adubação biológica em solos cultivados com cana-de-açúcar, sendo a área de pesquisa em questão bastante promissora, que no futuro pode vir a ser uma realidade para o setor.

APÊNDICE A
(material suplementar)

Tabela 1A. Características químicas do solo da área experimental. Jaboticabal-SP, 2007/2008.

	pH	P (resina)	M.O.	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V %
Amostras	CaCl ₂	mgdm ⁻³	gdm ⁻³	----- mmol _c dm ⁻³			-----		%	
0 - 25	5,3	22	19	3,8	37	16	31	56,8	87,8	65
25 - 50	5,3	18	15	3,5	28	12	25	43,5	68,5	64

FONTE: Departamento de solos – FCAV/UNESP 2007/2008.

Tabela 2A. Efeito da interação obtida entre os níveis de adubação e a aplicação ou não do adubo biológico, para Brix%Caldo (porcentagem de sólidos solúveis no caldo), safra 2013/2014.

Adubo Biológico	0%	25%	50%	75%	100%	Teste F
Ausente	21,00 Aab	21,37 Aa	19,97 Ab	20,80 Aab	20,57 Aab	9,53**
Presente	21,40 Aa	20,90 Aab	20,87 Aab	20,33 Ab	20,83 Aab	4,71**
Teste F	1,61 ^{NS}	2,16 ^{NS}	3,59 ^{NS}	3,09 ^{NS}	2,05 ^{NS}	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F. ^{NS}- não significativo pelo Teste F.

Tabela 3A. Efeito da interação obtida entre os níveis de adubação e a aplicação ou não do adubo biológico, para Fibra%Cana (porcentagem de fibra na cana), safra 2013/2014.

Adubo Biológico	0%	25%	50%	75%	100%	Teste F
Ausente	12,85 Ab	14,62 Aab	14,47 Aab	15,49 Aa	14,36 Aab	5,07**
Presente	13,27 Aa	13,37 Aa	14,60 Aa	14,08 Ba	14,98 Aa	3,13*

Teste F	0,49 ^{NS}	4,34 ^{NS}	0,05 ^{NS}	5,58*	1,10 ^{NS}
----------------	--------------------	--------------------	--------------------	-------	--------------------

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * - significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F. ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F. ^{NS} - não significativo pelo Teste F.

Tabela 4A. Efeito da interação obtida entre os níveis de adubação e a aplicação ou não do adubo biológico, para ART%Cana (porcentagem de açúcares redutores totais na cana), safra 2013/2014.

Adubo Biológico	0%	25%	50%	75%	100%	Teste F
Ausente	14,33 Aab	14,65 Aa	13,03 Ac	13,50 Aabc	13,34 Abc	5,32**
Presente	14,96 Aa	13,91 Aab	12,92 Abc	12,64 Ac	13,45 Abc	9,45**
Teste F	2,24 ^{NS}	3,07 ^{NS}	0,06 ^{NS}	4,25 ^{NS}	0,07 ^{NS}	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F. ^{NS} - não significativo pelo Teste F.

Tabela 5A. Efeito da interação obtida entre os níveis de adubação e a aplicação ou não do adubo biológico, para Pol%Cana (porcentagem de sacarose aparente na cana), safra 2013/2014.

Adubo Biológico	0%	25%	50%	75%	100%	Teste F
Ausente	15,30 Aab	15,57 Aa	13,90 Ac	14,33 Aabc	14,16 Abc	5,58**
Presente	15,86 Aa	14,83 Aab	13,77 Abc	13,46 Ac	14,27 Abc	9,43**
Teste F	1,64 ^{NS}	2,77 ^{NS}	0,14 ^{NS}	3,87 ^{NS}	0,06 ^{NS}	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F. ^{NS} - não significativo pelo Teste F.

Tabela 6A. Efeito da interação obtida entre os níveis de adubação e a aplicação ou não do adubo biológico, para Brix%Caldo (porcentagem de sólidos solúveis no caldo), safra 2014/2015.

Adubo Biológico	0%	25%	50%	75%	100%	Teste F
Ausente	20,50 Aa	20,20 Ab	20,40 Aa	20,20 Ab	20,20 Bb	15,00**
Presente	20,20 Abc	20,10 Ac	20,30 Aab	20,10 Ac	20,40 Aa	12,75**
Teste F	33,75**	3,75 ^{NS}	3,75 ^{NS}	3,75 ^{NS}	15,00**	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F. ^{NS}- não significativo pelo Teste F.

Tabela 7A. Efeito da interação obtida entre os níveis de adubação e a aplicação ou não do adubo biológico, para Fibra%Cana (porcentagem de fibra na cana), safra 2014/2015.

Adubo Biológico	0%	25%	50%	75%	100%	Teste F
Ausente	14,49 Ab	15,99 Aa	15,61 Aa	15,55 Aa	15,35A ab	7,37**
Presente	14,63 Ab	15,57 Aa	15,71 Aa	15,43 Aab	15,22 Aab	4,28*
Teste F	0,22 ^{NS}	2,06 ^{NS}	0,13 ^{NS}	0,17 ^{NS}	0,20 ^{NS}	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * - significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F. ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F. ^{NS}- não significativo pelo Teste F.

Tabela 8A. Efeito da interação obtida entre os níveis de adubação e a aplicação ou não do adubo biológico, para ART%Cana (porcentagem de açúcares redutores totais na cana), safra 2014/2015.

Adubo Biológico	0%	25%	50%	75%	100%	Teste F
Ausente	14,21 Aa	13,53 Aa	13,27 Aa	13,99 Aa	11,99 Ab	11,71**
Presente	14,46 Aa	13,40 Aa	13,60 Aa	13,84 Aa	11,98 Ab	13,01**
Teste F	0,48 ^{NS}	0,14 ^{NS}	0,83 ^{NS}	0,17 ^{NS}	0,00 ^{NS}	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F. ^{NS}- não significativo pelo Teste F

Tabela 9A. Efeito da interação obtida entre os níveis de adubação e a aplicação ou não do adubo biológico, para Pol%Cana (porcentagem de sacarose aparente na cana), safra 2014/2015.

Adubo Biológico	0%	25%	50%	75%	100%	Teste F
Ausente	15,34 Aa	14,72 Aa	14,38 Aa	14,94 Aa	13,11 Ab	10,41**
Presente	15,51 Aa	14,64 Aa	14,78 Aa	14,92 Aa	12,94 Ab	13,29**
Teste F	0,20 ^{NS}	0,05 ^{NS}	1,09 ^{NS}	0,00 ^{NS}	0,20 ^{NS}	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F. ^{NS}- não significativo pelo Teste F.

Tabela 10A. Efeito da interação obtida entre os níveis de adubação e a aplicação ou não do adubo biológico, para ATR (quilos de açúcares totais recuperáveis por tonelada de cana), safra 2013/2014.

Adubo Biológico	0%	25%	50%	75%	100%	Teste F
Ausente	147,66 Aa	149,59 Aa	142,60 Aab	137,54 Aab	123,69 Ab	4,71**
Presente	152,22 Aa	143,02 Aab	122,61 Bb	129,64 Ab	128,96 Ab	5,80**
Teste F	0,46 ^{NS}	0,95 ^{NS}	8,76**	1,37 ^{NS}	1,87 ^{NS}	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F. ^{NS}- não significativo pelo Teste F

Tabela 11A. Efeito da interação obtida entre os níveis de adubação e a aplicação ou não do adubo biológico, para TCH (toneladas de cana por hectare), safra 2013/2014.

Adubo Biológico	0%	25%	50%	75%	100%	Teste F
Ausente	86,35 Bb	104,66 Aa	115,17 Ba	113,27 Ba	113,54 Ba	9,12**
Presente	100,86 Ac	116,30 Ac	147,69 Ab	166,09 Aa	144,75 Ab	43,08**
Teste F	6,62*	4,27 ^{NS}	33,26**	87,80**	30,67**	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F. * - significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F. ^{NS}- não significativo pelo Teste F.

Tabela 12A. Efeito da interação obtida entre os níveis de adubação e a aplicação ou não do adubo biológico, para ATR (toneladas de açúcares totais recuperáveis por hectare), safra 2013/2014.

Adubo Biológico	0%	25%	50%	75%	100%	Teste F
Ausente	12,64 Bb	15,91 Aa	15,42 Bab	15,57 Bab	14,71 Bab	3,44**
Presente	15,30 Ac	16,50 Ac	18,19 Abc	22,27 Aa	19,81 Aab	15,11**
Teste F	7,08*	0,34 ^{NS}	7,66**	44,88**	26,01**	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * - significativo

ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F. ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F. ^{NS} - não significativo pelo Teste F

Tabela 13A. Efeito da interação obtida entre os níveis de adubação e a aplicação ou não do adubo biológico, para receita líquida (R\$ por hectare), safra 2013/2014.

Adubo Biológico	0%	25%	50%	75%	100%	Teste F
Ausente	4779,0 Bab	5889,3 Aab	6107,2 Aa	5541,1 Bab	4677,8 Bb	4,10*
Presente	5850,0 Ab	6279,5 Ab	6752,0 Aab	8112,7 Aa	7180,2 Aab	7,47**
Teste F	5,64*	0,75 ^{NS}	2,05 ^{NS}	32,53**	30,80**	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * - significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F. ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F. ^{NS} - não significativo pelo Teste F.

Tabela 14A. Efeito da interação obtida entre os níveis de adubação e a aplicação ou não do adubo biológico, para ATR (quilos de açúcares totais recuperáveis por tonelada de cana), safra 2014/2015.

Adubo Biológico	0%	25%	50%	75%	100%	Teste F
Ausente	149,22 Aa	144,32 Aa	140,73 Aa	144,19 Aa	129,05 Ab	9,03**
Presente	150,16 Aa	144,00 Aab	144,80 Aa	145,10 Aa	126,12 Ab	13,34**
Teste F	0,07 ^{NS}	0,01 ^{NS}	1,30 ^{NS}	0,06 ^{NS}	0,67 ^{NS}	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

^{NS} - não significativo pelo Teste F.

Tabela 15A. Efeito da interação obtida entre os níveis de adubação e a aplicação ou não do adubo biológico, para ATR (quilos de açúcares totais recuperáveis por tonelada de cana), safra 2014/2015.

Adubo Biológico	0%	25%	50%	75%	100%	Teste F
Ausente	149,22 Aa	144,32 Aa	140,73 Aa	144,19 Aa	129,05 Ab	9,03**
Presente	150,16 Aa	144,00 Aab	144,80 Aa	145,10 Aa	126,12 Ab	13,34**
Teste F	0,07 ^{NS}	0,01 ^{NS}	1,30 ^{NS}	0,06 ^{NS}	0,67 ^{NS}	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F. ^{NS}- não significativo pelo Teste F.

Tabela 16A. Efeito da interação obtida entre os níveis de adubação e a aplicação ou não do adubo biológico, para TCH (toneladas de cana por hectare), safra 2013/2014.

Adubo Biológico	0%	25%	50%	75%	100%	Teste F
Ausente	64,70 Aa	70,00 Aa	72,56 Aa	73,43 Aa	66,38 Aa	0,59 ^{NS}
Presente	80,42 Ba	79,80 Aa	73,87 Aa	75,86 Aa	69,74 Aa	0,79 ^{NS}
Teste F	5,03*	1,95 ^{NS}	0,03 ^{NS}	0,12 ^{NS}	0,23 ^{NS}	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * - significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F. ^{NS}- não significativo pelo Teste F.

Tabela 17A. Efeito da interação obtida entre os níveis de adubação e a aplicação ou não do adubo biológico, para receita líquida (R\$ por hectare), safra 2013/2014

Adubo Biológico	0%	25%	50%	75%	100%	Teste F
Ausente	4476,4 Ba	3522,7 Aab	3432,1 Aab	3622,5 Aab	2528,0 Ab	5,53**
Presente	5586,4 Aa	4147,5 Ab	3829,5 Abc	3814,1 Abc	2655,5 Ac	7,33**
Teste F	7,10**	2,23 ^{NS}	0,91 ^{NS}	0,21 ^{NS}	0,09 ^{NS}	

Letras maiúsculas – comparação na vertical. Letras minúsculas – comparação na horizontal. Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F. ^{NS}- não significativo pelo Teste F.