

UFPR - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DAIANE APARECIDA MARINO

ADUBAÇÃO FLUIDA APLICADA VIA SOLO NA CULTURA DA CANA-DE-
AÇÚCAR.

CURITIBA

2020

DAIANE APARECIDA MARINO

ADUBAÇÃO FLUIDA APLICADA VIA SOLO NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Pós Graduação em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialização.

Orientador: Prof. Dr. Volnei Paulleti.
Coorientador: Prof. Bruna Ramalho

CURITIBA

2020

RESUMO

O presente trabalho refere-se ao estudo da introdução e uso de fertilizantes fluidos minerais com aplicação via solo no Brasil, abrangendo seus principais desafios, vantagens, desvantagens, viabilidade econômica e de manejo, voltados principalmente à cultura da cana-de-açúcar na região de Ribeirão Preto-SP. A metodologia da pesquisa utilizada será do tipo descritiva e aplicada com uma abordagem qualitativa. Para compor o entendimento inicial a introdução ao uso dos fertilizantes fluidos minerais no Brasil, foram realizadas pesquisas de revisão bibliográfica e pesquisas de campo, onde, para este último, a utilização da adubação fluida mineral via solo na cultura da cana-de-açúcar já vem sendo realizada. A partir da análise do material revisado bibliograficamente, dos resultados obtidos em campo e da avaliação dos produtores, os resultados da pesquisa mostraram a viabilidade da adubação fluida, obtendo resultados muitas vezes satisfatórios se comparada à adubação sólida. No entanto, o presente trabalho também demonstrará que há condições em que adubação fluida pode se tornar inviável com relação à adubação sólida. O retorno fornecido pelos produtores demonstrou um cenário de demanda em ascensão exponencial à utilização da adubação fluida mineral via solo na cultura da cana-de-açúcar na região em questão.

Palavras-chave: Fertilizantes minerais líquidos. Adubos fluidos. Adubos líquidos. Nutrição vegetal. Agricultura. Nutrientes.

ABSTRACT

The present work refers to the study of the introduction and use of mineral fluid fertilizers with soil application in Brazil, covering its main challenges, advantages, disadvantages, economic viability and management, mainly focused on sugarcane cultivation in the region of Ribeirão Preto- SP. The research methodology used will be of the descriptive type and applied with a qualitative approach. In order to compose the initial understanding of the introduction to the use of mineral fluid fertilizers in Brazil, bibliographical review and field researches were carried out, where, for the latter, the use of mineral fluid fertilization via soil in sugarcane cultivation has already been carried out. From the analysis of the bibliographically reviewed material, the results obtained in the field and the evaluation of the producers, the results of the research showed the viability of fluid fertilization, obtaining results that are often satisfactory when compared to solid fertilization. However, the present work will also demonstrate that there are conditions under which fluid fertilization may become unfeasible with respect to solid fertilization. The return provided by producers demonstrated a scenario of exponential demand for the use of mineral fluid fertilization via soil in sugarcane cultivation in the region in question.

Keywords: Liquid mineral fertilizers. Fluid fertilizers. Liquid fertilizers. Vegetable Nutrition. Agriculture. Nutrients.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	10
1.1 OBJETIVOS.....	8
2 SOBRE ADUBOS FLUIDOS	9
2.1 FABRICAÇÃO DE ADUBOS FLUIDOS	9
2.2 MATÉRIAS PRIMAS UTILIZADAS NA FABRICAÇÃO DE ADUBOS FLUIDOS.....	9
2.2.1 Matérias primas fornecedoras de macronutrientes primários	10
2.2.2 Matérias primas fornecedoras de macronutrientes secundários	10
2.2.3 Matérias primas fornecedoras de micronutrientes	11
2.3 PROPRIEDADES FÍSICAS DOS ADUBOS FLUIDOS.....	12
3 ADUBAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR	14
4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS ADUBOS FLUIDOS EM COMPARAÇÃO AOS ADUBOS SÓLIDOS CONVENCIONAIS	18
5.1 POSSIBILIDADES NA DOSAGEM DE ADUBOS FLUIDOS.....	23
6 ALGUNS CASOS EM QUE FOI REALIZADA ADUBAÇÃO FLUIDA NA CANA- DE-AÇÚCAR.....	25
6.1 PRIMEIRO CASO DE ADUBAÇÃO FLUIDA EM CANA-DE-AÇÚCAR	25
6.1.1 Declaração do Produtor	29
6.2 SEGUNDO CASO DE ADUBAÇÃO FLUIDA EM CANA-DE-AÇÚCAR.....	30
6.2.1 Declaração do Engenheiro Agrônomo responsável	31
7 CONCLUSÕES	32
REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

O início da utilização dos adubos fluidos minerais com o claro objetivo de aumento na produção e utilização agronômica ocorreu nos EUA, mais especificamente no Estado da Califórnia, de forma bastante modesta, por volta de 1920 (BEATON; MURPHY, 1988).

A introdução da adubação fluida no Brasil se iniciou com a utilização do chorume no século XIX, por volta de 1896 houve a rega dos cafezais com adubos minerais dissolvidos, na década de 60 o Brasil iniciou a produção de adubo fluido com a fabricação do URAN, em 1980 as usinas de açúcar começaram a utilizar suspensões e soluções NK e NPK (VITTI; BOARETTO, 1994), muito se avançou no cenário de consumo de adubos fluidos no país, com expressiva notoriedade a partir do ano de 2011 (REDI FERTILIZANTES, 2016). Desde então, um novo mercado de adubação passou a ser vislumbrado tanto pelas indústrias fornecedoras, quando pelos grandes produtores.

Atualmente são mais de 500 empresas ativas com mais de 600 unidades produtoras do segmento de tecnologia em nutrição vegetal no Brasil, que geraram mais de 18 mil empregos até o início de 2018. Além disso, o investimento em pesquisa e desenvolvimento pelas indústrias foi de 265 milhões de reais em 2017 (ABISOLO, 2017).

Com relação à cultura da cana-de-açúcar, o Brasil é o maior produtor mundial, com produção superior a 600 milhões de toneladas de cana por safra. Praticamente 60% dessa cana é produzida no interior paulista, a maior parte na região de Ribeirão Preto (CONAB, 2018), onde foram realizadas as adubações que trataremos adiante. Apesar da utilização de adubos fluidos no Brasil não ser novidade, ainda encontra resistência devido à pouca disponibilidade de informação clara e objetiva aos produtores de cana-de-açúcar, que ainda possuem dúvidas relacionadas à sua efetividade. Isso se deve muito ao fato de que, com poucas exceções, o emprego dos adubos fluidos não foi precedido de um estudo aprofundado com dados comprobatórios.

Há várias definições para adubos fluidos ou fertilizantes fluidos. Considerando-se a definição de adubo fluido cabem o chorume, a vinhaça, e demais fertilizantes, mistos ou complexos que são fabricados, armazenados, transportados e aplicados nas lavouras em estado líquido (VITTI; BOARETTO,1994). Apesar de utilizarmos muito o termo “adubo fluido” ou “fertilizante fluido”, essas denominações não são um consenso entre pesquisadores e indústrias. Muitos defendem a tese de que os adubos fluidos são, na verdade, adubos convencionais, sejam eles granulados ou não, os quais foram dissolvidos em água para sua utilização. No entanto, o termo adubos fluidos será utilizado no presente trabalho por se considerar o mais indicado, por se referir ao produto cuja natureza física é líquida, quer seja solução ou suspensão.

Este trabalho aborda aspectos relacionados à produção, utilização e resultados da adubação fluida via solo em substituição aos adubos sólidos, bem como dados de seu uso no Brasil e estudos de casos da aplicação em cana-de-açúcar. Tem o propósito de agrupar informações que permitam ao leitor análise de viabilidade de uso em sua região ou propriedade.

1.1 OBJETIVOS

- Objetivo Geral

Descrever aspectos técnicos, vantagens e desvantagens da adubação fluída aplicada via solo e demonstrar alguns resultados práticos obtidos na adubação da cana-de-açúcar .

- Objetivo Específicos

- Descrever as características dos adubos fluidos para aplicação via solo;
- Identificar se houver, as dificuldades para implementação da adubação fluída via solo;
- Demonstrar as vantagens da adubação fluída nos aspectos econômicos e agrícolas;
- Demonstrar resultados práticos obtidos com a aplicação de adubos fluidos na cultura da cana-de-açúcar obtidos região de Ribeirão Preto- SP, com análise de viabilidade de sua implementação.

2 SOBRE ADUBOS FLUIDOS

Os adubos fluidos como o próprio nome sugere, são fertilizantes simples ou complexos, cuja característica é poderem ser manipulados, transportados, armazenados e distribuídos na lavoura na forma fluida, ou seja, no estado líquido. Tal característica pode atribuir inúmeras vantagens a este tipo de adubo, como também pode torná-lo inviável em algumas situações.

2.1 FABRICAÇÃO DE ADUBOS FLUIDOS

São utilizados comumente dois processos para fabricação de adubos fluidos a mistura a frio (cold mix) e a mistura a quente (hot mix), onde são obtidas suspensões e soluções (BICHARRA, 1990; ACHORN & COX, 1971).

Na mistura a frio, onde não há liberação de calor, as matérias primas fornecedoras de nutrientes são dissolvidas em água, respeitando-se a incompatibilidade entre elas e a solubilidade de cada uma. Para soluções não deve haver a presença de partículas ou cristais, ou seja, todos os nutrientes devem estar dissolvidos no meio aquoso, a solução deve ser límpida e homogênea. Já nas suspensões, há a presença de partículas e geralmente é adicionada argila ou outro agente suspensor para evitar a sedimentação ou separação de fases, pois nem toda a matéria prima foi 100% solubilizada. O processo de fabricação de adubos fluidos a frio é muito simples e não demanda muitos equipamentos, de modo geral, sem ponderar as etapas de armazenamento, apenas de preparo, esse processo necessita apenas de um tanque de mistura com agitação adequada e produz adubos fluidos fornecedores de N, P, K, NP, NK, PK, NPK, mais micronutrientes.

A mistura a quente geralmente é utilizada na fabricação de adubos fluidos complexos, ou seja, que envolvem reação química, liberando energia na forma de calor. O processo de mistura a quente é um pouco mais trabalhoso e envolve mais recursos que o processo de mistura a frio, pois demanda o controle de temperatura, geralmente feito por um trocador de calor, mas não deixa de ser também um processo classificado como simples.

2.2 MATÉRIAS PRIMAS UTILIZADAS NA FABRICAÇÃO DE ADUBOS FLUIDOS

A qualidade das matérias primas utilizadas na fabricação dos adubos fluidos e sólidos é de primordial importância, porém, certas características das matérias

primas são extremantes relevantes ou indiferentes dependendo do estado físico do adubo. Por exemplo, a granulometria que se relaciona a forma e tamanho das partículas das matérias primas é uma característica importantíssima na fabricação de adubos sólidos e inexpressiva na fabricação de adubos fluidos, já a solubilidade da matéria prima é extremamente importante na fabricação de adubos fluidos e desnecessária na fabricação de adubos sólidos.

Geralmente as matérias primas são classificadas em:

- Macronutrientes primários: nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K);
- Macronutrientes secundários: cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S);
- Micronutrientes: zinco (Zn), cobre (Cu), boro (B), manganês (Mn), ferro (Fe) e molibdênio (Mo).

2.2.1 Matérias primas fornecedoras de macronutrientes primários

As matérias primas comumente utilizadas na fabricação de adubos fluidos fornecedoras de nitrogênio (N) são: ureia, nitrato de amônio, sulfato de amônio, URAN que é uma mistura de nitrato de amônio e ureia sob temperatura, existem outras fontes com menor representatividade.

As fontes de fósforo (P_2O_5) normalmente utilizadas na fabricação de adubos fluidos são ácido ortofosfórico ou ácido fosfórico, fosfatos de amônio conhecidos como MAP e DAP entre outros menos expressivos.

A principal fonte de potássio (K_2O) para os adubos fluidos é o cloreto de potássio. Há também fontes como hidróxido de potássio, nitrato de potássio e sulfato de potássio, usados em menor quantidade devido o valor, algumas particularidades, incompatibilidades e solubilidade. As fontes de potássio são quase em sua totalidade importadas.

2.2.2 Matérias primas fornecedoras de macronutrientes secundários

O enxofre (S) pode ser utilizado na forma elementar (S) nesta forma é usado apenas em suspensões por não ser solúvel, ou na forma de sulfatos ligados a moléculas de oxigênio, são diversas as fontes de enxofre, geralmente as matérias primas sulfatos fornecedoras de micronutrientes também fornecem o enxofre. O

bissulfito de amônio é uma boa fonte de enxofre para ser usada em formulações fluidas.

O sulfato de magnésio ($MgSO_4$) é a fonte mais utilizada na fabricação de adubos fluidos, o custo é um dos grandes motivos, como já citado acima, por se tratar de um sulfato também fornece enxofre.

Devido sua solubilidade muito limitada o cálcio (Ca) é utilizado nos adubos fluidos apenas em suspensões, as matérias primas comumente usadas são a cal, a cal hidratada e o carbonato de cálcio que devem ser finamente moídas.

2.2.3 Matérias primas fornecedoras de micronutrientes

A fonte de boro (B) mais utilizada é o ácido bórico por ser uma rica fonte de Boro, compatibilidade com quase todos ou outros nutrientes e ter valor de custo mais baixo.

O cobre (Cu) pode ser aplicado em seus mais diversos compostos inclusive quelatos, na forma de sulfato é normalmente mais utilizado e também fornece enxofre.

O manganês (Mn) pode ser usado na forma de quelatos, mas sua maior utilização nas formulações de adubos fluidos é na forma de sulfato de manganês.

O ferro (Fe) pode ser usado na forma de sulfato ferroso ou sulfato de ferro solúvel, sulfato férrico, quelatos entre outras.

O sulfato de zinco ($ZnSO_4$) é o composto fornecedor deste nutriente mais empregado na fabricação de adubos fluidos, também fornece enxofre e tem uma ótima solubilidade.

Para o molibdênio (Mo) a matéria prima mais utilizada é o molibdato de sódio. Os compostos que fornecem molibdênio comumente tem custo elevado, sendo o molibdato de sódio o que no momento tem melhor custo versus teor de nutriente.

2.3 PROPRIEDADES FÍSICAS DOS ADUBOS FLUIDOS

As propriedades físicas dos adubos fluidos são importantes para a obtenção de um fertilizante de qualidade e com facilidade de aplicação no campo, algumas das mais importantes são a densidade, a viscosidade e o tamanho e forma dos cristais das suspensões.

- Densidade

A densidade é uma das características físicas mais importantes dos adubos fluidos, no processo produtivo permite avaliar o produto que está sendo preparado, no campo, precisamos dela para a determinação da dosagem em kg versus volume de produto utilizado, podendo assim determinar o quanto em volume de fertilizante estamos dosando e o quanto em kg de nutrientes tal volume fornece.

- Viscosidade

A viscosidade do adubo fluido trata da resistência deste ao movimento ou escoamento, sendo esta propriedade um limitante para regiões de baixas temperaturas, nas quais alguns adubos fluidos podem apresentar aumento da viscosidade, podendo inviabilizar a aplicação. Essa propriedade merece atenção especial, está diretamente relacionada as matérias primas utilizadas, o teor de impureza e a formulação. Esse parâmetro é utilizado no dimensionamento do sistema de transporte, desde o processo produtivo até a aplicação no campo.

- Tamanho, forma dos cristais e sedimentação em adubos fluidos classificados como suspensões

O tamanho e forma dos cristais podem causar problemas na aplicação, sendo muito importante conhecê-los para que não haja entupimento dos bicos dosadores. Quando o adubo líquido utilizado se tratar de uma suspensão, ou seja, uma fase sólida dispersa em meio líquido e não for possível estabilizá-la no meio, é necessário que durante o carregamento, descarregamento e dosagem o adubo líquido permaneça sob agitação constante, para que seja mantida a homogeneidade na aplicação e para que a fase sólida não se aglomere no fundo dos tanques, ocasionando possíveis entupimentos das tubulações e bicos aplicadores.

O tempo de estocagem do adubo fluido em suspensão também deve ser observado, pois suas características podem sofrer alterações significativas em períodos prolongados de armazenamento (CALMONOVICI; BICHARA, 1987). Com o tempo as partículas em suspensão podem se depositar no fundo do tanque de armazenamento, formando uma massa, aderindo-se a ele ou unindo-se umas as outras. Tal fenômeno interfere na qualidade e homogeneidade do adubo fluido em suspensão. Para minimizar este problema, são usados agentes suspensores como argilas, a fim de manter as partículas dispersas no meio. Um fertilizante é considerado de boa qualidade, considerando-se a sedimentação dos cristais, quando todos os cristais estão mantidos em suspensão durante a estocagem estática, ou seja, sem agitação, ou quando a sedimentação não ultrapasse 2% em volume de cristais, no teste de vibração, teste esse que simula as vibrações durante o percurso rodoviário entre a unidade produtora e o ponto de aplicação do fertilizante na lavoura (FARAG, 1982).

3 ADUBAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

Os nutrientes que devem ser fornecidos para a cana de açúcar via adubação são nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre e também os micronutrientes boro, cobre, manganês, molibdênio e zinco. A quantidade de adubo deve ser aplicada em função da quantidade de nutrientes extraídos e exportados pela colheita da cana-de-açúcar. A extração é quantidade total de nutrientes que a planta necessita para seu completo desenvolvimento, já a exportação, é a quantidade de nutriente que está no colmo e não voltará mais para o solo (VITTI & BOARETTO, 1994).

Na Tabela 1 temos as quantidades de nutrientes extraídos e exportados pela cultura da cana-de-açúcar. Lembrando que, a variedade cultivada, o clima, o ciclo da cultura, o tipo de solo e a quantidade de adubo aplicado são fatores que influenciam na quantidade de nutrientes extraídos e exportados, (FRANCO et. al., 2007).

TABELA 1 - EXTRAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE MACRONUTRIENTES PARA A PRODUÇÃO DE 100 TONELADAS DE COLMOS.

Partes da planta	Macronutrientes extraídos e exportados em kg.100 ⁻¹ toneladas de colmo					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Colmos	83	11	78	47	33	26
Folhas	60	8	96	40	16	18
Total	143	19	174	87	49	44

FONTE: ORLANDO, F.(1993)

A adubação da cana-de-açúcar é diferente para cana-planta e cana-soca, na adubação de plantio utiliza-se baixas quantidades de nitrogênio (N), os motivos são, dentre muitos, a presença de bactérias fixadoras de N₂ do ar, devido ao açúcar presente no tolete, a taxa de mineralização do N da matéria orgânica do solo que é alta após o preparo e certamente contribui com grande parte do fornecimento desse nutriente e ao estoque de N contido nos restos culturais que a cana deixa no solo (raízes, rizomas) segundo (MORELLI et al. 1987). Ainda, estudos realizados por Carneiro et al.,(1995), tratam do N contido na muda, que pode fornecer até 12 kg.ha⁻¹ de N. Já para fósforo (P₂O₅) e potássio (K₂O) na adubação da cana-planta as quantidades devem ser elevadas.

Na cana-soca, se faz necessária adubação com elevados teores de nitrogênio (N) e potássio (K_2O) e teores menores de fósforo (P_2O_5), (VITTI, G.C.; MAZZA, J.A., 2002).

Segundo Azeredo et al. (1986) e Boddey et al. (2001), apesar de ser exigente em nitrogênio a cana-planta normalmente é pouco responsiva à adubação nitrogenada, por isso, em geral é recomendado a dose de 30 Kg.ha^{-1} a 60 kg.ha^{-1} para cana-planta, independentemente da produtividade esperada. Já nas soqueiras, a produtividade é altamente influenciada pela aplicação do nitrogênio, sendo comum a utilização de 60 Kg.ha^{-1} a 150 Kg.ha^{-1} , dependendo do ambiente de produção, da variedade e da idade do canavial, pois a extração do elemento pela cultura é muito grande conforme verificamos na Tabela 1.

O fósforo, por sua vez, é o nutriente que as plantas requerem em menor quantidade. Apesar disso, é um dos elementos aplicados em maiores quantidades nos solos brasileiros, devido à sua baixa disponibilidade natural e grande afinidade da fração mineral do solo por este elemento, o que se torna um dos fatores mais limitantes da produção em solos tropicais. Com isso, a adubação fosfatada é imprescindível para a otimização da produção de diversas culturas, inclusive a cana. A adubação fosfatada para a cana-de-açúcar é amplamente reconhecida como uma prática eficaz para elevar a produtividade dos canaviais, principalmente nos solos brasileiros, que são, em geral, pobres em fósforo. Embora o elemento seja um dos macronutrientes menos exigidos pela cana-de-açúcar, as dosagens utilizadas estão entre 100 kg.ha^{-1} e 180 kg.ha^{-1} de P_2O_5 , sendo que, geralmente aplicado no sulco de plantio, ou seja, a cana-planta pode receber até 180 kg.ha^{-1} de P_2O_5 . Já nas soqueiras, esse valor é reduzido para 30 kg.ha^{-1} a 60 kg.ha^{-1} de P_2O_5 .

O potássio é outro importante macronutriente tanto em cana-planta como na cana-soca, pois, estimula a vegetação e o perfilhamento; aumenta o teor de carboidratos, óleos, lipídeos e proteínas, promove o armazenamento de açúcar e amido, ajuda na fixação do nitrogênio, regula a utilização da água e aumenta a resistência à seca, geada e moléstias. Por apresentar alta resposta na produtividade, o potássio é aplicado em doses altas tanto na cana planta como nas soqueiras. Doses comumente usadas estão entre 80 kg.ha^{-1} e 150 kg.ha^{-1} de K_2O , tanto para a cana-planta como para as soqueiras. No entanto, o excesso de potássio

ou sua falta pode diminuir a qualidade da cana-de-açúcar, é necessário que a recomendação de dosagem seja seguida à risca.

TABELA 2 - RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO NPK PARA A CANA PLANTA, DE ACORDO COM A PRODUTIVIDADE ESPERADA.

Produtividade esperada (t.ha ⁻¹)	Nitrogênio (kg.ha ⁻¹)	Dosagem de fósforo P ₂ O ₅ (kg.ha ⁻¹)				Dosagem de potássio K ₂ O (kg.ha ⁻¹)			
		P(resina – mg.dm ³)				K ⁺ (mmol.e.dm ³)			
		0-6	7-15	16-40	>40	0 -0,7	0,8-1,5	1,6 -3,0	3,1 -6,0
<100	30 kg.ha ⁻¹	180	100	60	40	100	80	40	40
100-150	30-60 kg.ha ⁻¹ em cobertura	180	120	80	60	150	120	80	60
>150		-	140	100	80	200	60	120	80

FONTE: RAIJ ET. AL. (1996).

TABELA 3 - RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO NPK PARA A CANA SOCA, DE ACORDO COM A PRODUTIVIDADE ESPERADA SEGUNDO RAIJ ET. AL. (1996).

Produtividade esperada (t.ha ⁻¹)	Nitrogênio (kg.ha ⁻¹)	Dosagem de fósforo P ₂ O ₅ (kg.ha ⁻¹)		Dosagem de potássio K ₂ O(kg.ha ⁻¹)		
		P(resina – mg.dm ³)		K ⁺ (mmol.e.dm ³)		
		0-15	>15	0 – 1,5	1,6 – 3,0	>3,0
<60	60	30	0	90	60	30
60-80	80	30	0	110	80	50
80-100	100	30	0	130	100	70
>100	120	30	0	150	120	90

FONTE: RAIJ ET. AL. (1996).

A cana-de-açúcar se disseminou em todos os estados brasileiros, se estabelecendo sobre os mais diferentes tipos de solos, inclusive solos com baixa fertilidade, nos quais, além da necessidade de calagem, adubação NPK e rotação de culturas, observam-se baixos teores de micronutrientes. A importância dos micronutrientes para a cultura da cana-de-açúcar é evidenciada quando se observam as quantidades extraídas destes. São quantidades relativamente baixas quando comparadas à extração de macronutrientes, porém de fundamental importância ao desenvolvimento da cultura. Reduções na produtividade e até morte

de plantas são conseqüências dos desarranjos nos processos metabólicos, ocasionados pela falta de micronutrientes, (ORLANDO,1993).

As quantidades de micronutrientes exportados e extraídos pela cultura da cana-de-açúcar estão apresentadas na Tabela 4.

TABELA 4 - EXTRAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE MICRONUTRIENTES PARA A PRODUÇÃO DE 100 TONELADAS DE COLMOS EM CANA PLANTA (CP) E CANA SOCA (SOQ).

Partes da planta	Micronutrientes extraídos e exportados em g.100 ⁻¹ toneladas de colmo											
	B		Cu		Fe		Mn		Zn		Mo*	
	CP	Soq	CP	Soq	CP	Soq	CP	Soq	CP	Soq	CP	Soq
Colmos	195	102	194	273	2378	1207	1188	916	440	298	1,0	1,0
Folhas	116	55	93	116	6512	1651	1189	1420	282	163	1,0	1,0
Total	311	157	287	389	8890	5745	2838	2105	722	561	2,0	2,0

FONTE: ORLANDO FILHO (1993). *MALAVOLTA, (1982).

Na tabela 5 serão apresentados os teores foliares adequados de micronutrientes na cana de açúcar segundo Spironello et al (1997).

TABELA 5 - TEORES FOLIARES ADEQUADOS DE MICRONUTRIENTES NA CANA-DE-AÇÚCAR.

Teores foliares adequados de micronutrientes na cana-de-açúcar mg . kg ⁻¹					
B	Cu	Fe	Mn	Zn	Mo*
10-30	6-15	40-250	25-250	10-50	0,05-0,2

FONTE: SPIRONELLO ET AL (1997). *MALAVOLTA, (1982).

O zinco e cobre em especial no Estado de São Paulo, são limitantes para a cultura da cana-de-açúcar, a recomendação de dosagem de tais micronutrientes no plantio está descrita na tabela 6 (Boletim Técnico, 100).

TABELA 6 – RECOMENDAÇÃO DE DOSAGEM PARA ZINCO E COBRE

Zinco no solo (mg . dm ⁻³)	Zinco (kg . há ⁻¹)	Cobre no solo (mg . dm ⁻³)	Zinco (kg . há ⁻¹)
0 -0,5	5	0 – 0,2	4
> 0,5	0	>0,2	0

FONTE: FONTE: RAIJ ET. AL. (1996).

4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS ADUBOS FLUIDOS EM COMPARAÇÃO AOS ADUBOS SÓLIDOS CONVENCIONAIS

Serão citadas as vantagens e desvantagens do ponto de fabricação, agrônômico e técnico.

Diversos autores opinam sobre o assunto. Segundo Guimarães & Mendes (1997), a adubação fluída apresenta diversas vantagens em relação à adubação sólida, como a economia de nutrientes, devido a uma aplicação mais homogênea e mais controlada; redução da mão-de-obra devido ao maior rendimento das aplicações; maior equilíbrio e maior precisão das doses de macro e micronutrientes devido à facilidade de combinação de nutrientes; maior eficiência dos fertilizantes quando aplicados em via líquida; redução dos custos de aplicação, uma vez que pode ser aplicado mais de um produto de uma só vez; potencial de redução nas doses de fertilizantes; melhor uniformidade de distribuição dos fertilizantes, por estarem solubilizados em água; possibilidade de ser feita em qualquer dia e em qualquer hora do dia, independente das condições climáticas que impossibilitariam o uso da adubação sólida e permite incorporar o fertilizante a uma maior profundidade, oferecendo umidade para a ativação do mesmo.

Rappaport & Axley (1984) relatam sobre a redução das perdas de nitrogênio na forma nítrica na presença do cloreto de potássio. Achorn & Cox (1971) citam as vantagens: facilidade de transporte e manuseio, menor segregação, maior facilidade de aplicação de micronutrientes, menor poluição do ar e dos cursos de água. Os mesmos autores citam como desvantagens: formação de borras nas soluções e, às vezes, nas suspensões devido a impurezas, como alumínio, ferro e magnésio, aumento da viscosidade em condições de baixa temperatura e dificuldade de armazenamento das suspensões. Lee (1987) cita a desvantagem de maior dificuldade no preparo de formulações de fósforo e potássio do que no caso dos adubos sólidos. Matiello et al.,(2002) ressalta também a maior precisão nas dosagens com um menor gasto de mão-de-obra. Cita ainda, que a adubação líquida tende a crescer pelo fato de existir a possibilidade de associação á aplicação de fungicidas e inseticidas de solo e, até mesmo, herbicidas.

- Do ponto de vista industrial podemos citar:
 - a) Vantagens:

- Facilidade de transporte e manuseio;
- Menor investimento na construção das unidades;
- Menor custo de produção;
- Menor segregação;
- Maior facilidade de adição de micronutrientes;

b) Desvantagens:

- Formação de borras nas soluções e às vezes nas suspensões;
- Aumento na viscosidade quando baixa a temperatura;
- Demanda maior de tempo ou energia na diluição quando a temperatura está mais baixa;
- Dificuldade no armazenamento de suspensões (necessita de agitação);
- Formulações PK são mais difíceis de preparo do que nos sólidos (dependendo da matéria prima utilizada as formulações são mais sensíveis a alterações da temperatura ambiente, solubilidade e necessitam de agitação constante);
- Custo de transporte onera para distâncias acima de 200 km.

- As principais vantagens e desvantagens do ponto de vista agrônomo são:

a) Vantagens:

- Uniformidade de aplicação;
- Localização adequada de aplicação;
- Não há segregação de micronutrientes;
- Implementos usados para fertilizantes fluidos conseguem aplicá-los embaixo da copa da cultura que necessita de tal aplicação;
- É possível realizar em uma única dosagem a adubação fluida e a aplicação herbicidas reduzindo o custo das aplicações;
- Reduz a perda por volatilização da uréia quando esta está junto com o cloreto de potássio devido à formação do cloreto de amônio que fixa o NH_3 (RAPPAPORT; AXLEY, 1984).
- Na cana-de-açúcar pode ser dosado junto à vinhaça enriquecendo-a.
- Rapidez na absorção.

b) Desvantagens:

-Dificuldade do uso de amônia como fonte de N por culturas perenes, pois a volatilização da amônia obriga a aplicá-la enterrada, não se podendo fazê-lo nas culturas perenes, podendo haver danos as raízes;

- Do ponto de vista técnico podemos citar:

a) Vantagens:

-Economia de mão de obra tanto na produção, quanto nas frentes de aplicação nas lavouras. Seu sistema de transferência é feito por bombas e mangueiras;

-Aumento na segurança dos operadores uma vez que não é necessário deslocar grandes cargas, como acontece com os big bags de adubo sólido;

-Armazenamento feito em tanques, dispensando a construção de armazéns e dispensando o uso de sacarias e maquinário pesado para manipulação, os próprios caminhões tanque de transporte e no caso da cana, caminhões que transportam a vinhaça podem ser usados com tanques pulmão de armazenamento;

-Compatibilidade, há a possibilidade de incorporação de micronutrientes e grande parte dos defensivos agrícolas, também há a possibilidade de dosagem do fertilizante fluido e dos defensivos em uma única aplicação, porém, utilizando tanques e saídas individuais evitando o contato direto e possíveis incompatibilidades entre eles;

-Uniformidade e homogeneidade de aplicação, pois evita problemas de segregação de grãos, proporcionando uma ótima distribuição do produto;

-Velocidade de aplicação, a dosagem do adubo fluido é bem mais rápida se comparada ao sólido, permitindo ao agricultor o plantio de áreas maiores em tempo menor;

-Equipamentos de aplicação são mais simples, geralmente já encontrados no mercado em forma de kits completos para adaptação em equipamentos já disponíveis nas propriedades, entretanto podem exigir aprimoramentos;

-Versatilidade na produção de formulações, podendo estas, serem produzidas de acordo com as necessidades da cultura ou do solo em questão;

b) Desvantagens:

- Suspensões e algumas soluções não homogêneas necessitam de agitação constante para que a uniformidade e homogeneidade de aplicação sejam garantidas;

- Menor concentração de nutrientes, uma vez que grande parte da composição do adubo fluido é a água utilizada para solubilizá-lo;

-Maior custo de transporte, uma vez que parte da composição é água;

-O uso de amônia/ aquamônia pode ser perigoso tanto na fabricação quanto na aplicação, exige cuidados e equipamentos específicos.

5 EFICIÊNCIA DOS ADUBOS FLUIDOS

A utilização dos adubos fluidos se expandiu antes que fossem realizados muitos experimentos. O que fez necessário estudos mais aprofundados.

YAMADA (1985) apresentou dados positivos obtidos na cultura da cana de açúcar, considerando as situações, compra de matéria prima, preparo e aplicação das formulações sólidas ou fluidas. Os dados são mostrados nas Tabelas 7 e 8, enquanto Bittencourt & Beauclair (1992), mostram que, levando-se em conta os produtos e os custos de aplicação, os adubos fluidos apresentaram uma economia de 15% a 20% para cana planta e de 30% a 40% para a soqueira, as comparações constam na Tabela 9.

TABELA 7 - COMPARAÇÃO ENTRE ADUBOS FLUIDOS E SÓLIDOS PARA A CULTURA DA CANA-DE AÇÚCAR.

Item	Cana-planta	Soqueira com vinhaça	Soqueira sem vinhaça
Área (ha)	2186	2400	5400
NPK (kg/ha)	31-157-157	96-00-00	125-00-125
Adubo Fluido ¹	02-12-12	Aquamônia	10-00-10
Adubo sólido ¹	05-25-25	Ureia	20-00-20
Custo			
Adubo Fluido (US\$/ha)	82	23	57
Adubo sólido (US\$/ha)	153	38	98

FONTE: YAMADA, (1985).

¹Fórmulas usadas para fornecer as doses indicadas.

TABELA 8 - COMPARAÇÃO DE CUSTOS DE ADUBAÇÃO PARA SOQUEIRA SEM VINHAÇA.

Item	Adubo sólido	Adubo fluido	Custo Fluido %Sólido
Produto	18-00-27	08-00-12	-
Dosagem (kg/ha)	400	900	-
NPK (kg/ha)	72-00-108	72-00-108	-
Aplicação (kg/ha)	0,75	1,0	-
Custo			
Aplicação (US\$/ha)	16,10	12,08	75
Produto (US\$/ha)	75,17	68,70	91
Total (US\$/ha)	91,27	80,78	88

FONTE: YAMADA, (1985).

TABELA 9 - COMPARAÇÃO DE CUSTOS DE ADUBAÇÃO FLUIDA E SÓLIDA PARA CANA-DE-AÇÚCAR.

Adubação ¹	Cana-planta	Soca
Adubo fluido (US\$/ha)	184	63
Adubo sólido (US\$/ha)	217	102

FONTE: BITTENCOURT E BEUCLAIR, (1992).

LEGENDA:

¹Sólida: cana planta 400 kg se super fosfato triplo e 400 kg de 25-00-25.
soca: 400 kg de 25-00-25.

Fluida: cana-planta 122 kg de amônia anidra, 387 kg de MAP e 167 kg de cloreto de potássio.
soca: aquamônia e cloreto de potássio.

5.1 POSSIBILIDADES NA DOSAGEM DE ADUBOS FLUIDOS

A cana-de-açúcar, levando-se em conta as características e particularidades da cultura, deverá continuar sendo a principal consumidora de adubos fluidos no Brasil.

A utilização conjunta de agrotóxicos e adubos fluidos é uma proposta atrativa que tem aumentado significativamente o interesse dos produtores, visando a redução dos custos de aplicação. Já existem trabalhos e pesquisas desenvolvidos sobre o assunto, por exemplo, já se sabe que o glifosato é eficiente e compatível em misturas com adubos fluidos como: 32-00-00 (uran), 10-00-10, 16-00-07, mas é inviável em misturas com suspensões como: 12-06-12, 03-15-15, devido à presença do fósforo e da argila suspensora (bentonita) (VITTI E BOARETTO, 1994).

No caso da aplicação única de agrotóxicos e adubos fluidos, não só a compatibilidade entre eles deve ser analisada, mas também, qual equipamento e bico dosador são os mais indicados, dependendo do tipo do bico a cobertura da erva daninha pode ser comprometida. Porém, para sanar tais problemas, já existem equipamentos em operação que são compostos por 2 tanques, linhas e bicos de aplicação individuais, de tal forma, a aplicação do adubo e do agrotóxico é realizada de uma só vez sem que estes entrem em contato direto. Na Figura 1 podemos observar a aplicação única de adubo fluido e agrotóxico no corte de soqueira realizada em tanques separados, eliminando possíveis problemas de incompatibilidade.

FIGURA 1 – APLICAÇÃO ÚNICA DE ADUBO FLUIDO E HERBICIDA NO CORTE DE SOQUEIRA.



FONTE: Arquivo Fass Indústria e Comércio de Produtos Agropecuários Ltda. (2019).

Outra forma já trabalhada de dosagem conjunta de adubo fluido visando otimização de tempo e economia é a aplicação localizada da vinhaça enriquecida. O mais comum é enriquecer a vinhaça com N, prática já utilizada pelas usinas de açúcar e álcool, promovendo maior disponibilidade de $N-NH_4^+$ (REVISTA CIENTÍFICA ELETRÔNICA DE AGRONOMIA DA FAEF, 2018).

FIGURA 2 – APLICAÇÃO DE VINHAÇA E ADUBO FLUIDO 14-00-00.



FONTE: Arquivo Fass Indústria e Comércio de Produtos Agropecuários Ltda., (2019).

6 ALGUNS CASOS EM QUE FOI REALIZADA ADUBAÇÃO FLUIDA NA CANA-DE-AÇÚCAR

A empresa FASS INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE PRODUTOS AGROPECUÁRIOS LTDA, localizada em Sertãozinho – SP tem capacidade de produção de 1200 toneladas/mês de adubos fluidos minerais simples e mistos e 1500 toneladas/mês de adubos sólidos mistura de grânulos. Na comercialização dos adubos fluidos por esta empresa foram identificadas diversas situações das quais foi preciso contornar e mostrar resultados via testes in loco, para que o agricultor se sentisse confiante em mudar uma estratégia de adubação com produtos sólidos que já era seguida a gerações.

Serão expostos alguns casos reais da utilização da adubação fluida por produtores de cana-de-açúcar na região de Ribeirão Preto e o relato de produtores.

Alguns parâmetros biométricos como altura, diâmetro e quantidade de colmos, econômicos como produtividade e custos de aplicação, visuais como viço da lavoura e opiniões dos produtores foram utilizados para relacionar os resultados da adubação fluida na cana-de-açúcar.

6.1 PRIMEIRO CASO DE ADUBAÇÃO FLUIDA EM CANA-DE-AÇÚCAR

No caso em questão, o agricultor sempre utilizou adubação sólida para a cultura da cana-de-açúcar da variedade RB 855 156, na época o próprio produtor procurou a empresa de adubos FASS AGRO INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE PRODUTOS AGROPECUÁRIOS, nome fantasia FASS AGRO, e expressou curiosidade em testar a adubação fluida, mais deixou nítido o medo com relação à mudança, pois sempre realizou adubação sólida.

Foi selecionada uma área de 5,4 ha de plantio no sítio denominado Água Vermelha situado no município de Sertãozinho – SP. Nesta área foi realizada a adubação fluida na soqueira, aplicando-se 353 kg ha⁻¹ do adubo 17-00-00, correspondente a 60 kg de N.ha⁻¹. A matéria prima para fabricação do adubo fluido em questão foi o nitrato de amônio.

Os tratos culturais feitos em área total foram a aplicação de 2,5 toneladas de calcário por hectare, 1,3 toneladas de gesso agrícola por hectare, e uma adubação sólida de plantio da formulação 05-25-25 na dosagem de 500 kg ha^{-1} , o adubo sólido não foi fornecido pela FASS AGRO. Antes do plantio foi realizada subsolagem e gradagem. Após 85 dias do plantio foi feito o quebra-lombo, operação com a finalidade de nivelar o terreno para que a máquina colhedora possa trabalhar regularmente. A aplicação do fertilizante fluido FASS AGRO 17-00-00, 353 kg ha^{-1} foi feita logo após o nivelamento do solo.

Na Figura 3 podemos observar o momento da aplicação do adubo fluido 17-00-00, com a vazão já regulada de 353 kg ha^{-1} e a linha de cana após a aplicação.

FIGURA 3 – PULVERIZADOR NO MOMENTO DA APLICAÇÃO DO ADUBO FLUÍDO (A) E LINHA DA CANA DE AÇÚCAR APÓS A APLICAÇÃO DO ADUBO FLUÍDO (B).



FONTE: Arquivo Fass Indústria e Comércio de Produtos Agropecuários Ltda. (2019).

A área foi subdividida em linhas, da linha 01 à linha 180. As linhas que serviram de testemunha (sem aplicação do adubo) foram a 12, 13 e 169, todas as outras foram adubadas. A instalação e coleta de dados da área comparativa de adubação exclusivamente sólida, foi conduzida e avaliada pelo proprietário, sem acesso da empresa Fass Indústria e Comércio de Produtos Agropecuários Ltda, fornecedora do adubo líquido. Foram avaliadas 6 repetições das linhas adubadas, sendo elas a 25, 37, 49, 61, 73 e 83, que foram devidamente marcadas e estaqueadas. Ainda, depois de medidos 15m em cada linha, foi estaqueado 1m e neste, foi selecionado ao acaso cinco plantas para que fossem realizadas avaliações

biométricas até o final do teste e feito a contagem do número de plantas contidas no espaço demarcado.

Foram realizadas três avaliações biométricas (Figura 4), com espaçamento de um mês entre elas. Os dados biométricos avaliados foram o diâmetro do colmo e comprimento do colmo, também foram contados os números de colmos por metro linear de plantio (linha) e a massa de colmos por hectare (tonelada de cana por ha ou TCH).

FIGURA 4 – AVALIAÇÃO BIOMÉTRICA DO CANAVIAL: MEDIÇÃO DO DIÂMETRO DE COLMO (A) E DA ALTURA DE PLANTA (B).



FONTE: Arquivos Fass Indústria e Comércio de Produtos Agropecuários Ltda. (2019).

Após a obtenção dos dados em campo, foram calculadas as médias das amostras, cujos resultados constam na Tabela 10. Observa-se que a adubação nitrogenada proporcionou incremento das variáveis avaliadas após 60 dias da aplicação.

TABELA 10 - DIÂMETRO DO COLMO, COMPRIMENTO DO COLMO E NÚMERO DE COLMOS POR METRO LINEAR NAS LINHAS COM AUSÊNCIA E PRESENÇA DE APLICAÇÃO DE 60 KG.HA⁻¹ DE N NA FORMA DE ADUBO FLUIDO NITROGENADO.

Avaliação	Médias					
	Primeira Avaliação logo após a adubação fluida		60 dias após a aplicação do adubo fluido		90 dias após a aplicação do adubo fluido	
Tratamentos	Test.	Linhas	Test.	Linhas	Test.	Linhas
Diâmetro do colmo (cm)	1,07	1,00	1,51	1,48	1,80	2,02
Comp. dos colmos (cm)	20,33	19,77	34,60	36,13	60,82	63,13
Nºde colmos/m linear	14,67	15,00	14,33	16,33	12,67	14,00

FONTE: Arquivos Fass Indústria e Comércio de Produtos Agropecuários Ltda. (2019).

O fator mais importante relacionado a produção de sacarose da cana-de-açúcar e que nos foi possível realizar a medição no período é o número de colmos por unidade de área na colheita. Para se obter o número máximo de colmos suportáveis na área é necessário induzir ramificações na fase inicial de desenvolvimento da planta. Um perfilho é uma ramificação (colmo) originária da base da planta ou da região axilar da folha basal. A intensidade do perfilhamento é variável entre as diferentes cultivares, podendo ocorrer até quatro meses após o plantio (10 a 20 perfilhos), com posterior decréscimo no número de brotações, em virtude da competição natural por luz, água e nutrientes (CASTRO e CHRISTOFOLETTI, 2005).

Segundo Landell e Silva (2004), os atributos de produção determinantes para a formação do potencial agrícola são: altura de colmo, número de perfilhos e diâmetro de colmos.

As variáveis que mais influenciaram no TCH segundo Oliveira et al. (2011) foram a altura da planta e o diâmetro do colmo, já o número de perfilhos por metro não influenciaram tanto no cálculo, o que difere do estudo de Branco (2011), que encontrou correlação positiva entre a altura e o número de perfilho e não positiva entre o diâmetro e o TCH.

Teixeira (2005), avaliando a as respostas de adubação da cana-de-açúcar à aplicação de nitrogênio e potássio verificou que o nitrogênio não proporcionou diferença no número de colmos. Porém segundo o autor, uma maior dosagem de N

(250 kg há⁻¹) resultou em produção de 7 colmos por metro, contra 6 colmos por metro produzidos pela testemunha.

No trabalho apresentado por Oliveira et al. (2011), após 330 dias da brotação houve uma produção de 13 colmos por metro de sulco, em resposta a adubação nitrogenada.

Este aumento do número de colmos por metro com a aplicação de N é justificado pelo importante efeito do nitrogênio na taxa de perfilhamento da cultura e o seu desenvolvimento, obtendo folhas mais longas, largas, de coloração verde intensa e menos áspera (MALAVOLTA, 2006).

FIGURA 5 – ASPECTO VISUAL DA ALTURA DO CANAVIAL NA ÁREA QUE RECEBEU ADUBAÇÃO FLUIDA.



FONTE: Arquivos Fass Indústria e Comércio de Produtos Agropecuários Ltda. (2019).

6.1.1 Declaração do Produtor

O proprietário do sítio Água Vermelha, localizado no município de Sertãozinho – SP, onde é cultivada cana-de-açúcar da variedade RB 855 156 de ciclo precoce, declarou: “estou contente e surpreso com a aplicação de adubo líquido, eu desconfiava porque parecia que estava apenas aguando o canavial”. Segundo o agricultor ele aumentará a área de adubação fluida e irá expandir o uso

da tecnologia para outras propriedades. Para 2020 o produtor já efetuou o pedido de 400 toneladas de adubo fluido.

O proprietário não disponibilizou os dados obtidos nas áreas de adubação exclusivamente sólida.

6.2 SEGUNDO CASO DE ADUBAÇÃO FLUIDA EM CANA-DE-AÇÚCAR

Adubação líquida foi realizada nos canaviais de cana soca de terceiro corte, das Fazendas Santa Maria I e II, localizadas nos municípios de Andradina- SP e Nova Independência – SP, respectivamente, distantes 447 km da fábrica de adubo fluido. Neste caso o proprietário já possuía experiência com a adubação fluida, e resolveu efetuar a adubação fluida em 100% de suas áreas. A adubação se iniciou em abril de 2018, implementos e equipamentos fornecidos pela Fass Agro.

Foi feita a adubação com o acompanhamento do engenheiro agrônomo responsável, que através das análises de solo e junto com a equipe técnica da empresa Fass Agro, chegaram à conclusão de que a formulação que melhor atenderia a necessidade dos canaviais na etapa em que se encontravam era 10-03-08+0,05B+0,1Zn. A primeira etapa foi o teste e desenvolvimento da formulação inicial no laboratório de pesquisa e desenvolvimento da Fass Agro.

Após o desenvolvimento do produto e a verificação de que a melhor matéria prima fornecedora de fósforo seria o MAP cristal, devido sua alta pureza e concentração, e principalmente devido ao fato de não reduzir muito o pH do adubo, o que ocorreria se houvessemos utilizado ácido fosfórico. No produto formulado com MAP cristal o pH ficou em torno de 4,0 e quando formulado com ácido fosfórico entre 1,4 a 2,0. A necessidade de envio de adubo fluido mensal seria de 250 toneladas e a dose recomendada foi de 1000 kg.ha⁻¹.

As dúvidas sobre os equipamentos de dosagem também foram um problema inicial observado pela Fass Agro. Os produtores demonstraram não estar dispostos a ter que trocar seus implementos ou ter um custo a mais para adaptação, então a empresa passou a oferecer o adubo, o serviço de aplicação e acompanhamento técnico.

6.2.1 Declaração do Engenheiro Agrônomo responsável

“Com o adubo fluido é notória a disponibilidade dos nutrientes para a planta logo após a aplicação. É possível observar a olho nu que a planta absorve os nutrientes mais rápido e tem uma ação muito mais instantânea se comparada a adubação sólida, na qual muitas vezes precisamos aguardar a chuva para que ele possa entrar em solução e estar disponível para a planta.”

Ainda sobre a aplicação, o agrônomo responsável citou: “Na questão da aplicação é notório também que conseguimos otimizar, viabilizando muito o nosso trabalho, trabalhando apenas com 1 trator aplicando adubo fluido. Realizamos a adubação de uma área 2 vezes maior do que fazíamos com 2 tratores aplicando adubo sólido. Por ser mais eficiente a adubação fluida te dá mais tempo para trabalhar ou fazer mais áreas.”

Também foi citado o ponto negativo da adubação líquida realizada na propriedade, referente à logística: “O único problema que enfrentamos foi a logística, porque a fazenda fica muito longe da fábrica. Mas ainda foi viável usar o adubo fluido no ano passado, com a alta do dólar hoje o mais vantajoso economicamente seria o uso do adubo sólido mesmo com a economia da aplicação do adubo líquido.”

Sobre o armazenamento do adubo fluido na fazenda: “Na questão de armazenamento não tivemos problemas, pois a empresa nos forneceu um tanque pulmão de 50 toneladas, que nos dava margem de trabalho. Dessa forma as cargas chegavam a tempo para reabastecer e não faltar adubo fluido na lavoura e por se tratar de uma solução o tanque pulmão não precisou de agitação. E também ocupou um espaço pequeno, não necessitando de galpão ou qualquer tipo de cobertura contra as intempéries. A transferência para o trator de aplicação também era muito simples e fácil de operar.”

Sobre dados quantitativos o responsável disse não ter realizado avaliações antes da dosagem do adubo fluido para posterior comparação dos resultados, devido a tomada da decisão na mudança da adubação sólida para adubação líquida ter ocorrido bem próxima ao período de início da adubação, mas que pretende fazê-lo à partir desse ano.

7 CONCLUSÕES

Podemos concluir que o adubo fluido aplicado via solo, se mostrou eficiente em fornecer nutrientes para a cana-de-açúcar na região de Ribeirão Preto -SP, com vantagens técnicas, agronômicas e econômicas.

As principais características dos adubos fluidos para aplicação via solo que proporcionam vantagens agronômicas e econômicas são: menor volatilização de N em situações de altas temperaturas; alta eficiência nas aplicações em superfície, facilidade no manuseio, aplicação e mistura; aplicação homogênea e mais controlada, com menor possibilidade de segregação, possibilidade de mistura com agroquímicos reduzindo os custos na aplicação, facilidade na combinação e mistura uniforme de nutrientes, rapidez na aplicação e para a cultura da cana-de-açúcar, pode ser dosado juntamente com a vinhaça, enriquecendo-a e otimizando os custos de aplicação. Porém, há situações em que o emprego da adubação fluida se torna inviável ou inaplicável para a aplicação via solo como em casos de aumento na densidade e viscosidade com a redução de temperatura, distância entre a fábrica e o local de aplicação superior a 200 km inviabiliza o custo de transporte, agitação constante para algumas suspensões e soluções não homogêneas e equipamentos e implementos são diferentes dos utilizados para aplicação de fertilizantes sólidos, muitas vezes, demandando investimentos e adaptação do maquinário.

REFERÊNCIAS

ABISOLO - Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal – 4º Anuário Brasileiro de Tecnologia em Nutrição Vegetal, 2017.

ACHORN, F.P. & COX, T.R. Production, marketing and use of solid, solution and suspension fertilizers. In: OLSON, R.A., Ed. **Fertilizer technology and use**. 2.ed. Madison, Soil Sci.Soc. of America Inc., 1971. p.381-412.

AZEREDO, D.F.; BOLSANELLO, J.; WEBER, H.; VIEIRA, J.R. Nitrogênio em cana-planta - doses e fracionamento. **STAB- Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 4, p. 25-29, 1986.

BICHARRA, J.M. Fertilizantes Fluidos. In: E. CEKINSKI, coord. **Tecnologia de produção de fertilizantes**. São Paulo, IPT, 1990. p. 163-191.

BITTENCOURT, V.C.; BEAUCLAIR, E.G.F. Fertilizantes fluidos. In: DECHEN A. R.; BOARETTO A. E.; REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS. Piracicaba 1992. **Anais**. Campinas, Fundação Cargill, 1992. p. 255-273.

BITTENCOURT, V.C.; FIGUEIREDO, A.A.M.; VIEIRA, C.L. Evolução dos preços dos fertilizantes para cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO INDÚSTRIAL “LUIZ DE QUEIROZ”, 4., 1985. Piracicaba, ESALQ/STAB/ADEALQ, 1985. 12p.

BODDEY, R. M.; POLIDORO, J. C.; RESENDE, A. S.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. Use of the ^{15}N natural abundance technique for the quantification of the contribution of N_2 fixation to sugar cane and other grasses. **Australian Journal of Plant Physiology**, Victoria, v. 28, 2001.

BRANCO, R. V. **Avaliação fenotípica, biométrica e intensidade de infestação de broca em cana-de-açúcar de segundo corte e terceiro corte 2011**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à UNESP/FCAV, Campus de Jaboticabal. Orientador: Marcos Omir Marcos. Jaboticabal, 2011. 78 p.

CALMONOVICI, C.E.; BICHARRA, J.M. **Propriedades Físicas II: aspectos gerais sobre as propriedades físicas dos fertilizantes fluidos**, São Paulo, p. 7-10, 1987.

CARNEIRO, A. E. V.; TRIVELIN, P. C. O.; VICTORIA, R. L. Utilização da reserva orgânica e do nitrogênio do tolete de plantio (colmo-semente) no desenvolvimento da cana-planta. **Scientia Agricola**, v. 53, n. 2, p. 199- 209, 1995.

CASTRO, P.R.C.; CHRISTOFFOLETI, P.J. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. In: MENDONÇA, A.F. Cigarrinhas da cana-de-açúcar: Controle biológico. 1.ed. Maceió: Insecta, 2005. p.3-48.

CONAB, 2018. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Cana-de-Açúcar | v. 5 - Safra 2018/19, n.1 - Primeiro levantamento, mai. de 2018**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana?view=default>> Acesso em: 10 fev.2020.

FARAG, A.F. Classification and general characteristics of fluid fertilizers. In: FERTILIZER PHYSICAL PROPERTIES SEMINAR, São Paulo, 1982.

FASS AGRO. **Indústria e Comércio de produtos Agropecuários Ltda**. Sertãozinho, 2020.

FERTIBRÁS. **Fertilizantes líquidos em culturas anuais**. Araraquara, 1985.

FRANCO, H. C. J. et. al. Acúmulo de macronutrientes em cana-de-açúcar em função da adubação nitrogenada e dos resíduos culturais incorporados ao solo no plantio. **Bragantia**, v. 66, n° 4, p. 669-674, 2007.

GUIMARÃES, R.J.; MENDES, A.N.G. **Nutrição mineral do cafeeiro**. Lavras, MG: UFLA, 1997. 70p. Apostila.

LANDELL, M.G.A.; SILVA, M.A. **As estratégias de seleção da cana em desenvolvimento no Brasil**. Visão Agrícola, Piracicaba, v.1, p.18-23, 2004.

LEE, R.G. Zero nitrogen suspensions. Solutions, St.Louis, p.38-42, 1987.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo. Ceres, 2006. 638 p.

MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. São Paulo, 1982. Boletim Técnico Ultrafertil.

MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro e Varginha: Fundação PROCAFE, 2002.

MORELLI, J. L.; NELLI, E. J.; DEMATTÊ, J. L. I. Efeito do gesso e do calcário nas propriedades químicas de solos arenosos álicos e na produção de cana-de-açúcar. **Revista Stab - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 6, p. 24-31, 1987.

OLIVEIRA, FM de et al. **Crescimento e produção de variedades de cana-de-açúcar influenciadas por diferentes adubações e estresse hídrico**. Revista Trópica–Ciências Agrárias e Biológicas, v. 5, n. 1, p. 56, 2011.

ORLANDO F.º, J. Calagem e adubação da cana-de-açúcar. In: CÂMARA, G.M.S. & OLIVEIRA, E.A.M. (eds.). **Produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ/ USP, 1993. p.133-146.

RAIJ, B. van et al. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. (IAC. Boletim Técnico, 100).

RAPPAPORT, B.D. & AXLEY, J.H. Potassium chloride for improved urea fertilizer efficiency. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 48:399-401, 1984.

REDI FERTILIZANTES. **Adubos Líquidos são mais Eficientes e Versáteis**. [S.l] [2016]. Disponível em: <[http:// www.redifertilizantes.com.br/adubos-liquidos/](http://www.redifertilizantes.com.br/adubos-liquidos/)> Acesso em: 10 fev. 2020.

REVISTA CIENTÍFICA ELETRÔNICA DE AGRONOMIA DA FAEF. **Efeito da aplicação de vinhaça concentrada e adubação nitrogenada no pH, umidade e nitrogênio do solo sob o cultivo de cana-de-açúcar**. XVII. – Volume 34 – Número 1 – Dezembro 2018.

SPIRONELLO, A.; RAIJ, B. van.; PENATTI, C.P.; CANTARELLA, H.; MORELLI, J.L.M.; ORLANDO FILHO, J.; LANDELL, M.G.A.; ROSSETO, R. Outras culturas industriais. In: RAIJ, B.van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. (**Boletim técnico, 100**)

TEIXEIRA, C. D. A. **Adubação Nitrogenada e Potássica em cana-soca, em dois solos do estado do Paraná**. 2005. 56 p Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

VITTI, G.C.; BOARETTO, A.E. **Fertilizantes fluidos**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1994.

VITTI, G.C.; MAZZA, J.A. **Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cultura de cana-de-açúcar**. Piracicaba: POTAFOS, 2002. 16p. (Informações Agronômicas, n. 97, Encarte Técnico).

YAMADA, T. Fluid Fertilizers situation in Brasil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 31., Las Vegas, Ann NSSA Convention, 1985.