




Igor Rodolfo MUNHOZ**

 <https://orcid.org/0000-0002-6319-4856>

Adriel José SOBRAL***

 <https://orcid.org/0000-0002-7702-9819>

Allan Hisashi NAKAO****

 <http://orcid.org/0000-0002-2465-1663>

Recebido em: 17 de novembro de 2020

Aprovado em: 16 de outubro de 2020

INFLUÊNCIA DE ADUBOS LÍQUIDOS NA PRODUÇÃO DE ESPIGA DE MILHO VERDE IRRIGADO*

THE INFLUENCE OF LIQUID FERTILIZERS OVER IRRIGATED SWEET CORN EAR PRODUCTION

RESUMO

Nos últimos anos, os fertilizantes líquidos começaram a ter uma demanda maior no mercado agrícola, contudo ainda se busca melhorar a metodologia de aplicação. Assim, neste trabalho, buscou-se avaliar a eficiência de produtos líquidos via fertirrigação sobre os aspectos de desenvolvimento e de produtividade da cultura do milho verde irrigado por gotejamento. O delineamento experimental foi constituído por 3 modalidades de adubação: Adubação Mineral (padrão da fazenda), adubação líquida com concentração de 50% e 100%, com 4 modelos de adubação em cobertura, a testemunha (padrão da fazenda) e líquido, nas proporções de 50%, 100% e 150%. Foram avaliados diâmetro basal do colmo, altura da planta e da inserção da espiga principal, comprimento da espiga, porcentagem e números de espigas comerciais, massa fresca e seca da planta, massa fresca e seca da espiga. A aplicação dos adubos líquidos por fertirrigação na cultura do milho influenciou positivamente nas características agrônômicas e produtividade de massas.

Palavras-chave: Solo arenoso; *Zeamays*; Nutrientes.

ABSTRACT

Over the last years, liquid fertilizers have been more demanded in the agricultural market, however, we are still in search of improvements for their applying methodology. Thus, this paper aims at evaluating the effectiveness of liquid products via fertirrigation over the development aspects and productivity when growing drip-irrigated sweet corn. The trial designer comprised 3 fertilization types: Mineral Fertilization (farm standard), 50% and 100% concentrated liquid fertilization, with 4 fertilization types for covering, testimonial (farm standard), and liquid in the proportions 50%, 100%, and 150%. The basal diameter of the reed, as well as the plant height and main ear insertion, percentage and number of commercial corn ears, fresh and dry mass of the plant, fresh and dry mass of the ear. The liquid fertilizer application via fertirrigation in sweet corn crops influenced positively in agronomic characteristics and mass productivity.

Keywords: Sandy soil; *Zeamays*; Nutrients.

* Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP - Pibic/Unifunec

** Graduando em Engenharia Agrônômica pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul – SP, UNIFUNEC, adrielsobral@outlook.com

*** Graduando em Engenharia Agrônômica pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul – SP, UNIFUNEC, munhozeng.agronomo@outlook.com

**** Doutor em Sistema de Produção. Docente do Centro Universitário de Santa Fé do Sul – SP, UNIFUNEC, allanhisashinakao@gmail.com



1 INTRODUÇÃO

Na safra 2019/2020, o valor total da produção de milho em grãos no Brasil foi de 100,1 milhões de toneladas e área colhida de 17,89 milhões de hectares. O estado de São Paulo responde por 4,6 milhões de toneladas (CONAB, 2020) e esses dados comprovam a importância nacional deste cereal. No entanto, o cultivo de milho verde é apenas uma porção comparado com o cultivo de grãos, sendo uma atividade de agricultores familiares, responsáveis pela demanda do alimento *in natura*.

Os solos brasileiros demonstram teores insuficientes de nutrientes, sendo necessário o fornecimento deles, podendo ser feito com adubos orgânicos ou minerais, (SANTOS *et al.*, 2010).

A importância da busca de novos insumos que agreguem valor, tanto na aplicação, quanto no custo de produção, torna-se mais requisitada (VIDIGAL *et al.*, 2010) e a expansão desse nicho se torna maior, tendo a competição com outros produtos da mesma categoria. Portanto, a aplicação de nutrientes à base de ácidos húmicos e fúlvicos via fertirrigação tem como propósito melhorias na fertilidade do solo, disponibilizando seus nutrientes para melhoria no comportamento fisiológico das culturas como a do milho irrigado. Esses fertilizantes líquidos contêm macro e micronutrientes essenciais à planta, apresentando grande quantidade de coloides orgânicos, responsáveis pelo armazenamento dos nutrientes.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de produtos líquidos via fertirrigação sobre os aspectos de desenvolvimento e de produtividade da cultura do milho verde irrigada por gotejamento.

2 METODOLOGIA

O experimento foi desenvolvido na área de pesquisa do Unifunec (Centro universitário de Santa Fé do Sul) NUPE (Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão), no município de Santa Fé do Sul-SP, localizado nas coordenadas geográficas 20° 11' Sul, 50° 55' Oeste e altitude média de 430 metros. O clima da região é classificado, segundo Köppen, como Aw, ou seja, tropical-quente, subúmido. O solo da área é classificado como Argissolo Vermelho-amarelo eutrófico, abrupto, A moderado, textura arenosa/média (OLIVEIRA *et al.*, 1999).

Realizou-se a caracterização química do solo na camada de 0,0-0,20 m anterior à instalação do experimento e os valores dos atributos químicos foram os seguintes: pH (CaCl₂) = 5,1; M.O. = 16 g dm⁻³; H+Al = 28 mmol_c dm⁻³; P (resina) = 7 mg dm⁻³; K, Ca e Mg = 1,2; 13 e 5 mmol_c dm⁻³; respectivamente, e V = 40,6%.

Com o objetivo de substituir os fertilizantes minerais granulados NPK, foram utilizados adubos líquidos comerciais recomendados para aplicação via sulco de plantio e aplicação em cobertura.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 4, com três repetições, sendo os tratamentos constituídos por 3 modalidades de adubação (Adubação Mineral 8-28-16 granulado padrão da fazenda; adubação líquido 6-19-11 com concentração de 50% e adubação líquido 6-19-11 com concentração de 100%) e 4 modalidades de adubação em cobertura (Testemunha (granulado); Líquido 15-0-15 com concentração de 50%; Líquido 15-0-15 com concentração de 100% e Líquido 15-0-15 com concentração de 150%).

Inicialmente, 30 dias antes da semeadura, foi realizada a manutenção do solo, que consistiu em uma gradagem aradora e uma niveladora. A eliminação de plantas daninhas realizou-se manualmente e com aplicação de Glyphosate com dose de 4,5 L ha⁻¹ do produto comercial (360 g i.a. ha⁻¹). Com objetivo de caracterizá-lo, inicialmente, foi efetuado um levantamento da fertilidade de acordo com a metodologia de Raij *et al.* (2001).

A cultura do milho foi instalada no mês de fevereiro de 2019, aproveitando o período das chuvas e para o cultivo do milho foi utilizado o “MG711PW”, um híbrido simples, recomendado para a produção de milho verde e grãos, espaçados de 0,9 m entre fileiras e contendo 6 plantas por metro linear.

Os tratamentos foram constituídos por gotejamento de adubos líquidos com aplicações dirigidos no solo no dia de semeadura com diferentes formulações e em cobertura no estágio de desenvolvimento V5 adubo líquido e/ou granulados com diferentes concentrações. A adubação padrão da área foi de acordo com a recomendação do Boletim 100, conforme as necessidades de nutrientes e exigências da cultura.

O controle de pragas iniciais aéreas e do solo foi realizado por meio da aplicação de inseticidas Lanate® (400 mL ha⁻¹) + Cruiser® (200 mL ha⁻¹) + Engeo Pleno (250 mL ha⁻¹) no controle de lagartas, cigarrinhas e mosca branca, respectivamente, e Standak na dose de 200 mL ha⁻¹ para o controle de cupim e coró, via semente. O sistema de irrigação utilizado foi o de

irrigação localizada por gotejamento, com mangueira gotejadora com emissores espaçados em 0,2 m, vazão de 1,5 L h⁻¹, com pressão de serviço de 10 m c.a., sendo instalada uma linha de irrigação para cada linha de cultivo.

A dimensão da área plantada do trabalho foi de 1382,4 m², sendo que cada parcela continha 8 metros de comprimento com 4 linhas de 0,9 m de espaçamento, totalizando 28,8 m².

No momento da colheita do milho verde, foram avaliados os componentes morfológicos e produtivos. Avaliaram-se a altura da planta, a altura de inserção da primeira espiga e o comprimento da espiga com régua graduada, diâmetro basal do colmo e diâmetro de espiga com um paquímetro, em que foram avaliadas 10 plantas, aleatoriamente, na área útil de cada parcela experimental. As massas de espiga e de planta foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 72 horas, para determinação das massas secas.

Foi averiguada a normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-wilk e verificado que cumpriam a pressuposição de distribuição normal. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com auxílio do programa estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, estão dispostos os valores da análise de variância para a altura de plantas (ALT), altura de inserção da primeira espiga (AIPE), diâmetro do colmo (DC), diâmetro da espiga (DE) e comprimento de espiga (CE), em função dos modelos de tratamentos (adubação na semeadura) e doses de adubação de cobertura líquida na cobertura. Os diferentes modelos de tratamento (Convencional, líquido 50% e líquido 100%) influenciaram significativamente em nível de 5 e 1% pelo teste F na ALT, AIPE e DE, enquanto, para as doses de adubação líquida na cobertura, não foram influenciadas.

Para a concentração de 100% do adubo líquido por fertirrigação na semeadura, houve menor tamanho da planta comparado ao adubo convencional da fazenda na linha, evidenciando aspectos não relevantes, do mesmo modo para AIPE. Entretanto, para a variável DE, a adubação líquida de concentração 100% aumentou seu diâmetro 4,8% a mais para adubação convencional da fazenda. Ramos *et al.* (2020), ao avaliarem o efeito de associações de adubos líquidos sobre o milho AG1051, observaram incrementos superiores de altura da planta e diâmetro do colmo.

Tabela 1 - Altura de plantas (ALT), altura de inserção da primeira espiga (AIPE), diâmetro do colmo (DC), diâmetro de espiga (DE) e comprimento de espiga (CE) de milho safrinha. Santa Fé do Sul-SP, 2019

Tratamento	ALT (m)	AIPE (cm)	DC (mm)	DE mm	CE cm
Modelo					
Convencional	2,16a	87,32a	18,34	45,09b	17,29
Líquido 50%	2,24a	82,76ab	19,33	43,79b	18,23
Líquido 100%	1,97b	79,36b	18,10	47,28a	17,44
Doses					
0	2,16	83,61	19,07	44,68	17,84
Líquido 50%	2,09	81,76	18,11	43,85	17,10
Líquido 100%	2,17	86,00	18,40	42,93	17,93
Líquido 150%	2,07	81,21	18,78	44,09	17,10
Test F – M	15,10**	4,53*	2,70 ^{ns}	7,96**	2,46 ^{ns}
Test F – D	1,64 ^{ns}	0,99 ^{ns}	0,85 ^{ns}	1,02 ^{ns}	1,02 ^{ns}
Test F – MxD	1,21 ^{ns}	2,34 ^{ns}	1,53 ^{ns}	1,53 ^{ns}	1,45 ^{ns}
DMS – (M)	0,12	6,51	1,37	2,17	1,11
DMS – (D)	0,15	8,28	0,45	2,76	1,42
CV (%)	6,60	9,02	8,50	5,51	7,29

Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, respectivamente. ^{ns} não significativo. Em que: DMS: diferença mínima significativa e CV: coeficiente de variação.

Em relação às doses dos adubos em cobertura testemunha, líquido 50%, líquido 100 % e líquido 150%, não houve diferenças significativas a 5% ($p > 0,05$) para as variáveis estudadas. Uma hipótese considerada ao adubo convencional é que, por ser um manejo controlado e monitorado, onde a demanda de água no solo exigida por sua estrutura e o coeficiente da cultura (kc) do milho, a lixiviação de nutrientes no solo foi baixa, mantendo-o por mais tempo e com maior possibilidade de liberação nutricional gradativa para absorção pelas raízes das plantas.

Na tabela 2, as análises foram referentes às massas frescas das plantas (MFP), massa seca da planta (MSE), massa fresca da espiga (MFE) e massa seca da espiga (MSE). Observa-se que a adubação de semeadura com o adubo líquido com concentração de 50% é viável para a produção das massas estudadas, do mesmo modo para adubação em cobertura com concentração com 50% do adubo líquido, possibilitando obter menos gastos em produtos, utilização de máquinas agrícolas e outras operações para aplicação.

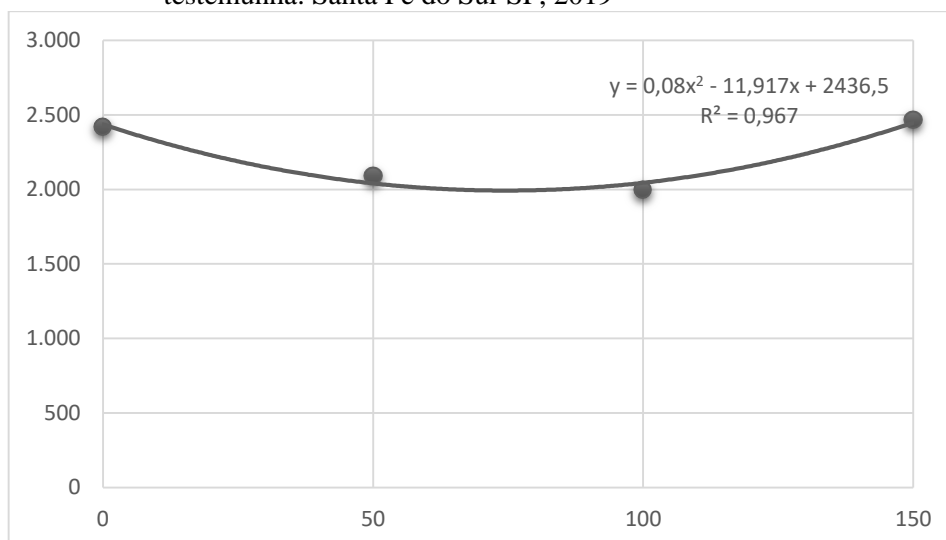
Tabela 2 – Massa fresca da planta (MFP), massa seca da planta (MSP), massa fresca da espiga (MFE), massa seca da espiga (MSE), Santa Fé do Sul-SP, 2019

Tratamento	MFP	MSP	MFE	MSE
	(g)			
Modelo				
Convencional	2.242,00 b	844,20b	543,12a	250,62ab
Líquido 50%	2.678,62 a	970,76 ^a	598,43a	273,31a
Líquido 100%	1.995,37 b	668,40c	495,62a	197,84b
Doses				
0	2.420,00 ab	851,46 ^a	531,66a	240,75a
Líquido 50%	2.090,25 b	766,57 ^a	515,83a	241,09a
Líquido 100%	2.246,08 ab	854,71 ^a	565,41a	248,97a
Líquido 150%	2.465,00 a	838,40 ^a	570,00a	231,54a
Teste F – M	17,84 ^{**}	19,02 [*]	2,09 ^{ns}	4,05 [*]
Teste F – D	3,29 [*]	1,06 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,10 ^{ns}
Teste F – MxD	2,06 ^{ns}	0,83 ^{ns}	3,93 [*]	1,64 ^{ns}
DMS (M)	284,33	120,85	123,37	66,73
DMS (D)	361,94	241,70	246,74	84,94
CV%	14,21	16,82	26,05	31,96

Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{**} e ^{*}: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, respectivamente. ^{ns}não significativo. Em que: DMS: diferença mínima significativa e CV: coeficiente de variação.

De acordo com o Gráfico 1, a adubação convencional com 0 de adubo líquido em cobertura obteve resultados superiores comparados com à concentração de 50 e 100%. Entretanto, ao aumentar a dose do produto líquido, a massa fresca da planta fica compatível com a testemunha. Uma das hipóteses para o ocorrido é a baixa concentração de nutrientes para o bom desenvolvimento do híbrido estudado, sendo viável somente a partir de 150% do adubo líquido em cobertura. Segundo Gonzaga *et al.* (2015), a adubação líquida via fertirrigação apresenta resultados positivos, tanto em técnicas, quanto em parte econômicas, em relação aos métodos tradicionais de adubação e, com isso, permite manter a fertilidade próximo ao nível adequado para o bom desenvolvimento da cultura do milho.

Gráfico 1 - MFP (Massa Fresca da Planta), submetido a doses de adubos de cobertura via fertirrigação com adubo líquido 50, 100 e 150% e testemunha. Santa Fé do Sul-SP, 2019



Fonte: Dos próprios autores.

Houve desdobramento significativo para a variável MFE (massa fresca de espiga) (Tabela 3), observando-se que, de modo geral, a aplicação com 50% do adubo líquido na semeadura por fertirrigação com a adubação de cobertura com 50% incrementou, de modo geral, a massa fresca da espiga. Tal constatação é justificada pelo fato de os adubos líquidos serem a base de ácidos húmicos que são componentes da matéria orgânica do solo, podendo ser compatíveis com o adubo convencional, no entanto, vale ressaltar que as doses são diferentes. Segundo Stevenson (1982), os ácidos húmicos atuam em processos fisiológicos das plantas, melhorando a parte aérea e do sistema radicular.

Entretanto, mesmo utilizando resíduos orgânicos nas culturas, se faz necessária sua aplicação em concentrações adequadas para evitar problemas de contaminação no solo e desequilíbrios fisiológicos nas plantas. De acordo com Rebouças Neto *et al.* (2016), trabalhando com biofertilizantes bovino com água salina, relataram que concentrações altas podem interferir no desenvolvimento da planta.

Tabela 3 – Desdobramento das interações significativas modelo x doses, para o parâmetro massa fresca da espiga (MFE). Santa Fé do Sul – SP, 2019

Tratamento	Doses em cobertura			
	0	Líquido 50%	Líquido 100%	Líquido 150%
	MFE			
Convencional	463,75 aA	420,00 bA	642,50 aA	646,25 aA
Líquido 50%	447,50 aA	703,75 aA	601,25 aA	641,25 aA
Líquido 100%	683,75 aA	423,75 bA	452,50 aA	422,50 aA

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúscula na linha diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 CONCLUSÃO

A aplicação dos adubos líquidos por fertirrigação na cultura do milho influenciaram positivamente nas características agrônomicas e produtividade de massas.

REFERÊNCIAS

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de Grãos**, v. 7, Safra 2019/20: sexto levantamento. Brasília, DF, 2020. 94 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia** [online]. 2011, v.35, n.6, p.1039-1042. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.

GONZAGA, M. P. S. R. *et al.* Influência do parcelamento do n aplicado via fertirrigação sobre a produtividade do milho doce (*ZeamaysL*) sob cultivo protegido. **IV Congresso Estadual de Iniciação Científica do IF Goiano**, Goiás, 2015. Disponível em: <https://www.ifgoiano.edu.br/ceic/anais/files/papers/20306.pdf>. Acesso em: 13 jun 2019.

OLIVEIRA, J. B. *et al.* **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**: legenda expandida. Campinas: IAC; Rio de Janeiro: EMBRAPA-Solos, 1999. 64p.

RAIJ, B. V. *et al.* **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 284 p.

RAMOS, J. G. *et al.* Cultivo de milho híbrido com macronutrientes, urina humana e manureira aplicados via fundação e fertirrigação. **Revista Irriga**, v.25, p. 420-431, 2020.

REBOUÇAS NETO, M. *et al.* O. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino. **Cadernos Cajuína**, Piauí, v. 1, n. 3, p. 4-14, 2016.

STEVENSON, F. J. **Humus chemistry**. New York: Wiley& Sons; 1982. 198p.

SANTOS, P. S. *et al.* Adubos verdes e nitrogenados em cobertura no cultivo de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, p. 123-134, 2010.

VIDIGAL, S. M. *et al.* Produtividade de cebola em cultivo orgânico utilizando composto à base de dejetos de suínos. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p.168-173, 2010.