

ASSOCIAÇÃO RANIERI DE EDUCAÇÃO E CULTURA  
FACULDADES INTEGRADAS DE BAURU – FIB  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

PEDRO HENRIQUE FLORÊNCIO CORRÊA

**DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DA SOJA COM APLICAÇÕES  
DE VINHAÇA**

BAURU – SP  
2022

PEDRO HENRIQUE FLORÊNCIO CORRÊA

**DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DA SOJA COM APLICAÇÕES DE  
VINHAÇA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Graduação em Agronomia como  
requisito para obtenção do título de bacharel  
em Agronomia das Faculdades Integradas de  
Bauru – FIB.

Orientador: Dr. Luiz Vitor Crepaldi Sanches

BAURU – SP  
2022

# Desenvolvimento da cultura da soja com aplicações de vinhaça

Pedro Henrique Florêncio Corrêa<sup>1</sup>; Luiz Vitor Crepaldi Sanches<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Aluno de Agronomia – Faculdades Integradas de Bauru – FIB – pedroh.florencioc@gmail.com;

<sup>2</sup>Professor do curso de Agronomia – Faculdades Integradas de Bauru – FIB – luizvitorsanches@hotmail.com;

## RESUMO

A cultura da soja é muito produzida nas regiões de Sul e Centro-oeste, a maior finalidade é o grão que produz, destinando-o para diversos ramos, seja ele alimentício para humano ou animal (forma de ração), para extração de óleo, está sendo utilizado para rotação de cultura e cobertura verde em algumas regiões. Porém por ser uma cultura altamente estudada com as pragas chaves reconhecidas e com gama de controles, sua capacidade de se tornar alternativa pelos componentes nutricionais, além de auxiliar na reciclagem do solo, possibilitando a reconstrução, torna-se uma cultura chave para diversos fatores em determinadas regiões. O uso como alternativa em áreas de descanso faz com que seja aproveitadas outras vantagens, como: aberturas de esporos, maior troca de CTC, uso da matéria verde para uma futura plantação de outra cultura no local. O subproduto da cana-de-açúcar, vinhaça, se origina do resíduo final na destilação da fermentação na obtenção de etanol. No Brasil, basicamente é utilizada para a lavoura com o propósito de aproveitar suas capacidades nutricionais, principalmente de potássio. As doses aplicadas foram T1 – Controle, somente água (através de precipitação); T2 – 43,1 m<sup>3</sup>.ha; T3 – 129,2 m<sup>3</sup>.ha; T4 – 215,3 m<sup>3</sup>.ha; T5 – 430,6 m<sup>3</sup>.ha. Os principais resultados apresentados em altura e número de folhas, principalmente, se destacaram após o 25º DAS, no qual foi aplicado o subproduto. A aplicação de vinhaça no presente estudo não proporcionou efeitos positivos sobre o desenvolvimento da soja, muito pelo contrário, levando a morte das plantas nas aplicações realizadas.

**Palavras-chave:** *Glycine max*; relação potássio/nitrogênio; aplicação de subproduto.

## DEVELOPMENT OF SOYBEAN CROP WITH VINASSE APPLICATIONS

### ABSTRACT

The soybean crop is widely produced in the South and Midwest regions, the greatest purpose is the grain it produces, allocating it to various branches, be it food for humans or animals (feed form), for oil extraction, is being used for rotation of culture and green cover in some regions. However, as it is a highly studied crop with recognized key pests and a range of controls, its ability to become an alternative due to its nutritional components, in addition to helping to recycle the soil, enabling reconstruction, it becomes a key crop for several factors in certain regions. Using it as an alternative in rest areas makes it possible to take advantage of other advantages, such as: spore openings, greater exchange of CTC, use of green matter for a future planting of another crop on the site. The by-product of sugar cane, vinasse, originates from the final residue in the distillation of fermentation to obtain ethanol. In Brazil, it is basically used for farming in order to take advantage of its nutritional capacities, mainly potassium. The applied doses were T1 – Control, only water (through precipitation); T2 – 43.1 m<sup>3</sup>.ha; T3 – 129.2 m<sup>3</sup>.ha; T4 – 215.3 m<sup>3</sup>.ha; T5 – 430.6 m<sup>3</sup>.ha. The main results presented in height and number of leaves, mainly, stood out after the 25<sup>o</sup> DAS, in which the by-product was applied. The application of vinasse in the present study did not provide positive effects on soybean development, quite the contrary, leading to the death of plants in the applications performed.

**Keywords:** *Glycine max*; potassium/nitrogen ratio; application of by-product.

### INTRODUÇÃO

Desde final da década de sessenta, a cultura da soja (*Glycine max*) vem se destacando em nosso país levando-o para maior produção mundial (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, S/D). Hoje além de todo seu potencial produtivo vem se destacando como uma alternativa para renovar e aprimorar características do solo.

Em meados de setenta, quando começou a haver a explosão de produção e do preço, sua adaptação ao clima fez com que o Brasil virasse potência (EMPRESA BRASILEIRA DE

PESQUISA AGROPECUÁRIA, s/d). Sua diversidade de produtos e características morfológicas faz com que a cultura seja estratégica para o país. As adaptações foram se evoluindo com diversas pesquisas, assim se originou a soja resistente ao percevejo, com as tecnologias RR e Intacta (AGRO NOVAS, 2019).

A implantação da soja como alternativa, como por exemplo em áreas com descanso faz com que seja aproveitado não somente o produto, quanto todo o conjunto elaborado para implantar essa soja, desde correção básica do local para introduzir a cultura, possível aplicação de defensivos no caso de não ser orgânica, aberturas de esporos, restos culturais para uma futura plantação de outra cultura no local, além de proporcionar maior troca de CTC, sendo melhorada sua fertilidade maior a quantidade de cátions, como cálcio, magnésio, potássio, nutrientes essenciais para as plantas, além de mensurar através dos ânions a atração e retenção dos nutrientes disponíveis na solução do solo. A correção e a aplicação que pode se destacar é a necessidade que a cultura precisa de nitrogênio (N), além de enriquecer a matéria orgânica da área (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2013).

A rotatividade de nutriente, a troca de cultura por conta de pragas e o ciclo curto num período geralmente entre safras faz com que se torne um destaque. A desvantagem levantada é a possibilidade que pode se encontrar com algumas espécies de plantas daninhas começarem a ficar mais resistentes, e a outra que não se torna destaque pode ser utilização de materiais e maquinário que muitas vezes um produtor ou usina tem, e acaba se tornando viável em relação ao custo e o retorno mesmo não sendo imediato ou visível, ao médio/longo prazo acaba se pagando e trazendo maiores benefícios. Além de se utilizar da cultura da soja como uma alternativa, entende-se que o proveito do produto tem a capacidade de ser vantajoso por diversos motivos, principalmente para as usinas e produtores de cana de açúcar que utiliza rotação de cultura e produz sua própria vinhaça.

A vinhaça é basicamente um subproduto líquido final do processo de destilação, e sua maior fonte de pesquisa na atualidade é o melhor método de aplicação com custo reduzido, e uma redução na sua quantidade (ALMEIDA, et al., 2015), suas principais utilidades no final do processo é propriamente como fertirrigação, adubos sólidos e o que está sendo aprimorado, mas já foi introduzido é o gás biometano.

Pode ser nomeada como vinhoto ou restilo, em sua composição “93% são água e 7% de sólidos orgânicos e inorgânicos” (MARQUES, 2006). Apesar das características químicas da

vinhaça a caracterizar como um resíduo nocivo, a mesma é utilizada como adubo nas culturas de cana-de-açúcar.

O componente se extrai de destilarias nas usinas canavieiras, obtendo seu caldo. Essa principal forma de obtenção. Sua principal função vem sendo como principal adubo na cana de açúcar. “O constituinte principal da vinhaça é a matéria orgânica, basicamente sob a forma de ácidos orgânicos e, em menor quantidade, por cátions como o K, Ca e Mg, sendo que sua riqueza nutricional está ligada à origem do mosto. Quando se parte de mosto de melaço, apresenta maiores concentrações em matéria orgânica, potássio, cálcio e magnésio, ao passo que esses elementos decaem consideravelmente quando se trata de mosto de caldo de cana, como é o caso de destilarias autônomas.” (ROSSETTO, 1987 apud SILVA, M. A. S. D.; et al., 2006). Sua importância em conseguir vantagens para a produção faz com que se destaque ainda mais, com ressalva que se a dependência do clima, adubação variedade da cultura, solo, faz com que possa variar essa “vantagem” (ALMEIDA, et al., 2015).

Uma grande colocação citada é em quesito de sua utilização como um fertilizante natural para os problemas de desperdício e descarte de substância, e ainda conseguindo reaproveitar os minerais e resíduos orgânicos, assim se evita a necessidade de se utilizar a adubação para determinados elementos que está presente na vinhaça (MARQUES, 2015).

Dentro de muitas qualidades a vinhaça possui suas desvantagens, como a possibilidade de poluição e contaminação do lençol freático, córregos e rios; seu custo em áreas grandes por exigência ambiental e a proteção que deve ter para não ocorrer vazamento em outros tipos de áreas, como em tubulações próximo de águas, estradas, outros tipos de culturas (MARQUES, 2015). Mas as suas vantagens citadas prevalecem pela qualidade que resulta nas áreas onde é aplicada.

Os critérios e exigências dos procedimentos a serem realizados tanto para o armazenamento, quanto para transporte e aplicação no solo são: não realizar aplicação do produto nas Áreas de Preservação Permanente – APP, conforme na Lei Federal nº. 12.651/2012 (BRASIL, 2012c), alterada pela Lei Federal nº. 12.727/2012 (BRASIL, 2012a) e regulamentada pelo Decreto Federal nº 7830/2012 (BRASIL, 2012b). A aplicação consistente nas áreas localizadas no domínio de Área de Proteção Ambiental – APA somente serão permitidas caso não haja vedação específica a essa prática em seus regulamentos. Não será permitido aplicar em áreas de proteção a poços, sendo pré-definidas ou a menos de 100 metros de distância de poços de abastecimento. Para área com declividade superior a 15%, para evitar a erosão deverá

ser adotadas medidas de segurança adequadas. A área que for realizar o procedimento não deverá estar contida e nem em proximidades nas áreas de domínio das ferrovias e rodovias federais ou estaduais. A aplicação deverá estar pelo menos 1.000 metros afastadas dos núcleos populacionais compreendidos na área do perímetro urbano. Critério estabelecida pela CETESB em relação ao afastamento mediante justificativa técnica poderá ser ampliada se as condições ambientais, incluindo as climáticas, exigirem tal ampliação. A área de aplicação de vinhaça deverá estar afastada, no mínimo, 06 metros das Áreas de Preservação Permanente – APP, com proteção por sistema de segurança e considerando a profundidade do nível d'água dos aquíferos livres deverá ser, no mínimo, de 1,50 m. A incorporação à vinhaça de águas residuárias somente poderá ocorrer mediante prévia autorização da CETESB. (CETESB, 2014). Para o armazenamento dos tanques deverão ser impermeabilizados com geomembrana impermeabilizante ou outra técnica de igual ou superior efeito para vedação. Em média, atualmente para cada litro de álcool produzido no país são gerados 12,4 litros de vinhaça em média, o que significa uma produção de 372 bilhões de litros por ano.

O destaque principalmente para se levantar ponto neste trabalho é a rica quantidade de potássio, nutriente que na cultura da soja se torna essencial para o seu desenvolvimento (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, s/d). Em relação a prática da aplicação, o subproduto que será utilizado como biofertilizante não há perigo por ser caracterizado como classe II, pela ausência de metais pesados, entre outras propriedades relacionado neste item. Por ser rica em potássio e sua aplicação ao solo pode resultar em um aumento na relação de nutrientes positivo para a produtividade das culturas, além de liberação de água auxiliando no déficit hídrico. (PINTO e de ARAÚJO, 2019).

Quando referido os benefícios proporcionais da utilização da vinhaça com a finalidade de aplicação do adubo para o solo, apresentam a importância do manejo adequado desse subproduto, melhorando de maneira significativa a absorção de nutrientes das plantas e assim ampliando a produtividade das culturas. O equilíbrio destes nutrientes no solo influencia consideravelmente o desenvolvimento de microrganismos responsáveis pelo controle de doenças. Porém o lado contraditório desse ponto é a utilização sem estudos prévios de vinhaça no solo pode acarretar em efeitos indesejados ao solo e fluxos subterrâneos d'água. Os diversos malefícios encontrados no uso contínuo e inseguro, destaca-se o desequilíbrio de nutrientes no solo, lixiviação de metais e aumento da densidade do solo.

O objetivo do presente trabalho é o de avaliar os efeitos da aplicação de doses de vinhaça sobre o desenvolvimento da cultura da soja como sendo uma forma de reciclagem deste resíduo agroindustrial.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foi cultivado a soja cultivar NS 6700 IPro, com a aplicação de vinhaça pura. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com 4 blocos, 5 tratamentos com 16 plantas por parcela (Figura 1). Cada parcela experimental possuiu 1 m<sup>2</sup> e bordadura de 1 metro entre as parcelas, para evitar a influência das doses entre parcelas.

As doses de vinhaça aplicada foram calculadas através da adaptação da fórmula para aplicação na cultura da cana de açúcar (Fórmulas, expressões e equações matemáticas 1), porém para a cultura da soja foi realizado cálculo proporcional (Fórmulas, expressões e equações matemáticas 2) correspondem a: T1 – Controle, somente água; T2 – 43,1 m<sup>3</sup>.ha; T3 – 129,2 m<sup>3</sup>.ha; T4 – 215,3 m<sup>3</sup>.ha; T5 – 430,6 m<sup>3</sup>.ha. As doses baseadas em dados publicados pela EMBRAPA – Fast K, onde a planta de soja necessita de 50 kg.ha de K<sub>2</sub>O, sendo que convertendo pelo teor de potássio na vinhaça o tratamento 4 corresponde como sendo uma dose potássica ideal. O experimento foi desenvolvido no Sítio Santo Antônio localizado no município de Barra Bonita - SP.

O experimento se iniciou em 28 de novembro de 2021 com o plantio da soja e se encerrou com a colheita na data de 01 de maio de 2022.

Para controle de precipitação foi instalado pluviômetro no centro da área utilizada (Figura 2).

A aplicação da vinhaça foi realizada manualmente, com auxílio de um regador (Figura 3), e foi realizada em aplicação única.

Para evitar problema em relação à temperatura do solo foi utilizado e medido cada bloco individualmente com auxílio de termômetro TP101 (Figura 4). A temperatura média do solo foi de 30,5°C. e a velocidade do vento de 10 metros por segundo.

Aplicação através do método de fertirrigação entre o estágio V e VI da cultura, antecipando a fase vegetativa R1 (Aproximadamente 25 dias após a germinação, onde ocorre o início de maior absorção de potássio) (Figura 5).

Foi utilizado um regador para uniformizar a aplicação e reduzir as chances de respingos na pele, mesmo com o uso de EPI's.



Os parâmetros analisados foram altura da planta, número de folhas e número de vagens, sendo realizados a cada 7 dias após o plantio (Figura 6).

Foi realizada a mensuração do nível do solo até a ponta da última folha totalmente desenvolvida.

Para realizar as avaliações químicas do solo foi utilizado o instrumento denominado como trado holandês (Figura 7), foram coletadas em três épocas diferentes na profundidade de 0-20cm: pré-plantio, no meio do ciclo da cultura, e após a colheita realizada, sendo respectivamente as duas últimas coletas detalhadas em cada bloco dos tratamentos.

Após a colheita as vagens foram armazenadas em sacos de papel kraft e levadas ao laboratório de sementes das Faculdades Integradas de Bauru-SP onde foi realizado a secagem de plantas (Figura 8) em estufa de circulação forçada de ar à 105° C. até atingir peso constante.

No laboratório de solos Faculdades Integradas de Bauru-SP foram realizadas análises de pH (Figura 9) e condutividade elétrica (Figura 10) de amostras coletadas no pré-plantio, no meio do ciclo da cultura e pós colheita.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A seguir serão apresentados os resultados obtidos na fase de cultivo em campo e nas análises laboratoriais.

Pode-se observar na tabela 1 o desenvolvimento vegetativo em altura das plantas de soja, onde até os 21 dias após a semeadura (D.A.S.) houve incremento em altura de plantas, entretanto aos após a aplicação da vinhaça ao 25 DAS houve decréscimo de altura e aos 42 DAS em diante ocorreram a morte de algumas plantas da dosagem 43,1m<sup>3</sup>.ha e de totalidade que receberam as doses de 129,2, 215,3 e 430,6 m<sup>3</sup>.ha.

Pinto e Araujo (2019) utilizando a vinhaça como biofertilizante na cultura da soja, tanto in natura como concentrada e aplicando via solo ou pulverizada observaram incrementos em todos os parâmetros avaliados.

A hipótese levantada para explicar a morte das plantas seria que foi utilizado palhada sobre o solo para manter a umidade no solo, e ao se aplicar a vinhaça houve uma elevação na relação C/N, e conseqüentemente pode ter ocorrido fermentação da vinha junto a palhada, liberando calor, consumindo oxigênio do solo e assim podendo ter afetado diretamente as plantas.

Rezende (1984) aplicando vinhaça na cultura da alface observou efeitos negativos em todos os parâmetros avaliados, entretanto as plantas não chegaram a morrer.

Basso et al.(2013) aplicando 100 m<sup>3</sup>.ha de vinhaça no cultivo de aveia preta observou que doses superiores inibiram a produtividade da planta.

Segundo Paulino et al. (2002), aplicações de 300 m<sup>3</sup>.ha de vinhaça aumentou a produção de colmos, açúcar e álcool de cana de açúcar cultivada em Latossolo vermelho, dose esta superior as três primeiras doses utilizadas na soja no presente estudo, não demonstrando que o solo possa ter sido salinizado, e assim ter afetado as plantas que morreram.

Cervantes et al. (2018) também observaram coeficientes de variação elevados (35,6%) ao analisar a altura de plantas de soja submetidas a aplicação de vinhaça. Cervantes et al. (2018) afirma que a aplicação de vinhaça interfere na germinação e no desenvolvimento inicial da cultura da soja.

Com a aplicação de vinhaça no solo pode ocorrer efeitos negativos sobre a condutividade elétrica no solo, na absorção de nutrientes e na estrutura vegetal, podendo assim desfavorecer o desenvolvimento vegetativo da soja (TEJADA e GONZALES, 2005).

O mesmo efeito negativo foi observado para o parâmetro número de folhas como pode ser observado na Tabela 2.

Nota-se que a partir de 98 DAS ocorre uma diferenciação acentuada no número de folhas, onde se encerra o experimento aos 168 DAS com o controle apresentando 79 folhas e a dose de 43,21 m<sup>3</sup>.ha as plantas possuíam apenas 23 folhas, menos de 1/3 da quantidade apresentada pelo controle.

Segundo Stoller (2020) uma planta de soja pode chegar a ter 60 folhas (20 folhas trifolioladas), entretanto no presente estudo o controle atingiu números superiores, chegando a 79 folhas por planta.

Com intuito de investigar as causas da morte das plantas foi realizado avaliação de pH e condutividade elétrica (EC) dos solos dos tratamentos após a colheita, onde pode-se observar na tabela 3 que a vinhaça ao ser aplicada no via solo possuía EC de 6,8 dsm e pH de 4,97, onde pode-se notar que o teor de sais no solo se elevou conforme se aumentou a dose de vinhaça, entretanto dentro de faixas ótimas para meios de cultivo.

O pH se apresentou ácido com média de 5,1, podendo afetar diretamente a disponibilidade de nutrientes para as plantas. De acordo com Santos (2022) o pH ideal é na faixa de 6 a 6,5, onde o pH inadequado reduz a disponibilidade de nutrientes para as plantas e consequentemente redução de produtividade.

Na tabela 4 pode-se observar o número de vagens por planta em função das doses de vinhaça.

Nota-se que o coeficiente de variação foi muito elevado, pois no tratamento controle cerca de 10% das plantas apresentaram mais de 30 vagens (PIONEER, 2019) que é o ideal, porém a média geral foi de 9 apenas. Já para a menor dose de vinhaça muitas plantas apresentaram apenas 1 vagem, entretanto, outras apresentaram de 17 até 86 vagens por pé, justificando o CV%.

## **CONCLUSÃO**

Pode-se concluir que a aplicação de vinhaça no presente estudo não proporcionou efeitos positivos sobre o desenvolvimento da soja, muito pelo contrário, levando a morte das plantas nas aplicações realizadas.

## **AGRADECIMENTO**

Gostaria de agradecer e dedicar esta dissertação para as pessoas que me apoiaram e me incentivaram a continuar com as minhas ideias e estiveram me dando forças para que pudesse apresentar esse trabalho de conclusão de curso.

Aos meus amigos que a faculdade me presenteou; a todos os professores que participaram da minha formação juntamente com a estrutura da faculdade, em especial ao meu orientador Dr. Luiz Vitor Crepaldi Sanches; aos meus familiares e amigos que me apoiaram e estiveram comigo, em extraordinário ao meu pai Miguel Ângelo Luiz Corrêa, aos meus grandes amigos Antônio Pedro Gigliotti, Rogerio Martini Gigliotti, Cassio Uoshinton Alves Soares do Valle, Joao Carlos Tasca e Vitor Lucas Maiolo que me forneceram o suporte para o trabalho acontecer.

Há muitas pessoas que conhecemos durante este período que contribuíram muito para o nosso crescimento (mesmo com uma pequena palavra gentil) e dentro desta curta mensagem não conseguirei descrever todas.

## FÓRMULAS, EXPRESSÕES E EQUAÇÕES MATEMÁTICAS

**Fórmulas, expressões e equações matemáticas 1.** Formula para calcular a aplicação de Vinhaça na cultura da Cana- de-Açúcar.

### DOSAGEM

$$V = \frac{[(0,05 \times CTC - K_{\text{solo}}) \times 3744 + 185]}{K_{\text{vinhaça}}}$$

**V** = volume em m<sup>3</sup> de vinhaça a ser aplicado por hectare;  
**CTC** = Capacidade de Troca Catiônica, expressa em cmol/dm<sup>3</sup> a pH 7,0  
**K<sub>solo</sub>** ou **K<sub>s</sub>** = concentração de potássio – K<sup>+</sup> no solo em cmol/dm<sup>3</sup>  
**185** = quantidade em kg de K<sub>2</sub>O/ha extraído pela cana-de-açúcar por corte;  
**K<sub>vinhaça</sub>** ou **K<sub>v</sub>** = concentração de K<sup>+</sup> na vinhaça, expressa em kg de K<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup>

SANCHES, L. V. C.

**Fórmulas, expressões e equações matemáticas 2.** Cálculo usado para aplicação na cultura da soja, pelo método de proporcionalidade.

Proporcionalidade

Cálculo de Vinhaça para a cultura da cana-de-açúcar.

$$V = \frac{[(0,05 \times CTC - K_{\text{solo}}) \times 3.744 + 185]}{K_{\text{vinhaça}}}$$

$$V = \frac{[(0,05 \times 64 - 1,40) \times 3.744 + 185]}{3,2}$$

**V = 1.812,6178 m<sup>3</sup>/ha**

Transformação de m<sup>3</sup>/ha para L/ha.

$$\begin{array}{ccc} 1.812,6178 & \text{_____} & X \\ & 1 & \text{_____} & 1.000 \end{array}$$

**X = 1.812617,8 L/ha**

Transformação de L/ha para L/m<sup>2</sup>.

$$\begin{array}{ccc} 181.2617,8 & \text{_____} & 10.000 \\ & X & \text{_____} & 1 \end{array}$$

**X = 1.812,6178 L/m<sup>2</sup>**

Uso da proporcionalidade pela quantidade em Kg de K<sub>2</sub>O extraído para a cultura da soja por corte. (**22 Kg**).

$$\begin{array}{ccc} 1.812,6178 & \text{_____} & 185 \\ & X & \text{_____} & 22 \end{array}$$

**X = 21,5 L/m<sup>2</sup>**

(**V**) Volume em m<sup>3</sup> de vinhaça a ser aplicado por hectare; (**CTC**) Capacidade de Troca Catiônica, expressa em mol/dm<sup>3</sup> a pH 7,0. (**K<sub>solo</sub>**) Concentração de potássio – K<sup>+</sup> no solo em mol/dm<sup>3</sup>. (**185**) Quantidade em Kg de K<sub>2</sub>O/ha extraído pela cana-de-açúcar por corte. (**K<sub>vinhaça</sub>**) Concentração de K<sup>+</sup> na vinhaça, expressa em Kg de K<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup>.

## TABELAS

**Tabela 1** Altura de plantas de soja cultivadas em solo contendo doses de vinhaça. Barra Bonita - SP, 2022.

Vinhaça	Altura da planta de Soja								
	centímetros								
m <sup>3</sup> .ha	7	14	21	28	42	49	98	147	168
	<b>Dias após a semeadura</b>								
0	7,1 ab	9,4 ab	16 a	13,3 a	14,67 a	15,8 a	36,9 a	44,47 a	45,53 a
43,1	6,1 b	9,4 ab	14,2 cd	12,8 ab	12,33 b	12,85 b	19,6 b	22,73 b	22,86 b
129,2	7,7 a	10,2 a	15,8 ab	14,2 a	9,13 c	0 c	0 c	0 c	0 c
215,3	6,8 ab	10,1 ab	15,0 bc	12,33 ab	10,5 bc	0 c	0 c	0 c	0 c
430,6	6,4 ab	10,2 a	13,4 d	10,3 b	9,63 c	0 c	0 c	0 c	0 c
CV%	24,4	12,26	7,44	26,56	20,97	25,79	59,51	61,18	61,75

CV% - Coeficiente de variação; Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 2** Número de folhas de plantas de soja cultivadas em solo contendo doses de vinhaça. Barra Bonita - SP, 2022.

Vinhaça	Número de folhas por planta de Soja								
	7	14	21	28	42	49	98	147	168
m <sup>3</sup> .ha	<b>Dias após a semeadura</b>								
0	2	2	2	7 ab	12 a	14 a	40 a	48 a	79 a
43,1	2	2	2	7 ab	10 b	10 b	20 b	21 b	23 b
129,2	2	2	2	8 a	0 c	0 c	0 c	0 c	0 c
215,3	2	2	2	7 ab	0 c	0 c	0 c	0 c	0 c
430,6	2	2	2	6 b	0 c	0 c	0 c	0 c	0 c
CV%	5,0	5,2	5,5	20,38	19,42	26,04	137,28	135,78	108,75

CV% - Coeficiente de variação; Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 3** Condutividade elétrica e pH do solo sob o cultivo da soja com doses de vinhaça. Barra Bonita - SP, 2022.

<b>Vinhaça</b>	<b>Condutividade elétrica</b>	<b>pH</b>
<b>m<sup>3</sup>.ha</b>	<b>dSm</b>	
0	0,49 b	5,17 a
43,1	0,80 b	5,09 a
129,2	0,57 b	5,10 a
215,3	1,49 a	5,18 a
430,6	1,61 a	5,21 a
CV%	8,36	5,85

CV% - Coeficiente de variação; Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 4** Número de vagens de plantas de soja cultivadas em solo contendo doses de vinhaça. Barra Bonita - SP, 2022.

<b>Vinhaça</b>	<b>Número de vagens</b>
<b>m<sup>3</sup>.ha</b>	
0	9 a
43,1	4 b
129,2	0 c
215,3	0 c
430,6	0 c
CV%	148,1

CV% - Coeficiente de variação; Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## FIGURAS

**Figura 1.** Distribuição dos blocos casualizados.



CORREA, P. H. F., 2022.

**Figura 2.** Pluviômetro.



CORREA, P. H. F., 2022.

**Figura 3.** Método de aplicação via regador.



CORREA, P. H. F., 2022.

**Figura 4.** Medição da temperatura na aplicação – termômetro (Tp101).



CORREA, P. H. F., 2022.

**Figura 5.** Aplicação da vinhaça.



CORREA, P. H. F., 2022.



**Figura 6.** Medição de altura e número de folhas.



CORREA, P. H. F., 2022.

**Figura 7.** Amostragem de solo no bloco nos tratamentos (através do trado holandês).



CORREA, P. H. F., 2022.

**Figura 8.** Estufa de secagem de plantas (105°C).



CORREA, P. H. F., 2022.

**Figura 9.** Análise de pH (pHmetro).



CORREA, P. H. F., 2022.

**Figura 10.** Análise de condutividade elétrica (condutivímetro).



CORREA, P. H. F., 2022.

## REFERÊNCIAS

AUN USP. **Vinhaça: o futuro da fertilização - Resíduo orgânico passou de vilão a fonte sustentável de nutrientes para o solo.** Disponível em: <http://www.usp.br/aun/antigo/exibir?id=7108&ed=1216&f=8>. Acesso em: 25. set. 2021.

AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Árvore do conhecimento agroenergia.** Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fbl23vmz02wx5eo0sawqe3vtdl7vi.html>. Acesso em: 28. nov. 2021.

AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Árvore do conhecimento cana-de-açúcar.** Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_20\\_3112006152934.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_20_3112006152934.html). Acesso em: 28. nov. 2021.

BASSO, C.J.; LAMEGOL, A.L.S.F.P.; SOMAVILLA, L.; BRIGOL, T.J. Vinhaça como fonte de potássio: resposta da sucessão aveia-preta/milho silagem/milho safrinha e alterações químicas do solo na Região Noroeste do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.43, n.4,p.596-602, 2013.

BORGES, G. L. C.; et al. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, V. 11, n. 1, p. 108-114, mai./2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/rbeaa/a/vxTJ6yw3YP7bsCx7qc3Qcdj/?lang=pt>. Acesso em: 19. set. 2021.

CARDOSO, E. G.; et al. **Sistema radicular da soja em função da compactação do solo no sistema de plantio direto:** - Soybean root system in function of soil compaction under no-tillage system, Ponta Grossa, PR, V. 41, n. 3, p. 493-501, mar./2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/6GMrH3T4MWY77r8ZMwNbFXJ/?lang=pt#ModalDownloadS>. Acesso em: 19. set. 2021.

CAVALINI F. P.; et al. Resposta da soja à épocas de aplicação de potássio em cobertura. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 21, n. 1, p. 23-28, jan./mar. 2018. Acesso em: 24. set. 2022.

CERVANTES, F.H.; DEMENECK, M.D.; PALIN, D.; GROSSI FILHO, G.; LOPES, A.D. Adubação mineral e orgânica no crescimento e desenvolvimento inicial da soja cultivada em solos coletados em três municípios paranaenses. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.17, n.4, p. 521-531, 2018.

CORTEZ, L.; MAGALHAES, P.; HAPPI, J. Principais subprodutos da agroindústria canavieira e sua valorização. **Revista Brasileira de Energia**, s/d, v. 2, n. 2, p. 1-17, nov./2021. Acesso em: 23. set. 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Estádios fenológicos e marcha de absorção de nutrientes da soja.** EMBRAPA Soja, 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1047123/estadios-fenologicos-e-marcha-de-absorcao-de-nutrientes-da-soja>. Acesso em: 30. set. 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **História da soja**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/historia>. Acesso em: 28. nov. 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Nutrição equilibrada em potássio incrementa produtividade da soja**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2472109/nutricao-equilibrada-em-potassio-incrementa-produtividade-da-soja>. Acesso em: 28. nov. 2021.

GÜNTHER, M. C. P.; et al. Fertirrigação com vinhaça, aspectos técnicos, ambientais e normativos. **XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, São Paulo, n. 1, p. 1 - s/d. Disponível em: [https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/110/3843f478fbd760b88d624e0484cba2d3\\_4398f3a40f27f36d38c7ed0f1773b01d.pdf](https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/110/3843f478fbd760b88d624e0484cba2d3_4398f3a40f27f36d38c7ed0f1773b01d.pdf). Acesso em: 23 out. 2022.

HARDER, G. D. M.; et al. Avaliação da viabilidade do uso de vinhaça como adubo: subtítulo do artigo. **Bioenergia em Revista: Diálogos**, Piracicaba, v. 10, n. 2, p. 8-24, dez./2020. Disponível em: <http://www.fatecpiracicaba.edu.br/revista/index.php/bioenergiaemrevista/article/view/383/373785>. Acesso em: 9 out. 2022.

INSTITUTO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS (IPMET). **Estação Meteorológica Automática do INMET**. Disponível em: [https://www.ipmetradar.com.br/inmet/cidades/2buscar-consulta.php?campo=BARRA\\_BONITA-SP](https://www.ipmetradar.com.br/inmet/cidades/2buscar-consulta.php?campo=BARRA_BONITA-SP). Acesso em: 26 dez. 2021.

JÚNIOR, L. A. Z.; et al. **Efeito da Nutrição Mineral no Controle De Doenças de Plantas**. 1. ed. Campinas: editora independente, 2012. p. 1-321. Acesso em: 28. nov. 2021.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. 1. ed. Piracicaba: Agronômica ceres, 2006. p. 1-638. Acesso em: 28. nov. 2021.

MARQUES, G.M. Vinhaça: o futuro da fertilização: Resíduo orgânico passou de vilão a fonte sustentável de nutrientes para o solo. **AUN**, São Paulo, v. 1, n. 66, p. 1-1, jul./2015. Disponível em: <http://www.usp.br/aun/antigo/exibir?id=7108&ed=1216&f=8>. Acesso em: 28. nov. 2021.

MELLISSA, A. S. S.; et al. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático: subtítulo do artigo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**: subtítulo da revista, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 108-114, mar./2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/vxTJ6yw3YP7bsCx7qC3Qcdj/?lang=pt>. Acesso em: 16 out. 2022.

OLIVEIRA, S. A. D.; et al. Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: **POTAFOS**, 1997. p. 1-319. Acesso em: 28. nov. 2021.

OLIVEIRA, J.; et al. Estádios fenológicos e marcha de absorção de nutrientes da soja. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Londrina, jun./2016. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/144440/1/FOR-QuadroESTADIO-SOJA-FINAL.pdf>. Acesso em: 25. set. 2021.

PAULINO, A.; MEDINA, C.; ROBAINA, C.; LAURANI, R. Produções agrícola e industrial de cana-de-açúcar submetida a doses de vinhaça. **Semina**: Ciências Agrárias, v.23, n.2, p.145-150, 2002.

PIONEER, Estimando a produtividade na cultura da soja. **Pioneer sementes**. 2019. Acessado em: 20/11/2022. Disponível em: <https://www.pioneersementes.com.br/blog/46/estimando-a-produtividade-na-cultura-da-soja#:~:text=Vagens%20por%20planta%3A%2030%20vagens,de%20mil%20gr%C3%A3os%3A%20170%20gramas>

PINTO, L. E. V.; ARAUJO, F. F. D. Uso de vinhaça como biofertilizante: efeito na nodulação, crescimento e acúmulo de nutrientes no cultivo da soja. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, V. 15, n. 5, p. 97-109, set./2019. Acesso em: 05. out. 2022.

Piracicaba - **engenharia sucroalcooleira**. Vinhaça – principais técnicas de utilização. Disponível em: <https://www.piracicabaengenharia.com.br/vinhaca-principais-tecnicas-de-utilizacao/>. Acesso em: 28. nov. 2021.

REZENDE, J.O. Vinhaça: outra grande ameaça ao meio ambiente. **Magistra**, v.1, [s.n.], [s.p.], 1984

S/A; vinhaça - critérios e procedimentos para aplicação no solo agrícola. 3. ed. São Paulo: **CETESB**, 2015. p. 1-15. Acesso em: 09. out. 2021.

SANTOS, F.; et al. **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e etanol**. 3. ed. Campinas: Mecenas, 2018. p. 1-448. Acesso em: 09. out. 2022.

SANTOS, F.; et al. **Cana-de-Açúcar: Bioenergia, açúcar e etanol: tecnologias e perspectivas**. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2012. p. 1-637. Acesso em: 01. out. 2022.

SANTOS, M.S. dos O pH do solo afeta a eficiência do adubo; **Equipe mais soja**, 2022. Acessado em: 21/11/2022, disponível em: <https://maissoja.com.br/o-ph-do-solo-afeta-a-eficiencia-do-adubo/#:~:text=Solos%20com%20pH%20inadequado%20tendem,entre%206%20a%206%2C5>.

SEDIYAMA, T.; **Tecnologias de produção de sementes de soja**. 2. ed. Londrina: MECENAS, 2013. p. 1-352. Acesso em: 09. out. 2022.

SERAFIM, R. F.; et al. Efeitos da aplicação de vinhaça na fertilidade do solo. **Irriga**, v. 26, n. 2, p. 439–459, 2021. Acesso em: 30. set. 2022.

SILVA, M. A. S. D.; et al. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 108-114, set./2007. Acesso em: 01. out. 2022.

SILVEIRA, R. N. C. M. CONSERVAÇÃO, USO RACIONAL E SUSTENTÁVEL DA ÁGUA: Curso de Manejo e Cuidados no Uso da Vinhaça na Fertirrigação. 1. ed. Fortaleza: **Ministério do Meio Ambiente** Agência Nacional de Águas Instituto de Pesquisa e Inovação na Agricultura Irrigada, 2016. p. 1-36. Acesso em: 30. set. 2022.

STOLLER. Fenologia da soja: um guia completo para otimizar sua produção. Stoller, 2020. Acessado em 25/11/22. Disponível em: <https://www.stoller.com.br/fenologia-da-soja/#:~:text=Dependendo%20do%20cultivar%20e%20da,formar%20at%C3%A9%20%20folhas%20trifolioladas>.

TEJADA, M.; GONZALEZ, J.L. Beet vinasse applied to wheat under dry land conditions affects soil properties and yield. **European Journal of Agronomy**, v.23, n.1, p.336-347, 2005

UNIÃO NACIONAL DA BIOENERGIA. **A História da Cana-de-açúcar - Da Antiguidade aos Dias Atuais**. Disponível em: <https://www.udop.com.br/noticia/2003/01/01/a-historia-da-cana-de-acucar-da-antiguidade-aos-dias-atuais.html>. Acesso em: 28. nov. 2021.