

EFEITOS DA APLICAÇÃO DE VINHAÇA NO ESTADO NUTRICIONAL,
PRODUTIVIDADE E QUALIDADE TECNOLÓGICA DA CANA-DE-AÇÚCAR
(*Saccharum spp*) EM DOIS TIPOS DE SOLO

GERALDO MAJELA DE ANDRADE SILVA
Engenheiro Agrônomo

ORIENTADOR: *Dr. José Paulo Stupiello*

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiros", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Outubro, 1982

*À minha querida mãe, com profunda
recordação.*

Ao saudoso Dr. Hermindo Antunes Filho

O F E R E Ç O

À minha esposa Elizabeth

Aos meus filhos Miriane e Thiago

Ao meu pai, tios e irmãos.

D E D I C O

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. *José Paulo Stupiello*, pelo incentivo, apoio e orientação na realização deste trabalho.

Aos *Diretores das Usinas São Carlos, Jaboticabal-SP e Santa Adelaide, Dois Córregos-SP*, pela cessão das áreas dos experimentos e preciosa colaboração prestada na realização deste trabalho.

Ao Dr. *Nadir Almeida da Glória* e Eng^o Agr^o *Adilson José Rossetto*, pelas valiosas sugestões apresentadas.

Ao Eng^o Agr^o *José Tadeu Coletti* e ao Sr. *Edson Bellodi*, pela valiosa colaboração prestada na realização deste trabalho.

Ao Dr. *Roberto Simionato de Moraes* pela orientação e realização das análises estatísticas.

Aos técnicos *Dirceu Ferreira de Brito* e *Luis Antonio Ferreira de Brito* da Usina São Carlos e ao técnico *Gilberto Moraes Giacomini* da Usina Santa Adelaide, que muito colaboraram para que este trabalho fosse realizado.

À *COPERSUCAR*, pela oportunidade de aperfeiçoamento oferecida e pelas análises de tecidos e tecnológicas realizadas.

Ao *PLANALSUCAR*, pela oportunidade de concretização deste trabalho.

À Srta. *Sônia Maria Farinha* e Srta. *Ninfa Aparecida Marques*, pela valiosa colaboração prestada.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para que este trabalho fosse realizado.

S U M Á R I O

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Composição da Vinhaça	3
2.2 Efeitos da aplicação de vinhaça no estado nu tricional da cana-de-açúcar	8
2.3 Efeitos da aplicação de vinhaça na produtivi dade de colmos e de pol da cana-de-açúcar...	8
2.4 Efeitos da aplicação de vinhaça na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Local dos experimentos	20
3.2 Condições Climáticas	21
3.3 Tratamentos	24
3.4 Quantidade de nutrientes	27
3.5 Variedades	30
3.6 Delineamento Experimental	30
3.7 Instalação e Condução	32
3.8 Avaliações	33
3.8.1 Avaliação do estado nutricional da planta	33
3.8.2 Peso médio de colmos de cana-de-açú car	33
3.8.3 Produtividade de colmos de cana-de-açú car	34

	Página	
3.8.4	Maturação e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar	34
3.8.5	Quantidade de Açúcar Recuperável e álcool por tonelada de cana	34
3.8.6	Produtividade de Pol, Açúcar Recupe- rável e álcool	35
3.9	Colheita	35
3.10	Análises Estatísticas	35
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1	Efeito da aplicação da vinhaça no peso médio dos colmos de cana-de-açúcar	37
4.1.1	Solo LRd, variedade CB41-76	37
4.1.2	Solo LVa, variedade NA56-79	39
4.2	Efeito da aplicação da vinhaça na produtivi- dade de colmos de cana-de-açúcar	40
4.2.1	Solo LRd, variedade CB41-76	40
4.2.2	Solo LVa, variedade NA56-79	43
4.3	Efeitos da aplicação da vinhaça no estado nu- tricional da cana-de-açúcar	44
4.3.1	Solo LRd, variedade CB41-76	44
4.3.2	Solo LVa, variedade NA56-79	49
4.4	Efeitos da aplicação da vinhaça na matura- ção e qualidade tecnológica da cana-de-açú- car	58
4.4.1	Solo LRd, variedade CB41-76	58
4.4.2	Solo LVa, variedade NA56-79	77

	Página
4.5 Efeitos da aplicação da vinhaça na quantidade de Álcool e de Açúcar Recuperável	95
4.5.1 Solo LRd, variedade CB41-76	95
4.5.2 Solo LVa, variedade NA56-79	103
4.6 Efeitos da aplicação da vinhaça na produtividade de Pol, Açúcar Recuperável e Álcool ...	106
4.6.1 Solo LRd, variedade CB41-76	106
4.6.2 Solo LVa, variedade NA56-79	111
5. CONCLUSÕES	113
6. LITERATURA CITADA	115

LISTA DE TABELAS

	Página
1. Variação na composição da vinhaça a partir de mosto de melão, proveniente de diversas destilarias de álcool do Brasil (FILGUEIRAS, 1955) ..	4
2. Composição de diferentes tipos de vinhaça (GLÓRIA, 1976)	5
3. Equivalência entre o metro cúbico de diferentes tipos de vinhaça e quilos de fertilizantes minerais (GLÓRIA, 1976)	6
4. Produtividade de colmos de cana-de-açúcar e de pol, em t/ha, em solo irrigado com vinhaça e não irrigado, para diferentes variedades (SILVA <i>et alii</i> , 1976)	10
5. Resultados da análise dos solos LRd e LVa, à profundidade de 0-40 cm, a aproximadamente 15 cm da linha de cana, após o corte da mesma, para avaliação de fertilidade	21
6. Precipitação pluviométrica e temperaturas (máxima e mínima), observadas durante o ciclo de desenvolvimento da cana-soca, em solo LRd	22
7. Precipitação pluviométrica e temperaturas (máxima e mínima), observadas durante o ciclo de desenvolvimento da cana-soca, em solo LVa	23
8. Quantidade de nutrientes aplicados nos diferentes tratamentos, em solo LRd	28
9. Quantidade de nutrientes aplicados nos diferentes tratamentos, em solo LVa	29

10. Composição média das vinhaças de mosto misto aplicadas em solo LRd e LVa, em kg de nutrientes/m ³	31
11. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey, para peso médio dos colmos de cana-de-açúcar, em kg, nos diferentes tratamentos, por ocasião da colheita, em solos LRd e LVa	38
12. Valores médios e relativos, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey, para produtividade de colmos de cana-de-açúcar, em t/ha, nos diferentes tratamentos, por ocasião da colheita, em solos LRd e LVa	42
13. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para N, P e K, em % de matéria seca, na folha ⁺¹ , aos 4 e 6 meses de idade, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd	45
14. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey, para N, P e K, em % de matéria seca, no internódio 8-10, aos 4 e 6 meses de idade, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd	48
15. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para N, P e K, em % de matéria-prima seca, da folha ⁺¹ , aos 4 e 6 meses de idade, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa	50

16. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para N, P e K, em % de matéria seca, no internódio 8-10, aos 4 e 6 meses de idade, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa 54
17. Teor de umidade na bainha da folha ⁺¹, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey, aos 4 e 6 meses de idade, em solo LRd .. 55
18. Teor de umidade na bainha da folha ⁺¹, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey, aos 4 e 6 meses de idade, em solo LVa .. 57
19. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para Brix% cana, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd... 59
20. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey, para Pol% cana, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd... 60
21. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para açúcares redutores% cana, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd 62
22. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para Açúcares Totais % cana, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd 66
23. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para fibra% cana, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd... 68

	Página
24. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey, para Pureza Aparente, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd	69
25. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para cinzas % caldo, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd	70
26. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para teores de potássio no caldo (ppm), nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd	71
27. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para teores de cálcio no caldo (ppm), nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd	74
28. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para teores de magnésio no caldo (ppm), nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd	75
29. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para fósforo inorgânico no caldo (ppm), nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd	76
30. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para pH do caldo, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd	78

31. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para Brix % cana, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa ..	79
32. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para pol % cana, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa...	80
33. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey, para Açúcares redutores % cana, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa	82
34. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para açúcares totais % cana, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa	84
35. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para fibra % cana, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa...	85
36. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para pureza aparente, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa	86
37. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para cinzas % caldo, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa	87
38. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para potássio (ppm), nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa	88

	Página
39. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para Cálcio (ppm), nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa	93
40. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para magnésio (ppm) nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa	94
41. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para fósforo inorgânico (ppm) e pH no caldo, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa	96
42. Valores médios e relativos, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para Açúcar Recuperável, em kg/t cana, nos diferentes tratamentos, por ocasião da colheita, em solos LRd e LVa	98
43. Valores médios e relativos, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para quantidades de Álcool, em l/t de cana, nos diferentes tratamentos, por ocasião da colheita, em solos LRd e LVa	99
44. Valores médios e relativos, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para produtividade de pol em t/ha, nos diferentes tratamentos, por ocasião da colheita, em solos LRd e LVa	108

45. Valores médios e relativos, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para produtividade de Açúcar Recuperável, em t/ha, nos diferentes tratamentos, por ocasião da colheita, em solos LRd e LVa 109
46. Valores médios e relativos, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para produtividade de álcool, em ℓ/ha, nos diferentes tratamentos por ocasião da colheita, em solos LRd e LVa 110

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Precipitação pluviométrica (mm) observada durante o desenvolvimento da soqueira de cana-de-açúcar, nas Usinas Santa Adelaide-SP (solo LVa) e São Carlos-SP (solo LRd)	25
2. Temperaturas ($^{\circ}\text{C}$) máxima e mínima, observadas durante o desenvolvimento da soqueira de cana-de-açúcar, nas Usinas Santa Adelaide-SP (solo LVa) e São Carlos-SP (solo LRd)	26
3. Teores de N, P e K, em % de matéria seca da folha ⁺¹ , aos 4 e 6 meses de idade, em função de diferentes tratamentos, em solo LRd, variedade CB 41-76	47
4. Teores de N, P e K, em % de matéria seca de internódio 8 $^{\circ}$ -10 $^{\circ}$, aos 4 e 6 meses de idade, em função de diferentes tratamentos, variedade CB 41-76	51
5. Teores de N, P e K, em % de matéria seca da folha ⁺¹ , aos 4 e 6 meses de idade, em função de diferentes tratamentos, em solo LVa, variedade NA56-79	52
6. Teores de N, P e K, em % de matéria seca, de internódio 8 $^{\circ}$ -10 $^{\circ}$, aos 4 e 6 meses de idade, em função de diferentes tratamentos, em solo LVa, variedade NA56-79	56
7. Açúcares Totais, Pol e Açúcares Redutores % cana nos diferentes tratamentos, por ocasião da colheita, em solo LRd, variedade CB41-76	63

8. Pol % cana e Açúcares Totais % cana, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd, variedade CB41-76	65
9. Teor de cinzas (%) e potássio no caldo (ppm) nos diferentes tratamentos, por ocasião da colheita, em solo LRd, variedade CB41-76	73
10. Pol % cana e Açúcares totais % cana, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa, variedade NA56-79	89
11. Açúcares totais, Pol e Açúcares redutores % cana nos diferentes tratamentos, por ocasião da colheita, em solo LVa, variedade NA56-79	90
12. Teor de cinzas (%) e potássio no caldo (ppm) nos diferentes tratamentos, por ocasião da colheita, em solo LVa, variedade NA56-79	92
13. Produtividade de colmos de cana-de-açúcar e de Açúcar Recuperável, em t/ha, e quantidade de açúcar recuperável produzido (kg/t), nos diferentes tratamentos, em solo LRd, variedade CB41-76	100
14. Produtividade de colmos de cana-de-açúcar (t/ha) e de álcool (m^3 /ha) e quantidade de álcool produzido (ℓ /t), nos diferentes tratamentos, em solo LRd, variedade CB41-76	101
15. Produtividade de colmos de cana-de-açúcar e de Açúcar Recuperável, em t/ha e quantidade de açúcar recuperável produzido (kg/t) nos diferentes tratamentos, em solo LVa, variedade NA56-79 ...	102

16. Produtividade de colmos de cana-de-açúcar (t/ha), e de álcool (m^3 /ha) e quantidade de álcool <u>pro</u> <u>duzido</u> (ℓ/t), nos diferentes tratamentos, em <u>so</u> <u>lo</u> LVa, variedade NA56-79	105
--	-----

EFEITOS DA APLICAÇÃO DE VINHAÇA NO ESTADO NUTRICIONAL, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE TECNOLÓGICA DA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp*) EM DOIS TIPOS DE SOLO.

Orientador: *Prof. Dr. José Paulo Stupiello*

Candidato : *Eng.º Agr.º Geraldo Majela de Andrade Silva*

RESUMO

Com o objetivo de determinar a dosagem adequada de vinhaça e a necessidade de sua complementação com fertilizantes minerais em diferentes tipos de solo, bem como os efeitos de sua aplicação no estado nutricional, produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, foram conduzidos dois experimentos, em solo LRd, na Usina São Carlos-SP e em solo LVa, na Usina Santa Adelaide-SP, empregando-se doses crescentes de vinhaça de mosto misto, com e sem complementação mineral em comparação com a adubação mineral.

A aplicação de vinhaça promoveu aumentos no peso médio de colmo diretamente relacionado com a dose empregada em solo LRd e LVa. As produtividades da cana-de-açúcar, de pol, de açúcar recuperável e de álcool foram afetadas significativamente com a aplicação do resíduo em doses crescentes, sendo que a dose de $40 \text{ m}^3/\text{ha}$ complementada com N e P foi suficiente para substituir a adubação mineral em ambos os tipos de solos. Entretanto, a aplicação de até 120 m^3 de vinhaça/ha é viável do ponto de vista técnico para o solo LRd e até $160 \text{ m}^3/\text{ha}$ no solo LVa, tendo a complementação da vinhaça com nitrogênio e fósforo sido vantajosa na dose de $40 \text{ m}^3/\text{ha}$ em solo LRd e até $120 \text{ m}^3/\text{ha}$ em LVa.

A análise de tecidos não mostrou ser uma técnica eficiente para diagnosticar o estado nutricional da cana-de-açúcar, em função da sensibilidade dos tecidos amostrados.

A aplicação de vinhaça, por outro lado, afetou a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar principalmente nas dosagens mais elevadas, caracterizada pela queda na pol e açúcares totais % cana e elevação do teor de cinzas % caldo e de potássio no caldo, com reflexos na quantidade de açúcar recuperável e de álcool por tonelada de cana, tendo o efeito sido mais negativo do ponto de vista de produção de açúcar.

EFFECTS OF THE APPLICATION OF VINASSE ON THE NUTRITIONAL STATUS, YIELDS, AND TECHNOLOGICAL QUALITY OF SUGARCANE (*Saccharum spp*), IN TWO SOIL TYPES.

Adviser : Prof. Dr. José Paulo Stupiello

Candidate: Eng^o Agr^o Geraldo Majela de Andrade Silva

SUMMARY

Two experiments were conducted, one in LRd soil at the São Carlos sugarmill (SP), and one in LVa soil at the Santa Adelaide sugarmill (SP), where increasing levels of vinasse from mixed must were employed with and without complementation, as compared to mineral fertilization. The objective of this study was to determine the adequate dosage of vinasse and the need for its complementation with mineral fertilizers in different soil types, as well as the effects of the application of vinasse on the nutritional status, yields, and technological quality of sugarcane.

The application of vinasse promoted increases in average stalk weight, which were directly related to the dosage employed, in both LRd and LVa soils. Sugarcane pol, recoverable sugar and alcohol yields were significantly affected by the application of increasing dosages of the residue, and the dosage of 40 m³/ha complemented with N and P was sufficient to substitute mineral fertilizers in both soil types. However, the application of up to 120 m³ of vinasse/ha is technically feasible for soil LRd and up to 160 m³/ha for LVa soil; the complementation of vinasse with nitrogen and phosphorus proved to be advan

tageous in the level of $40 \text{ m}^3/\text{ha}$ for LRd soil and for LVa soil, up to $120 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Tissue analysis did not prove to be an efficient technique for diagnosing the nutritional status of sugarcane in view of the sensitiveness of the tissues sampled.

On the other hand, the application of vinasse affected the technological quality of sugarcane, mainly when higher levels were used, as characterized by decreased pol and total sugars % cane, and increased ash content % juice and ppm potassium in juice, with reflections on the amount of recoverable sugar and for alcohol per ton cane, where the most deleterious effects was on the production of sugar.

1. INTRODUÇÃO

A vinhaça é um resíduo da fabricação do álcool, que apresenta significativa importância no contexto sócio-econômico do País, por se tratar de um efluente de elevado potencial poluidor e ao mesmo tempo fertilizante.

Com o aumento da produção de álcool previsto para os próximos anos, em decorrência das necessidades do programa energético do País, o volume de vinhaça a ser produzido deverá ser de modo geral, superior à área disponível para a sua aplicação racional, o que incorrerá no emprego de técnicas mais adequadas para o seu aproveitamento.

A utilização da vinhaça para alimentação animal (xarope ou pó), como matéria-prima para a produção de proteína alimentar e de metano, e como fertilizante de solos, vem sendo proposta há vários anos. Entretanto, dentre estas aplicações, o seu emprego como fertilizante parece ser atualmente a solução mais viável para determinadas áreas, o que vem se concretizando como um fator de importância sôcio-econômica e ecológica na agroindústria açucareira e alcooleira.

A necessidade de adubação das soqueiras de cana-de-açúcar, é um fato indiscutível, tendo em vista que

em cada ciclo, a planta retira do solo quantidade apreciável de nutrientes, principalmente de potássio. A experiência mostra que a vinhaça pode ser empregada como fertilizante orgânico e mineral, podendo o seu uso inclusive reduzir o custo de produção da cana-de-açúcar, pela substituição total ou parcial da adubação mineral de soqueiras. Com a expansão da cultura da cana-de-açúcar, principalmente para solos mais fracos, este aspecto deverá adquirir uma importância ainda maior.

A aplicação da vinhaça "in natura", sem o conhecimento de uma dosagem adequada, em função de sua composição e do tipo de solo, e a devida complementação mineral, poderá promover um desequilíbrio de nutrientes, além de não atender às necessidades nutricionais da cultura, a qual não produziria de acordo com o seu potencial.

Assim, torna-se de fundamental importância, de terminar a melhor dosagem de vinhaça, bem como a necessidade de sua complementação com fertilizante mineral, em diferentes tipos de solo, visando fornecer à cana-de-açúcar, condições nutricionais para que seja obtida uma maior produtividade agrícola e melhor qualidade tecnológica da matéria-prima a ser industrializada, aspectos estes estudados neste trabalho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Considerando-se os objetivos deste trabalho a revisão da literatura será dividida em itens específicos.

2.1 Composição da Vinhaça

A composição da vinhaça é bastante variável e depende de uma série de fatores tais como; natureza e composição da matéria-prima utilizada, composição do mosto, tipo de fermentação e processo de destilação empregado (ALMEIDA-1962).

Os primeiros dados sobre a composição da vinhaça foram relativos àquela proveniente da fermentação do melão e apresentados por ALMEIDA (1952), onde ficou evidenciado tratar-se de um resíduo líquido com sólidos em suspensão e com predominância de substâncias orgânicas. Entre os constituintes minerais, o potássio é o elemento que aparece em maior porcentagem, o que leva a afirmar que a vinhaça é um fertilizante rico em potássio. Estudos conduzidos por RANZANI *et alii* (1953), comprovaram também a variação nos teores dos elementos, não tendo sido especificado o tipo ou origem da vinhaça analisada.

FILGUEIRAS (1955), apresenta na Tabela 1, a

guns dados sobre composição da vinhaça em diversas destilarias de álcool do Brasil, relativas à utilização de mosto de melaço, onde pode-se constatar a grande variação nos teores dos elementos analisados e a riqueza da vinhaça em matéria orgânica e elementos minerais.

Tabela 1. Variação na composição da vinhaça a partir de mosto de melaço, proveniente de diversas destilarias de álcool do Brasil (FILGUEIRAS, 1955).

Elementos	kg/m ³ de vinhaça	
	Valor mínimo	Valor máximo
Nitrogênio (N)	0,3	0,9
Fósforo (P ₂ O ₅)	0,02	0,05
Potássio (K ₂ O)	4,0	6,0
Cálcio (CaO)	0,8	1,0
Cinzas	10,0	15,0
Matéria seca	50,0	65,0
Matéria orgânica	40,0	50,0

Analisando a vinhaça no Estado de Pernambuco, PONTES (1959), constatou a riqueza do resíduo em potássio (3,5 kg K₂O/m³), cálcio (2,02 kg CaO/m³), sódio (1,09 kg Na/m³) e nitrogênio (0,70 kg N/m³) e a pobreza em fósforo (0,07 kg P₂O₅/m³), havendo uma certa disparidade do potássio em relação ao fósforo e ao nitrogênio, o que sugeria uma complementação da mesma dos referidos elementos para fins de

adubação, o que foi observado também por ALMEIDA (1962) e LIMA (1969).

GLÓRIA *et alii* (1972), através de resultados obtidos na análise de vinhaça da destilaria da Usina da Pe-dra-SP, durante a safra de 1971, concluíram que existe uma diferença sensível entre vinhaça de mosto de melação e de caldo de cana-de-açúcar, sendo a primeira muito mais rica em material orgânico e mineral, destacando-se o potássio como elemento predominante em ambos os tipos de vinhaça. A vinhaça de mosto misto (melação + caldo), cuja composição foi estudada posteriormente por GLÓRIA *et alii* (1973), apresenta valores intermediários entre aquela proveniente de melação e de caldo de cana-de-açúcar.

Posteriormente, GLÓRIA (1976) apresentou a partir dos dados obtidos por GLÓRIA *et alii* (1973), as quantidades de elementos calculados em kg/m^3 de vinhaça, considerando-se os diferentes tipos, o que pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2. Composição de diferentes tipos de vinhaça (GLÓRIA, 1976).

Elementos	Tipos de vinhaça		
	Melação	Caldo	Melação + Caldo
N	1,2	0,3	0,7
P ₂ O ₅	0,15	0,13	0,11
K ₂ O	7,8	1,2	4,6
CaO	3,6	0,7	1,7
MgO	1,0	0,2	0,7
SO ₂	6,4	0,6	3,7
Carbono	19,2	5,9	11,5
Mat. orgânica	63,4	19,5	38,0
Relação C:N	16,0	19,7	16,4

No mesmo trabalho, o autor apresenta a correspondência entre os teores médios de N, P_2O_5 e K_2O de cada um dos tipos de vinhaça e os fertilizantes minerais, em relação ao seu principal elemento nutriente, ou seja, sulfato de amônio (20% de N), superfosfato triplo (45% de P_2O_5) e cloreto de potássio (60% de K_2O), cujos resultados encontram-se na Tabela 3, onde verifica-se o potencial fertilizante da vinhaça.

Tabela 3. Equivalência entre o metro cúbico de diferentes tipos de vinhaça e quilos de fertilizantes minerais (GLÓRIA, 1976).

Tipos de vinhaça	Sulfato de amônio	Superfosfato triplo	Cloreto de potássio
Mosto de melação	5,9	0,3	13,1
Mosto de caldo	1,4	0,3	2,0
Mosto misto	3,5	0,2	7,6

Estudos efetuados posteriormente por RODELLA e FERRARI (1977), evidenciaram também a variação nos teores de elementos na vinhaça proveniente de diferentes destilarias e por outro lado, mostram a semelhança na sua composição, permitindo assim, que o resíduo possa ser usado para uma mesma finalidade, variando apenas a quantidade a ser aplicada.

Na Usina São João-SP, ROSSETTO *et alii* (1977), determinaram a composição média da vinhaça proveniente de diferentes tipos de mosto, a partir de amostragens compostas efetuadas semanalmente na safra 77/78, tendo verificado

também a variação na composição da vinhaça em função do tipo de mosto da qual é proveniente.

BITTENCOURT *et alii* (1978) afirmaram que os teores de nutrientes da vinhaça, dependem mais dos processos de fabricação do que das concentrações no caldo original, com exceção do potássio, cuja concentração não se altera significativamente durante todo o processo de fabricação do açúcar e do álcool, pois o íon forma apenas compostos altamente solúveis e estáveis. Segundo os autores, os constituintes de N, P, Ca, Mg e S, se apresentam predominantemente na forma mineral, não estando portanto ligados à matéria orgânica.

RODELLA *et alii* (1980), conduziram um trabalho, englobando diferentes destilarias anexas e autônomas do Estado de São Paulo, em vários períodos da safra 78/79, com a finalidade de determinar a composição média da vinhaça, em função do tipo de mosto, comprovando uma vez mais a variação nos teores dos componentes minerais e orgânicos da mesma. Os autores apresentam ainda os teores mínimo, máximo e médio de N, P e K da vinhaça, na forma de fertilizantes comumente empregados na adubação da cana-de-açúcar, evidenciando também a variação do equivalente em fertilizantes da vinhaça, tornando assim não aconselhável uma recomendação de dose fixa do resíduo.

Trabalho semelhante foi realizado por MEDEIROS (1981) nos Estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte, tendo sido constatada uma variação na concentração dos elementos de amostra para amostra, bem como uma influência do tipo de mosto utilizado, o que foi observado também por BOLSANELLO e VIEIRA (1980) para a região de Campos-RJ.

2.2 Efeitos da aplicação de vinhaça no estado nutricional da cana-de-açúcar

A literatura específica é bastante escassa no que se refere à análise do estado nutricional da cana-de-açúcar, em áreas fertilizadas com vinhaça. Os primeiros resultados obtidos neste sentido, foram apresentados pela COPERSUCAR (1980 b), quando foi estudado o comportamento do teor de nutrientes na matéria seca da folha +3, variedade CB41-76, em função da aplicação de doses crescentes de vinhaça, em três anos consecutivos, em solo Latossol Roxo. Foi constatado um aumento no teor de potássio, devido à elevação da dose de vinhaça, indicando assim uma correlação linear positiva com a produtividade de colmos da cana-de-açúcar. Por outro lado, SILVA e GURGEL (1981), não constataram qualquer correlação entre o teor de nutrientes na planta e a produtividade da cana-de-açúcar, principalmente considerando-se a folha +3 e internódio +3, ao estudarem a aplicação de doses crescentes de vinhaça em solo LVA, variedade NA56-79. Os teores de N nas folhas +1 e +4, nos tratamentos com vinhaça sem a complementação mineral foram menores em relação àqueles com complementação, correlacionando desta forma com a produtividade de cana que foi menor naquelas condições. Para o K, a variação foi menor, embora tenha sido observado um pequeno acréscimo no teor deste elemento na folha com a aplicação de vinhaça. Os dados obtidos pelos autores, mostram que a análise isolada dos nutrientes na folha, não foi suficiente para avaliar o estado nutricional da cana-de-açúcar.

2.3 Efeitos da aplicação de vinhaça na produtividade de colmos e de pol da cana-de-açúcar

A utilização da vinhaça na cultura da cana-de-açúcar parece ter iniciado de forma empírica, até a

realização dos primeiros trabalhos conduzidos por ALMEIDA *et alii* (1952) e ALMEIDA (1952). Entretanto, os estudos sobre os efeitos da aplicação da vinhaça na produtividade agrícola, considerando-se elevadas doses (250 a 1000 m³/ha), foram efetuados inicialmente em outras culturas (feijão, algodão, milho, gergelim) por RANZANI *et alii* (1953), enquanto que ARRUDA, citado por GOMES (1957), comparou a adubação mineral com diferentes doses de vinhaça, tendo constatado o efeito benéfico da adição da vinhaça ao solo, o que foi verificado também por GOMES (1957) em ensaios realizados em Pernambuco. Posteriormente, ALMEIDA (1962) obteve resultados semelhantes em ensaios realizados com aplicação de elevadas doses do resíduo em cana-de-açúcar.

SILVA *et alii* (1977) comparando o comportamento agroindustrial de diferentes variedades, em solo irrigado com vinhaça diluída com águas residuais, na proporção de 1:10, em relação ao solo não irrigado, constataram um efeito benéfico maior ou menor sobre a produtividade agrícola em função das variedades estudadas. A pol/ha, foi maior no solo irrigado, atribuído mais ao aumento da produtividade de cana-de-açúcar, o que pode ser visto na Tabela 4.

Outros dados sobre os efeitos da aplicação da vinhaça por sulcos de infiltração foram obtidos por GLÓRIA e MAGRO (1977), que verificaram também o efeito benéfico do resíduo na produtividade agrícola da cana-de-açúcar, tanto na cana-planta como nas soqueiras subsequentes.

MAGRO e GLÓRIA (1977), aplicando vinhaça de mosto de melaço por gravidade na dose de 35 m³/ha, complementada com fósforo solúvel, constataram um aumento de produtividade agrícola resultante da aplicação do resíduo em diferentes variedades mesmo em comparação com a adubação mineral, indicando assim a possibilidade de substituição da

Tabela 4. Produtividade de colmos de cana-de-açúcar e de pol, em t/ha, em solo irrigado com vinhaça e não irrigado, para diferentes variedades (SILVA *et alii*, 1977).

Variedade	Produtividade de Cana		Produtividade de Pol	
	Irrigado	Não Irrigado	Irrigado	Não Irrigado
CB40-13	87	49	12,0	8,3
CB46-47	52	40	7,4	6,8
CB47-355	72	40	9,6	6,1
CB49-62	75	46	9,8	6,9
Co740	54	51	7,8	8,7
Co775	47	44	7,0	7,3
IAC51-205	97	48	14,9	7,1
IAC52-150	75	48	11,9	8,1
NA56-79	97	68	14,6	11,5

adubação mineral das soqueiras pela adição de vinhaça. Com relação à complementação mineral da vinhaça, os autores constataram que, em nenhum dos ensaios realizados com a finalidade de conhecer os efeitos da complementação com fosfato, houve efeito favorável à mesma, o mesmo acontecendo com o nitrogênio, adicionado através do DAP (Diamônio fosfato). A aplicação do fosfato, provocou inclusive um efeito depressivo na produtividade de cana-de-açúcar e de pol, representando assim um duplo prejuízo causado pela queda na produtividade e consumo desnecessário de fertilizante.

AGUJARO (1979), apresentou dados relativos à produtividade de áreas irrigadas e não irrigadas com vinhaça, para diferentes variedades de cana-de-açúcar e número de cortes, onde pode-se observar o efeito benéfico da vinhaça, provocando aumentos na produtividade e melhores rendimentos em soqueiras com maior número de cortes, chegando uma soqueira de 4º corte a produzir 67% a mais que uma outra cultivada em área não irrigada.

ROSSETTO *et alii* (1977) relataram os dados médios de produtividade obtidos em duas safras na Usina São João-SP, em áreas com e sem aplicação de vinhaça, onde verificaram o efeito positivo da utilização do resíduo, principalmente nas soqueiras de cana-de-açúcar, com uma média geral de 95,7 t/ha contra 85,6 t/ha representativa de toda a área da usina, com um acréscimo na produção de aproximadamente 13%.

STUPIELLO *et alii* (1977) verificaram que a aplicação da vinhaça de mosto de melaço ao solo, resultou em efeitos benéficos sobre a produtividade da soqueira de cana-de-açúcar, com aumentos proporcionais às dosagens aplicadas, o mesmo acontecendo com o peso médio dos colmos, enquanto que a produtividade de pol foi semelhante em todos

os tratamentos. Segundo os autores, o fato da produtividade de pol ter apresentado valores da mesma ordem, implica em maior custo de produção do açúcar em consequência dos custos adicionais, especialmente com corte, transporte e processamento de maior quantidade de massa para obter uma unidade de açúcar.

Empregando diferentes dosagens de vinhaça de mosto misto com complementação mineral, em solo Latossol Vermelho Escuro, a COPERSUCAR (1978a), obteve resultados semelhantes aos mencionados anteriormente, com a maior produtividade tendo sido verificada com $60 \text{ m}^3/\text{ha}$ de vinhaça, complementada com nitrogênio e fósforo. Quando comparada a aplicação de vinhaça com e sem complementação mineral, foi constatada a desnecessidade em se proceder à mesma naquelas condições.

SERRA (1979) verificou que a aplicação de 30 e 60 m^3 de vinhaça de mosto misto por hectare contribuiu significativamente para aumentar a produtividade da cana-de-açúcar em solo Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa (LEa), o que não aconteceu no solo Terra Roxa Estruturada (TE). Com relação à complementação da vinhaça com nitrogênio e fósforo, esta deverá ser feita sempre que o solo em questão apresentar exigência naqueles elementos. A complementação com fósforo não proporcionou a obtenção de melhores produtividades em nenhum dos solos estudados, enquanto que o nitrogênio, na dose de 40 kg/ha , conduziu a expressivos aumentos na produtividade de colmos e de pol, apenas no solo TE, não produzindo qualquer efeito na produtividade da cana-de-açúcar em solo LEa.

Estudando os efeitos da aplicação de vinhaça à soqueira da cana-de-açúcar, em três anos consecutivos, a COPERSUCAR (1980b), constatou aumentos na produtividade

de cana-de-açúcar e de açúcar, principalmente até a dosagem de $90 \text{ m}^3/\text{ha}$, com tendência de estabilização e até decréscimo na dosagem mais elevada ($180 \text{ m}^3/\text{ha}$) em dois dos três anos considerados.

MARINHO *et alii* (1982) estudando os efeitos de doses crescentes de vinhaça de mosto misto (45, 90 e $135 \text{ m}^3/\text{ha}$) e adubação mineral sobre a soqueira da cana-de-açúcar, variedade CB45-3, em solo Latossol Vermelho Amarelo distrófico e Podzólico Vermelho Amarelo de Alagoas, constatarem efeitos benéficos da vinhaça sobre a produtividade da cana-de-açúcar, quando complementada com nitrogênio e fósforo, em virtude do baixo teor destes elementos no solo.

VELHO (1980) por outro lado, determinou os efeitos da aplicação de vinhaça e adubo mineral nas características agroindustriais de 10 variedades de cana-de-açúcar e de pol, não tendo sido encontrada resposta específica de variedades à fertilização com vinhaça de mosto misto.

Resultados semelhantes àqueles encontrados por MARINHO *et alii* (1982) foram obtidos por MAGRO *et alii* (1981) ao estudarem o efeito da complementação da vinhaça de mosto misto em soqueira da cana-de-açúcar cultivada em solos Latossol Vermelho Escuro, sendo um argiloso e outro areia-barrenta, tendo constatado um efeito positivo da complementação da vinhaça com 90 kg de N/ha em solo argiloso, o que não ocorreu no solo arenoso.

SILVA *et alii* (1981), estudando também o efeito da complementação da vinhaça de mosto misto ($80 \text{ m}^3/\text{ha}$) com fertilizantes minerais, em soqueira de cana-de-açúcar, nos solos Terra Roxa Estruturada (TE) e Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa (LEa), constataram que no solo TE houve resposta favorável à complementação nitrogenada, sendo

esta mais eficiente quando efetuada junto com o trato cultural. No solo LEa apenas a aplicação de vinhaça, sem a complementação mineral foi suficiente para substituir a adubação mineral da cana-soca, tendo em vista a ausência de resposta à complementação neste tipo de solo. De acordo com os autores, a uréia apresentou os melhores resultados entre as fontes nitrogenadas empregadas.

Por outro lado, SILVA e GURGEL (1981) encontraram respostas à aplicação de vinhaça de mosto misto em solo LEa, apenas quando esta foi complementada com 36 kg N e 18 kg P_2O_5 /ha, sendo que neste caso, a aplicação de 40 m³/ha, complementada com NP, foi suficiente para substituir a adubação mineral da soqueira representada por 600 kg/ha da fórmula 12-06-12, ao contrário de SILVA *et alii* (1980) que não encontraram qualquer resposta à complementação da vinhaça com uréia (48 kg/ha) no mesmo tipo de solo, embora a dosagem aplicada (80 m³/ha) tenha sido suficiente para substituir a adubação mineral da soqueira.

ESPIRONELLO *et alii* (1981), observou resposta à complementação da vinhaça com nitrogênio tanto em solos argilosos (LR) como em arenosos (LEa, PVa Laras) com acréscimos de até 26% na produtividade no solo PVa Laras, não tendo sido constatada resposta à complementação com fósforo.

Com relação a produtividade de cana-de-açúcar em áreas que receberam vinhaça pelo sistema de aspersão, LEME *et alii* (1981), ROSENFELD *et alii* (1981) e BAPTISTELLA *et alii* (1981), aplicando doses crescentes de vinhaça desde 100 até 1.800 m³/ha, que correspondem a doses de potássio desde 100 até 1.400 kg K_2O /ha, em solo Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa, Latossol Roxo e Latossol Vermelho Escuro Orto, respectivamente, evidenciaram produtividades crescentes de cana-de-açúcar até a dosagem de 500 kg K_2O /ha; ocorrendo decréscimos na produtividade com o aumento da adi

ção de vinhaça em dosagens mais elevadas. Da mesma forma, a produtividade de pol esteve com índices entre 15 a 20 t/ha para as dosagens de potássio até 500 kg K_2O /ha, caindo para valores mais baixos com aumento da adição de vinhaça.

PEIXOTO e COELHO (1981), trabalhando com vinhaça aplicada por aspersão em solos de tabuleiros arenosos de Alagoas, evidenciaram acréscimos crescentes da produtividade agrícola até as dosagens de 600 m^3 /ha de vinhaça ou 600 kg K_2O /ha, em parcelas com ou sem complementação mineral. Com o aumento destas dosagens ocorreram decréscimos de produtividade.

Em tabuleiros da região Norte/Nordeste do Brasil, os resultados de experimentos conduzidos pelo PLANALSUCAR, indicam a necessidade de complementação da vinhaça, principalmente com fósforo, sem o qual a aplicação do resíduo fica comprometida em relação à adubação mineral de soqueiras (SOBRAL *et alii*-1981), fato este também comprovado por MARINHO *et alii* (1982), aplicando vinhaça por caminhão e por PEIXOTO e COELHO (1981) que aplicaram vinhaça por aspersão nas condições Alagoas, em solo LVa e PVs, em virtude do baixo teor deste elemento no solo.

2.4 Efeitos da aplicação de vinhaça na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar

A elevação na produtividade da cana-de-açúcar, evidenciada tanto pela aplicação de altas como de baixas dosagens de vinhaça, ocorre em consequência de um maior desenvolvimento vegetativo ocasionado pela adição ao solo de matéria orgânica e elementos minerais. Em decorrência disto, o processo de maturação e a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar poderão ser afetadas principalmente no caso de dosagens elevadas.

Assim, CALDAS (1960), em Pernambuco, constatu uma diminuição da pol e da pureza de canas procedentes de solos irrigados com elevadas doses de vinhaça.

Trabalhando com diferentes variedades de cana-de-açúcar, SILVA *et alii* (1977) verificaram que a irrigação fertilizada com vinhaça influenciou na qualidade tecnolôgica da cana-de-açúcar em função da variedade. De modo geral, o Brix, pol e fibra % cana, assim como a pureza foram sempre menores, enquanto que o teor de cinzas % caldo e %Brix foram muito maiores em solo irrigado com vinhaça em maior ou menor proporção de acordo com a variedade estudada.

GLÓRIA e MAGRO (1977) verificaram qua a moagem de canas provenientes de áreas irrigadas com mistura de resíduos, possibilitou a obtenção de um açúcar com mais de 0,15% de cinzas, inferior àquele produzido com canas de solos médios e fracos, sem aplicação de resíduos. Segundo os autores, a aplicação de 594 kg de K₂O durante a irrigação com a mistura, tem dificultado a recuperação de açúcar de melhor qualidade com canas provenientes destas áreas. Afirmam ainda que a distribuição irregular de grande quantidade de vinhaça acarreta problemas com a maturação e com a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar.

RODELLA e FERRARI (1977), analisando produtos intermediários e resultantes do processamento de cana irrigada e não irrigada com vinhaça, constataram um aumento do teor de cinzas em todos os produtos analisados.

Segundo ROSSETTO *et alii* (1977), o excesso de matéria orgânica, nitrogênio e principalmente potássio, de corrente da aplicação de vinhaça por sulcos de infiltração, promove problemas no acúmulo de sacarose, sendo que as canas provenientes das áreas com vinhaça apresentam teores

relativamente baixos em pol % caldo e também em açúcares re^udutores, indicando assim um melhor desenvolvimento da cultu^ura. Os problemas decorrentes dos elevados teores de cinzas % caldo, associados ao menor teor de sacarose, por tornarem esta matéria-prima problemática para a industrialização, são contornados pela mistura daquelas, com canas provenientes de áreas não irrigadas com vinhaça, cujo volume é bem superior ao da área irrigada.

CESAR *et alii* (1978), trabalhando com quatro variedades de cana-de-açúcar, determinaram o nível de amido e de potássio no caldo de cana-de-açúcar proveniente de áreas com aplicação de vinhaça ao solo. Segundo os autores, o emprego sistemático de altas doses de vinhaça ao solo, elevou consideravelmente o teor de amido e potássio no caldo de cana, o que é indesejável do ponto de vista industrial, tendo em vista a queda na eficiência da fabricação, pois ambos os elementos dificultam a recuperação da sacarose na forma cristalizada e ainda comprometem a qualidade do açúcar produzido.

Trabalhando com 35 m³ de vinhaça por hectare, GLÓRIA e MAGRO (1977) constataram uma elevação do teor de cinzas no caldo de cana-de-açúcar, de 0,42 com adubação mineral para 0,73 com vinhaça, a qual de acordo com os autores, não constituiu problema, pois encontra-se no limite exigido para uma boa qualidade de matéria-prima.

STUPIELLO *et alii* (1977), empregando vinhaça de mosto de melaço em doses que variaram de 42 a 210 m³/ha, encontraram um efeito benéfico sobre a produtividade da cana-de-açúcar, porém em detrimento da pol % cana, na razão inversa das dosagens utilizadas. Constataram ainda o efeito negativo sobre o teor de Brix e pureza do caldo, sendo que os tratamentos com vinhaça apresentaram um declínio mais

acentuado destes elementos, em relação à testemunha, provavelmente por apresentarem melhores condições para reiniciar o desenvolvimento. A aplicação de vinhaça provocou ainda uma elevação no teor de açúcares redutores e nas cinzas % caldo e %Brix. Segundo os autores, não foi observada nenhuma tendência de deslocamento da curva de maturação da variedade, tendo sido recomendada a aplicação de doses inferiores a $42 \text{ m}^3/\text{ha}$ para vinhaça de mosto de melaço a fim de não provocar sensíveis prejuízos na qualidade da cana para processamento.

Estudando os efeitos da aplicação de vinhaça como fertilizante em cana-de-açúcar, a COPERSUCAR (1978 a), constatou um aumento nas cinzas % Brix e um decréscimo na pureza aparente. De modo geral, a aplicação de vinhaça apenas atrasou o início da maturação, pois por ocasião da colheita, os valores de pol % cana e açúcares redutores % caldo mostraram uma tendência a se igualar aos da adubação mineral.

SERRA (1979) verificou que a aplicação de 30 e 60 m^3 de vinhaça de mosto misto por hectare, afetou negativamente a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, apresentando menores valores de Brix, pol e pureza % cana, em relação à testemunha. A aplicação de fósforo em complementação, embora não tenha influenciado na produtividade, produziu um efeito negativo na qualidade da cana-de-açúcar, quando aplicado na quantidade de $40 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$ e juntamente com igual dose de nitrogênio no solo Terra Roxa Estruturada. Por outro lado, a aplicação de 20 e $40 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$, provocou um aumento de 55 e 75 mg de P_2O_5 por litro de caldo, respectivamente.

Com relação aos efeitos da aplicação de vinhaça em três anos consecutivos na qualidade da cana-de-açúcar,

a COPERSUCAR (1980 b), observou que o rendimento de açúcar recuperável teórico foi afetado negativamente com a adição de doses crescentes de vinhaça (mosto de melaço no 1º ano e de mosto misto nos dois anos subsequentes), com uma diminuição de até 14,5% com a dosagem de 180 m³/ha, considerando-se a média de três anos.

VELHO (1980), por outro lado, determinou os efeitos da aplicação de vinhaça de mosto misto e adubo mineral nas características agroindustriais de dez variedades de cana-de-açúcar e constatou que a vinhaça não afetou a qualidade tecnológica de nenhuma variedade, porém não foi encontrada qualquer resposta à fertilização com vinhaça na dosagem aplicada (80 m³/ha).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Com base nas informações contidas na literatura específica e visando atingir os objetivos propostos neste trabalho, foram instalados dois experimentos de campo, os quais apresentaram as seguintes características.

3.1 Local dos experimentos

Um experimento foi instalado em talhão comercial na Usina São Carlos, em Jaboticabal-SP, utilizando-se um solo pertencente ao grande grupo Latossol Roxo distrófico, homogêneo e de topografia plana, cultivado com soqueira de 2º corte de cana-de-açúcar, variedade CB41-76. O outro experimento foi instalado também em talhão comercial, na Usina Santa Adelaide, em Dois Córregos-SP, em solo pertencente ao grande grupo Latossol Vermelho Amarelo (LVa), também homogêneo e de topografia plana e levemente ondulada, cultivado com soqueira de 1º corte da variedade NA56-79.

Os resultados da análise dos solos LRd e LVa, amostrados à profundidade de 0-40 cm e a aproximadamente 15 cm da linha de cana, após o corte da mesma, para avaliação de fertilidade, são apresentados na Tabela 5.

As análises químicas dos solos foram efetuadas de acordo com metodologia proposta por CATANI e JACINTO (1974).

Tabela 5. Resultados da análise dos solos LRd e LVa, à profundidade de 0-40 cm, a aproximadamente 15 cm da linha de cana, após o corte da mesma, para avaliação de fertilidade.

Elementos	Tipo de solo	
	LRd	LVa
%C	1,36	1,33
*PO ₄ ⁻⁻⁻	0,03	0,03
*K ⁺	0,04	0,06
*Ca ⁺⁺	1,33	1,35
*Mg ⁺⁺	0,67	0,75
*H ⁺	3,95	2,32
*CTC	5,99	4,48
V%	37,09	48,25
pH	5,55	5,77

* Expresso em emg/100 ml de terra fina seca ao ar.

3.2 Condições Climáticas

Nas Tabelas 6 e 7 encontram-se a precipitação pluviométrica mensal e total e as temperaturas máxima e mínima observadas em solos LRd (agosto/77 a agosto/78) e LVa (julho/77 a agosto/78), durante o desenvolvimento das so-

Tabela 6. Precipitação pluviométrica e temperaturas (máxima e mínima), observadas durante o ciclo de desenvolvimento da cana-soca, em solo LRd.

Mês/ano	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)		Δ t.
		Máxima	Mínima	
Agosto/77	29,3	32,3	11,6	20,7
Setembro	38,2	32,5	13,8	18,7
Outubro	51,8	34,5	16,0	18,5
Novembro	191,5	33,2	18,5	14,7
Dezembro	299,2	31,6	18,9	12,7
Janeiro/78	206,7	33,1	19,1	14,0
Fevereiro	243,5	35,2	18,2	17,0
Março	185,7	33,9	18,2	15,7
Abril	26,4	31,9	15,3	16,6
Maió	109,7	28,3	13,4	14,9
Junho	25,1	27,0	11,0	16,0
Julho	64,9	28,0	12,4	15,6
Agosto	0,0	28,5	10,6	17,9
TOTAL	1.472,0	-	-	-

Tabela 7. Precipitação pluviométrica e temperaturas (máxima e mínima), observadas durante o ciclo de desenvolvimento da cana-soca, em solo LVa.

Mês/ano	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)		$\Delta t.$
		Máxima	Mínima	
Julho/77	2,3	27,0	15,0	12,0
Agosto	14,6	26,5	13,9	12,6
Setembro	22,0	26,1	15,3	10,8
Outubro	14,4	29,2	16,0	13,2
Novembro	76,1	28,6	17,4	11,2
Dezembro	166,4	25,2	16,3	8,9
Janeiro/78	91,7	27,8	17,2	10,6
Fevereiro	75,8	27,2	16,7	10,5
Março	142,2	25,7	15,2	10,5
Abril	21,5	25,0	12,7	12,3
Maiο	82,8	21,9	9,4	12,5
Junho	20,3	20,6	9,3	11,3
Julho	116,7	21,8	10,7	11,1
Agosto	2,0	22,1	9,3	12,8
TOTAL	848,8			

queiras, graficamente apresentadas nas Figuras 1 e 2.

3.3 Tratamentos

De acordo com os objetivos propostos neste trabalho, foram estabelecidos os seguintes tratamentos:

1. Testemunha absoluta (sem adubação)
2. NPK_1 - adubação normal da Usina
3. NPK_2 - 50% da adubação normal no trato cultural e 50% do N e K em cobertura após 90 dias
4. V_1 - 40 m³ de vinhaça/ha
5. V_1 e P + N - 40 m³ de vinhaça/ha + P_2O_5 e N aplicado em cobertura após 90 dias
6. V_1 + NP - 40 m³ de vinhaça/ha + N e P_2O_5 aplicados juntamente com a vinhaça
7. V_2 - 80 m³ de vinhaça/ha
8. V_2 e P + N - 80 m³ de vinhaça/ha + P_2O_5 e N aplicado em cobertura após 90 dias
9. V_2 + NP - 80 m³ de vinhaça/ha + N e P_2O_5 aplicados juntamente com a vinhaça
10. V_3 - 120 m³ de vinhaça/ha
11. V_3 e P + N - 120 m³ de vinhaça/ha + P_2O_5 e N aplicado em cobertura após 90 dias
12. V_3 + NP - 120 m³ de vinhaça/ha + N e P_2O_5 aplicados juntamente com a vinhaça

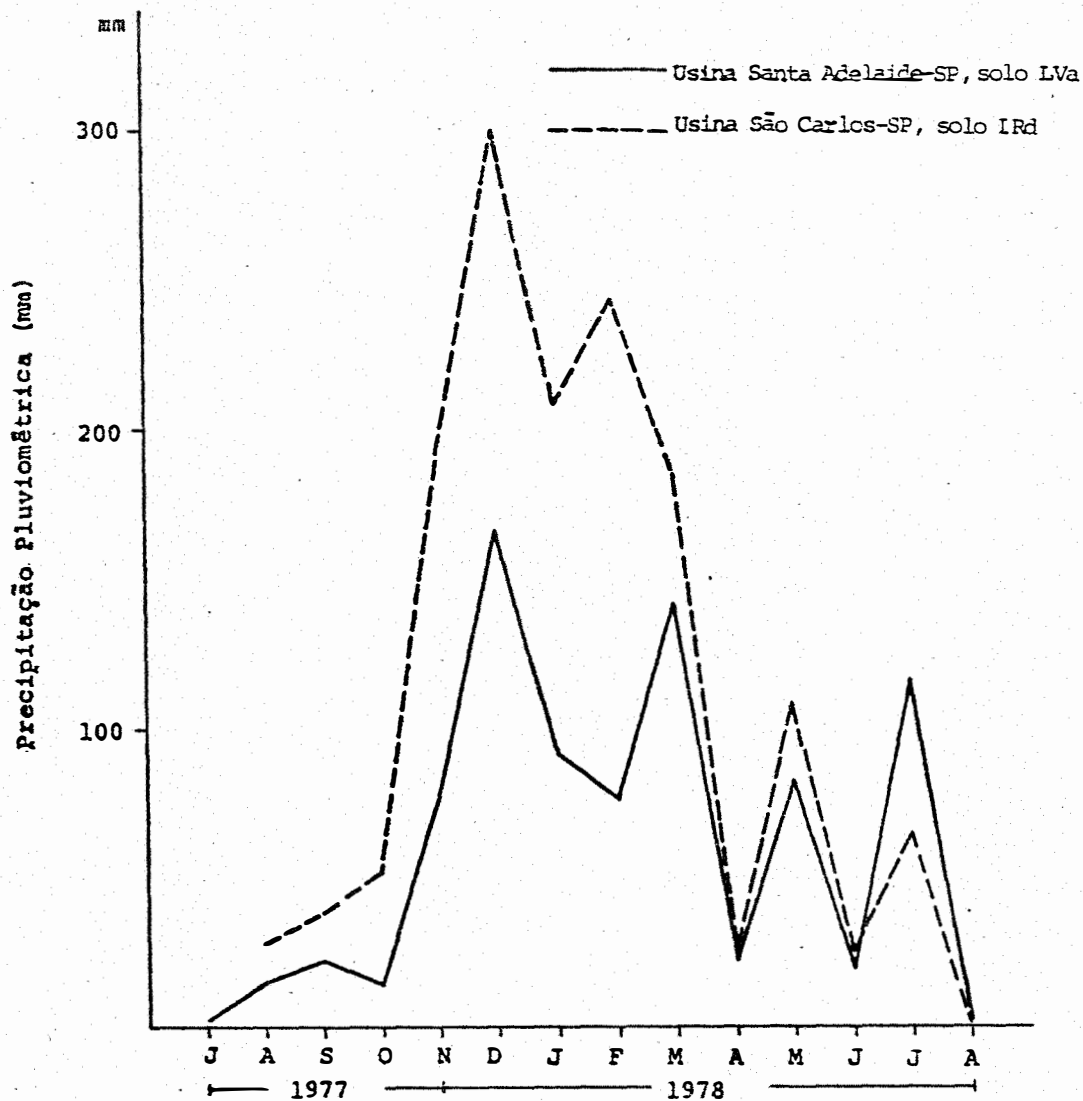


Figura 1. Precipitação pluviométrica (mm) observada durante o desenvolvimento da soqueira de cana-de-açúcar, nas Usinas Santa Adelaide-SP (solo LVa) e São Carlos-SP (solo LRd).

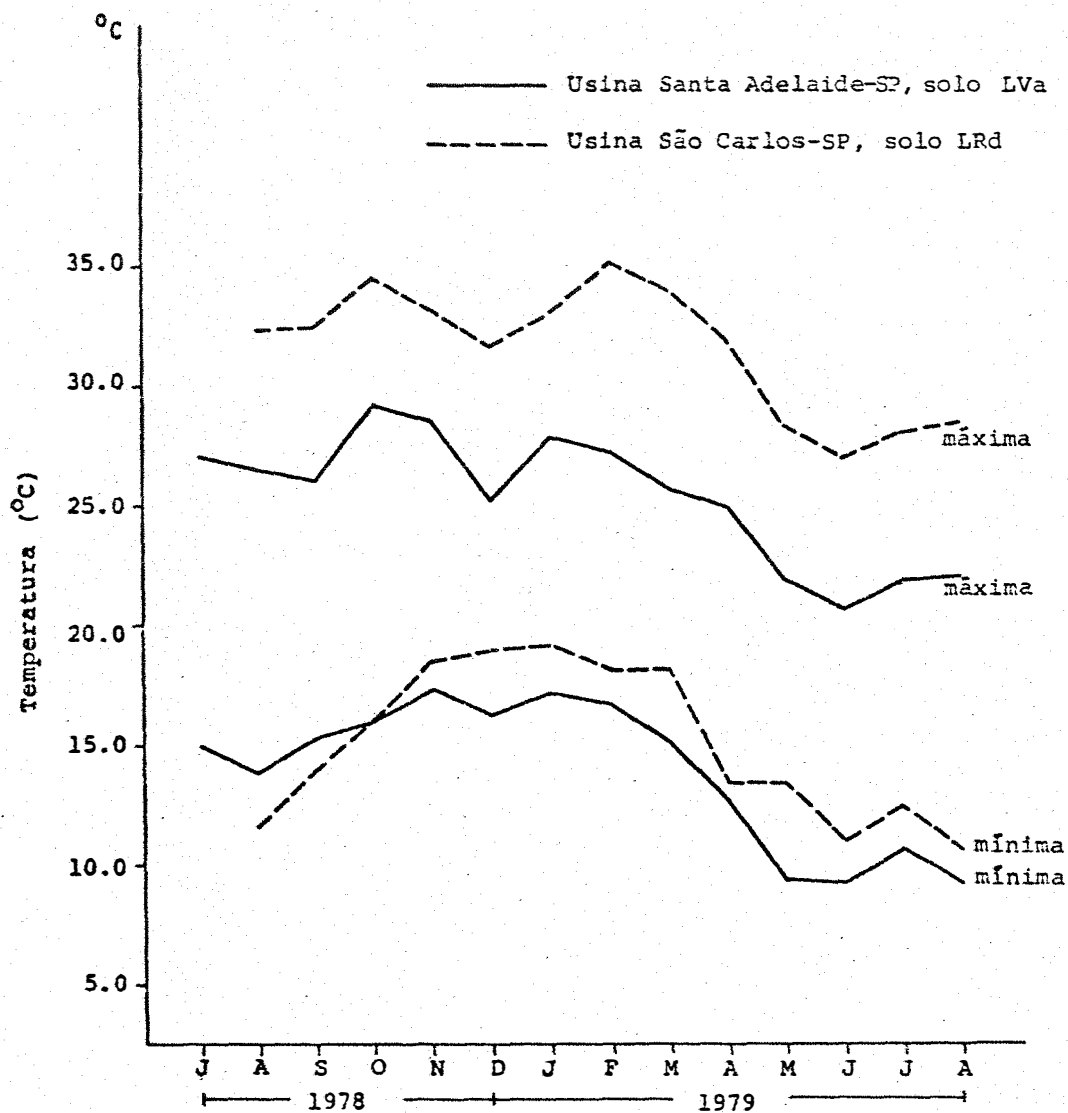


Figura 2. Temperaturas ($^{\circ}\text{C}$) máxima e mínima, observadas durante o desenvolvimento da soqueira de cana-de-açúcar, nas Usinas Santa Adelaide-SP (solo LVA) e São Carlos-SP (solo LRd).

13. V_4 - 160 m³ de vinhaça/ha
14. V_4 e P + N - 160 m³ de vinhaça/ha + P_2O_5 e N aplicado em cobertura após 90 dias
15. V_4 + NP - 160 m³ de vinhaça/ha + N e P_2O_5 aplicados juntamente com a vinhaça
16. V_5 - 200 m³ de vinhaça/ha
17. V_5 e P + N - 200 m³ de vinhaça/ha + P_2O_5 e N aplicado em cobertura após 90 dias
18. V_5 + NP - 200 m³ de vinhaça/ha + N e P_2O_5 aplicados juntamente com a vinhaça

3.4 Quantidade de nutrientes

A quantidade de nutrientes aplicados em ambos os experimentos, por ocasião da instalação e de acordo com os tratamentos estabelecidos, encontram-se nas Tabelas 8 e 9, respectivamente, em solo LRd e LVa. A fórmula de adubação empregada em solo LRd foi a 12-06-12, na dose de 550 kg/ha, enquanto que em solo LVa, utilizou-se a fórmula 14-07-28, na dose de 500 kg/ha, correspondente ao tratamento NPK_1 . O tratamento NPK_2 correspondeu à aplicação de aproximadamente metade da adubação normal (NPK_1) em solo LRd e aproximadamente 300 kg/ha da fórmula 14-07-28 em solo LVa, por ocasião dos tratos culturais e mais 40 kg de N e 60 kg de K_2O /ha aos 90 dias após o corte da cana em ambos os tipos de solo. O nitrogênio foi aplicado na forma de uréia, tanto na vinhaça como em cobertura, mantendo-se a relação N/K igual a 1:3, o fósforo na forma de superfosfato simples e o potássio como cloreto de potássio. A adubação mineral da cana-soca foi efetuada por ocasião dos tratos culturais. A utilização da relação N/K igual a 1:3 foi decorrente de

Tabela 8. Quantidade de nutrientes aplicados nos diferentes tratamentos, em solo LRd.

Tratamentos	Nutrientes (kg/ha)							
	Vinhaça					Adubação mineral		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Testemunha								
NPK ₁						±66	±33	±66
NPK ₂						±73	±17	±93
V ₁	32,8	4,4	182	100	30			
V ₁ e P+N						27*	27	
V ₁ +NP						27	27	
V ₂	65,6	8,8	364	200	60			
V ₂ e P+N						54*	27	
V ₂ +NP						54	27	
V ₃	98,4	13,2	546	300	90			
V ₃ e P+N						81*	27	
V ₃ +NP						81	27	
V ₄	131,2	17,6	728	400	120			
V ₄ e P+N						108*	27	
V ₄ +NP						108	27	
V ₅	164,0	22,0	910	500	150			
V ₅ e P+N						135*	27	
V ₅ +NP						135	27	

* Em cobertura, 90 dias após a aplicação da vinhaça.

Tabela 9. Quantidade de nutrientes aplicados nos diferentes tratamentos, em solo LVa.

Tratamentos	Nutrientes (kg/ha)							
	Vinhaça					Adubação mineral		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Testemunha								
NPK ₁						± 70	± 35	± 140
NPK ₂						± 82	± 21	± 144
V ₁	30	2,8	174	118	38			
V ₁ e P+N						27*	27	
V ₁ +NP						27	27	
V ₂	60	5,6	348	236	76			
V ₂ e P+N						54*	27	
V ₂ +NP						54	27	
V ₃	90	8,4	522	354	114			
V ₃ e P+N						81*	27	
V ₃ +NP						81	27	
V ₄	120	11,2	696	472	152			
V ₄ e P+N						108*	27	
V ₄ +NP						108	27	
V ₅	150	14,0	870	590	190			
V ₅ e P+N						135*	27	
V ₅ +NP						135	27	

* Em cobertura, 90 dias após a aplicação da vinhaça.

uma sugestão apresentada pelo Eng^o Agr^o Adilson José Rosseto, Gerente Agrícola da Usina São João S/A, em Araras-SP, e se prendeu ao fato da mesma estar muito próxima das necessidades da cana-de-açúcar.

A complementação da vinhaça com fertilizante mineral foi calculada em função da composição das vinhaças (Tabela 10), determinada através da análise de amostras coletadas previamente na saída da destilaria, em ambos os locais.

3.5 Variedades

A variedade cultivada no solo LRd foi a CB41-76, que apresenta as seguintes características agroindustriais: boa produtividade agrícola, regular brotação de soqueiras e fácil despalha. Não floresce, apresenta uma riqueza média de sacarose e um teor de fibra médio. No solo LVa, a variedade cultivada foi a NA56-79, com boa produtividade agrícola no primeiro corte e boa capacidade de brotação das soqueiras, com rápido desenvolvimento e alto teor de sacarose, possuindo um teor de fibra médio (IAA/PLANALSUCAR-1977).

3.6 Delineamento Experimental

O delineamento estatístico utilizado constou de um esquema de blocos ao acaso, com dezoito tratamentos e três repetições, segundo GOMES (1970). Cada parcela era composta de oito sulcos de 30 metros de comprimento, espaçados de 1,50 metros. Em ambos os locais os blocos foram separados entre si por carregadores de quatro metros e as parcelas por carregadores de dois metros, o mesmo acontecendo com as bordaduras de frente, fundo e laterais.

Tabela 10. Composição média das vinhaças de mosto misto aplicadas em solo LRd e LVa, em kg de nutrientes/m³

Nutrientes	kg/m ³	
	Solo LRd	Solo LVa
N	0,82	0,75
P ₂ O ₅	0,11	0,07
K ₂ O	4,55	4,35
CaO	2,50	2,95
MgO	0,75	0,95

A área útil de cada parcela foi constituída por três sulcos de 30 metros para amostragem de tecidos e de colmos para análises tecnológicas (135 m^2) e três sulcos de 30 metros para avaliação da produtividade agrícola (135 m^2), totalizando 270 m^2 . Os dois sulcos laterais foram considerados como bordadura.

3.7 Instalação e Condução

A instalação dos experimentos foi realizada logo após o corte da cana-de-açúcar, em fins de julho de 1977 em solo LVa (Usina Santa Adelaide-SP) e início de setembro de 1977 em solo LRd (Usina São Carlos-SP). A vinhaça foi aplicada através de caminhão tanque com motobomba (CO PERSUCAR - 1976) na Usina Santa Adelaide e através de caminhão pressurizado (VELHO - 1977) na Usina São Carlos, sendo os mesmos regulados para aplicar aproximadamente $40 \text{ m}^3/\text{ha}$, variando apenas o número de passadas na parcela, de acordo com as dosagens requeridas. Nas parcelas com duas ou mais passadas, estas foram feitas com o solo ainda úmido, porém quando o mesmo apresentava condições ideais de tráfego.

Nas parcelas que receberam apenas adubação mineral, os elementos foram aplicados mecanicamente em profundidade (15-20 cm) ao lado das linhas de cana por ocasião dos tratos culturais. Nos tratamentos que receberam vinhaça e complementação mineral com P ou NP, esta foi feita colocando-se o adubo em mistura com o resíduo no próprio caminhão, senso que todos os tratamentos receberam os tratos culturais normais das usinas.

A aplicação do nitrogênio em cobertura nas parcelas correspondentes (V e P + N) foi efetuada aos 90 dias após a aplicação da vinhaça, juntamente com a comple

mentação dos tratamentos NPK₂, na dose de 40 kg de N e 60 kg de K₂O em ambos os locais.

3.8 Avaliações

3.8.1 Avaliação do estado nutricional da planta

Foram efetuadas amostragens de plantas para análise de tecidos, aos 4 e 6 meses após a aplicação de vinhaça, com o objetivo de avaliar o efeito da mesma, em comparação com a adubação mineral, no estado nutricional da cana-de-açúcar. Foram coletadas amostras compostas de nove plantas por parcela, sendo três em cada um dos sulcos reservados para amostragem.

De cada planta retirou-se a folha ⁺¹ (primeira folha com aurícula visível), de acordo com sistema de Kuyjper e a respectiva bainha e o internódio 8-10, considerando-se a folha ⁺¹ aquela totalmente aberta, de acordo com sistema utilizado por Clements, segundo VAN DILLEWJIN (1952). Foram efetuadas determinações de N, P e K no terço central da folha ⁺¹ e no internódio 8-10, segundo técnica proposta por SARRUGE e HAAG (1974), e teor de umidade na bainha. As amostragens de tecidos foram efetuadas aos 4 e 6 meses de idade no sentido de verificar a melhor época de amostragem para interpretação dos dados, em função das condições de clima, tendo em vista os parcelamentos efetuados aos 90 dias após o corte da cana-de-açúcar.

3.8.2 Peso médio de colmos de cana-de-açúcar

O peso médio de colmos, foi determinado por ocasião da colheita, utilizando-se para tanto de uma amostra de quinze colmos, com três repetições por tratamento.

3.8.3 Produtividade de colmos de cana-de-açúcar

A produtividade de colmos de cana-de-açúcar, em toneladas por hectare, foi determinada através do peso de colmos colhidos em três sulcos de 30 metros, correspondente a uma área de 135 m^2 , e extrapolada para hectare.

3.8.4 Maturação e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar

A maturação e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, foi avaliada mensalmente a partir de maio até agosto de 1978 em solo LVa e de junho a setembro de 1978 em solo LRd.

As amostras foram compostas por subamostras de cinco colmos cortados seguidamente em cada uma das três linhas designadas para amostragem, constituindo assim uma amostra de quinze colmos. Foram determinados o Brix, Pol, Fibra % cana (TANIMOTO - 1964), Açúcares Redutores (LANE e EYNON - 1934) e Açúcares Totais por cento de caldo (COPERSUCAR - 1980 a), teor de cinzas condutimétricas segundo BROWNE e ZERBAN (1961), fósforo inorgânico pelo método de Gomori, descrito por COPERSUCAR (1980 a), Potássio, Cálcio e Magnésio no caldo de cana-de-açúcar de acordo com metodologia descrita por GLÓRIA e RODELLA (1972). Foram calculados ainda a pureza aparente da cana, o teor de açúcares redutores e totais % cana.

3.8.5 Quantidade de Açúcar recuperável e de álcool por tonelada de cana-de-açúcar

As quantidades de Açúcar Recuperável e de álcool por tonelada de cana, foram calculadas a partir de

fórmulas conforme COPERSUCAR (1978 b, 1980 a).

3.8.6 Produtividade de Pol, Açúcar recuperável e álcool

As produtividades de Pol e Açúcar Recuperável, em toneladas por hectare, e álcool, em litros por hectare, foram calculadas em função dos dados de produtividade de colmos, em t/ha, e pol % cana, kg de Açúcar Recuperável e litros de álcool por tonelada de cana respectivamente.

3.9 Colheita

Na Usina Santa Adelaide, a colheita da cana-de-açúcar foi efetuada em agosto de 1978, após 13 meses a aplicação da vinhaça, e na Usina São Carlos em início de setembro após 12 meses a mesma, através de despalha pelo fogo e corte manual. A produtividade de colmos de cana-de-açúcar, expressa em t/ha, foi avaliada através da pesagem dos colmos, cortados em três sulcos de 30 metros, designados para esta finalidade (135 m^2) e extrapolados para hectare. A pesagem foi feita no campo, utilizando-se um dinamômetro.

3.10 Análises Estatísticas

Os dados obtidos em ambos os locais durante o desenvolvimento da cultura e por ocasião da colheita, foram submetidos à análise estatística de acordo com o delineamento estabelecido, seguindo-se o esquema para análise de variância dado a seguir:

Causa da Variação	G.L.
Blocos	2
Tratamentos	17
Resíduo	34
TOTAL	53

A comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey, obtendo-se assim a diferença mínima significativa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentados e discutidos a seguir os resultados obtidos nas avaliações efetuadas em solo LRde LVa.

Tendo em vista que a adubação normal da usina (NPK₁) não apresentou de modo geral um comportamento distinto da adubação parcelada (NPK₂), todas as comparações dos efeitos da aplicação de vinhaça serão feitas com a primeira (NPK₁) por se tratar da forma mais comumente utilizada em ambos os locais.

4.1 Efeito da aplicação da vinhaça no peso médio dos colmos de cana-de-açúcar

4.1.1 Solo LRd, variedade CB41-76

A análise de variância dos dados de peso médio dos colmos, por ocasião da colheita, mostra um efeito significativo para tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade. Pela comparação das médias, através do teste de Tukey, verifica-se que apenas o tratamento V₄ e P + N apresentou peso de colmos significativamente superior ao da testemunha sem adubação, não diferindo dos demais tratamentos (Tabela 11).

Tabela 11. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey, para peso médio dos colmos de cana-de-açúcar, em kg, nos diferentes tratamentos, por ocasião da colheita, em solos LRd e LVa.

Tratamentos	Peso médio de colmos	
	Solo LRd	Solo LVa
Testemunha	0,9578 ^a	0,7579 ^a
NPK ₁	1,1000 ^{ab}	0,9731 ^{bc}
NPK ₂	1,1556 ^{ab}	0,9577 ^a
V ₁	1,0956 ^{ab}	0,9202 ^{ab}
V ₁ e P+N	1,2733 ^{ab}	1,0059 ^{bc}
V ₁ +NP	1,2266 ^{ab}	0,9788 ^{bc}
V ₂	1,1311 ^{ab}	0,9583 ^{ae}
V ₂ e P+N	1,2178 ^{ab}	0,9975 ^{bc}
V ₂ +NP	1,0689 ^{ab}	1,0428 ^{bc}
V ₃	1,2511 ^{ab}	1,0699 ^{bc}
V ₃ e P+N	1,3222 ^{ab}	1,0686 ^{bc}
V ₃ +NP	1,2645 ^{ab}	1,0785 ^{bc}
V ₄	1,2266 ^{ab}	1,1047 ^{bc}
V ₄ e P+N	1,3466 ^b	1,0057 ^{bc}
V ₄ +NP	1,1800 ^{ab}	1,1191 ^{bc}
V ₅	1,2800 ^{ab}	1,1443 ^c
V ₅ e P+N	1,2978 ^{ab}	1,1337 ^c
V ₅ +NP	1,2689 ^{ab}	1,1153 ^{bc}
Teste F	5,18**	1,85*
dms (10%)***	0,2053	0,3658
CV (%)	7,07	10,73

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 10%, pelo teste de Tukey.

Entretanto, através dos dados obtidos na Tabela 11, observa-se que todos os tratamentos que receberam adubação apresentaram peso médio de colmos superiores ao da testemunha, seja através de fertilizantes minerais ou da vinhaça, com acréscimos da ordem de 14,4%, 18,1%, 30,6%, 28,1% e 33,6% com a aplicação de 40, 80, 120, 160 e 200 m³ de vinhaça respectivamente, comparada ao acréscimo de 14,8%, proporcionado pela adubação mineral (NPK₁), denotando assim o potencial fertilizante da vinhaça. Por outro lado, doses de vinhaça acima de 80 m³/ha, com ou sem complementação mineral, exceto o tratamento V₂ + NP, e doses de 40 m³/ha, complementadas com NP proporcionaram colmos com peso superior ao encontrado na presença de adubação mineral (NPK₁) como reflexo de um maior desenvolvimento da cana-de-açúcar, denotando assim o efeito benéfico da aplicação de vinhaça. De modo geral, o peso dos colmos apresentou uma tendência a aumentar com a aplicação de doses crescentes de vinhaça.

Com relação à complementação mineral da vinhaça, a aplicação do N em cobertura (V e P + N) proporcionou acréscimos no peso médio dos colmos da ordem de 16,2%, 7,7%, 5,7%, 9,7% e 1,4%, quando efetuada nas doses de 40, 80, 120, 160 e 200 m³/ha respectivamente. Verifica-se desta forma, um efeito decrescente da complementação da vinhaça com N e P no peso médio dos colmos em função da elevação da dose de vinhaça aplicada.

4.1.2 Solo LVa, variedade NA56-79

Em solo LVa, o peso médio de colmos da variedade NA56-79, foi também influenciado pela aplicação dos tratamentos, tendo a análise da variância indicado um efeito significativo dos mesmos ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 11).

Comparando-se as médias através do teste de Tukey a 10%, verifica-se que todos os tratamentos que receberam vinhaça exceto nas doses de 40 e 80 m³/ha, sem complementação mineral e o tratamento NPK₂, apresentaram pesos de colmos significativamente maiores que a testemunha, não diferindo estatisticamente entre si. Por outro lado, os tratamentos V₅ e V₅ e P + N produziram colmos com pesos significativamente mais elevados que o tratamento V₁.

A análise dos dados da Tabela 11 mostra que todos os tratamentos que receberam vinhaça, exceto nas doses de 40 e 80 m³/ha, sem a complementação mineral, apresentaram peso médio de colmos mais elevados que o constatado na presença de adubação normal da usina (NPK₁) de modo crescente com as doses de vinhaça, denotando mais uma vez o efeito benéfico da vinhaça, no desenvolvimento da cana-de-açúcar. Observa-se ainda que a complementação da vinhaça com N e P teve efeito no peso dos colmos praticamente até a dose de 80 m³/ha, com aumentos de 6,3% e 8,8% nas doses de 40 (V₁ + NP) e 80 m³/ha (V₂ + NP), respectivamente, não tendo sido constatada qualquer tendência de comportamento quanto à forma de complementação com N, ao contrário do que foi observado no solo LRd. Os dados mostram também que neste tipo de solo (LVa), a aplicação de doses de vinhaça até 80 m³/ha, sem a devida complementação mineral não foi suficiente para suprir as necessidades nutricionais da planta, em relação à adubação mineral da soqueira.

4.2 Efeito da aplicação da vinhaça na produtividade de colmos de cana-de-açúcar

4.2.1 Solo LRd, variedade CB41-76

Os valores médios de produtividade de colmos de cana-de-açúcar, em t/ha, os resultados do teste F e a

interpretação do teste de Tukey (10%) encontram-se na Tabela 12, onde está evidenciado o potencial fertilizante da vinhaça, concordando assim com os resultados da literatura (MAGRO e GLÓRIA-1977, STUPIELLO *et alii*-1977, COPERSUCAR-1978 a, SILVA *et alii*-1981, SILVA e GURGEL-1981).

A análise dos valores médios de produtividade (Tabela 12), mostra uma resposta da cana-de-açúcar em solo LRd até a dose de $120 \text{ m}^3/\text{ha}$ de vinhaça, com acréscimo de 19% na produtividade de colmos de cana-de-açúcar nesta dosagem, em relação à adubação mineral (NPK_1). Entretanto, a aplicação de $40 \text{ m}^3/\text{ha}$, complementada com N e P, foi suficiente para substituir a adubação mineral, com uma produtividade 10% superior a esta, quando o N foi aplicado em cobertura (V_1 e P + N). Da mesma forma, a dose de $80 \text{ m}^3/\text{ha}$ (V_2) também poderia ser utilizada para este tipo de solo, tendo acusado um aumento de 8,2% em relação à adubação mineral.

Tomando-se a testemunha como base de comparação, a aplicação de vinhaça promoveu aumentos na produtividade da ordem de 25,0% na dose de $40 \text{ m}^3/\text{ha}$, 41,0% na dose de $80 \text{ m}^3/\text{ha}$ e 55,0% na de $120 \text{ m}^3/\text{ha}$, tendendo à estabilização a partir desta dosagem, indicando com isto o elevado potencial da vinhaça como fertilizante para cana-de-açúcar, quando comparados ao acréscimo de 30,4% proporcionado pela adubação mineral.

Embora a análise estatística não tenha revelado qualquer resposta significativa da complementação mineral da vinhaça, esta foi responsável por um acréscimo de aproximadamente 15% na dose de $40 \text{ m}^3/\text{ha}$ (V_1 e P + N), não sendo entretanto viável nas dosagens acima desta, indicando com isto que os nutrientes aplicados com a vinhaça na dose de $80 \text{ m}^3/\text{ha}$ e aqueles contidos no solo foram suficientes para suprir as necessidades da planta.

Tabela 12. Valores médios e relativos, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey, para produtividade de colmos de cana-de-açúcar, em t/ha, nos diferentes tratamentos, por ocasião da colheita, em solos LRd e LVa.

Tratamentos	Solo LRd		Solo LVa	
	t/ha	PR	t/ha	PR
Testemunha	56,67 ^a	76,7	61,33 ^a	79,6
NPK ₁	73,87 ^{bd}	100,0	77,00 ^{ac}	100,0
NPK ₂	71,80 ^{bc}	97,2	76,00 ^{ac}	98,7
V ₁	70,87 ^b	95,9	71,33 ^{ab}	92,6
V ₁ e P+N	81,23 ^{bdef}	110,0	79,67 ^{bcde}	103,5
V ₁ +NP	77,23 ^{bde}	104,5	89,00 ^{cdef}	115,6
V ₂	79,90 ^{bdef}	108,2	78,00 ^{bcd}	101,3
V ₂ e P+N	82,40 ^{cdef}	111,5	88,67 ^{cdef}	115,2
V ₂ +NP	83,50 ^{def}	113,0	91,33 ^{cdef}	118,5
V ₃	87,87 ^{ef}	119,0	93,67 ^{def}	121,7
V ₃ e P+N	82,43 ^{cdef}	111,6	104,00 ^f	135,1
V ₃ +NP	86,90 ^{ef}	117,6	95,33 ^{ef}	123,8
V ₄	86,50 ^{ef}	117,1	100,00 ^f	129,9
V ₄ e P+N	89,47 ^f	121,1	96,00 ^{ef}	124,7
V ₄ +NP	90,47 ^f	122,5	98,33 ^f	127,7
V ₅	87,53 ^{ef}	118,5	102,00 ^f	132,5
V ₅ e P+N	89,27 ^{ef}	120,8	99,00 ^f	128,6
V ₅ +NP	81,20 ^{cdef}	109,9	95,67 ^{ef}	124,3
Teste F	13,74**		12,77**	
dms (10%)***	11,33 ¹		16,52	
	13,99 ²			
	12,74 ³			
CV (%)	4,92		6,58	

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 10%, pelo teste de Tukey.

1. Diferença mínima significativa entre médias normais.
2. Diferença mínima significativa entre médias de parcelas perdidas (Tratamentos V₄ e V₅ e P + N).
3. Diferença mínima significativa entre médias normais e médias das parcelas perdidas.

PR. Produção relativa

Não foi constatada uma tendência de comportamento quanto à forma de aplicação do N, com valores oscilando nas diferentes dosagens, ao contrário do que foi verificado para peso médio de colmos.

4.2.2 Solo LVa, variedade NA56-79

Na Tabela 12, encontram-se os valores médios de produtividade de cana, em t/ha, os resultados do teste F e a interpretação do teste de Tukey.

Através dos dados obtidos, verifica-se uma resposta da cana-de-açúcar à aplicação de vinhaça, estatisticamente significativa nas doses acima de $80 \text{ m}^3/\text{ha}$, tendo-se constatado aumentos na produtividade de colmos de cana-de-açúcar de 16,3%, 27,2%, 52,7%, 63,1% e 66,3% nas doses de 40, 80, 120, 160 e $200 \text{ m}^3/\text{ha}$ respectivamente, em relação à testemunha, evidenciando mais uma vez o potencial fertilizante da vinhaça, principalmente quando comparado aos 25,6% de acréscimo proporcionado pela adubação normal da usina (NPK_1).

A aplicação de $40 \text{ m}^3/\text{ha}$ de vinhaça, complementada com N e P ou $80 \text{ m}^3/\text{ha}$ foi suficiente para substituir a adubação mineral, normalmente empregada pela usina (NPK_1), tendo-se observado um efeito benéfico da complementação mineral até a dose de $120 \text{ m}^3/\text{ha}$, com acréscimos de 11,0% na produtividade de colmos de cana-de-açúcar em relação à dose de $120 \text{ m}^3/\text{ha}$ e de 35,1% em relação à adubação mineral (NPK_1), denotando assim o efeito benéfico da mesma na produtividade de cana, concordando com os resultados obtidos por SILVA e GURGEL (1981). Com relação à adubação normal da usina, constataram-se aumentos da ordem de 1,3%, 21,7%, 29,9% e 32,5%, respectivamente nas doses de 80, 120, 160 e $200 \text{ m}^3/\text{ha}$, não

tendo a dose de $40 \text{ m}^3/\text{ha}$ sido suficiente para substituir a mesma, denotando desta forma um maior potencial de resposta do solo LVa em relação ao LRd, considerando-se a semelhança entre os resultados das análises de ambos os tipos de solos e a quantidade semelhante de nutrientes aplicados através da adubação mineral e da vinhaça.

A complementação mineral da vinhaça foi responsável por aumentos do ponto de vista de produtividade de colmos de cana-de-açúcar, promovendo um acréscimo de 24,8% quando efetuada na dose de $40 \text{ m}^3/\text{ha}$ ($V_1 + \text{NP}$), 17,1% na dose de $80 \text{ m}^3/\text{ha}$ ($V_2 + \text{NP}$) e 11,0% na de $120 \text{ m}^3/\text{ha}$ ($V_3 + \text{P+N}$), decrescente portanto com a elevação da dose de vinhaça, não sendo viável nas doses superiores a estas em função dos dados obtidos. Desta forma ficou evidenciada uma resposta representativa do solo LVa à complementação mineral, o que está de acordo com as observações de SILVA e GURGEL (1981), e ESPIRONELLO *et alii* (1981), discordando porém dos resultados obtidos por SILVA *et alii* (1981).

Também neste tipo de solo não foi observada uma tendência uniforme de comportamento quanto à forma de aplicação do N, como no caso do peso médio dos colmos.

4.3 Efeitos da aplicação da vinhaça no estado nutricional da cana-de-açúcar

4.3.1 Solo LRd, variedade CB41-76

Analisando-se os dados da Tabela 13, observa-se que a aplicação de vinhaça apresentou um efeito significativo nos teores de N e K da folha ⁺¹, aos 4 meses de idade da planta, e nos teores de K aos 6 meses, sendo que o teor de umidade da bainha ⁺¹ apenas foi afetado significati

Tabela 13. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para N, P e K, em % de matéria seca, na folha +1, aos 4 e 6 meses de idade, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd.

Tratamentos	Teor de nutrientes % matéria seca					
	4 meses			6 meses		
	N	P	K	N	P	K
Testemunha	1,67 ^a	0,160 ^a	1,44 ^a	2,29	0,187	1,64 ^a
NPK ₁	1,92 ^{abc}	0,163 ^a	1,48 ^{ab}	2,18	0,187	1,76 ^{ab}
NPK ₂	2,08 ^c	0,163 ^a	1,49 ^{abc}	2,29	0,190	1,78 ^{ab}
V ₁	1,85 ^{abc}	0,160 ^a	1,63 ^{abcd}	2,13	0,183	1,83 ^{ab}
V ₁ e P+N	1,73 ^{ab}	0,160 ^a	1,73 ^{bcde}	2,20	0,190	1,79 ^{ab}
V ₁ +NP	1,93 ^{abc}	0,177 ^a	1,71 ^{abcde}	2,36	0,193	1,82 ^{ab}
V ₂	1,94 ^{abc}	0,170 ^a	1,70 ^{abcde}	2,17	0,180	1,88 ^{ab}
V ₂ e P+N	1,90 ^{abc}	0,167 ^a	1,74 ^{bcde}	2,29	0,187	1,96 ^b
V ₂ +NP	1,85 ^{abc}	0,167 ^a	1,77 ^{cde}	2,31	0,190	1,84 ^{ab}
V ₃	1,91 ^{abc}	0,167 ^a	1,78 ^{de}	2,25	0,180	1,96 ^b
V ₃ e P+N	1,84 ^{abc}	0,167 ^a	1,90 ^{de}	1,94	0,190	2,00 ^b
V ₃ +NP	2,00 ^{bc}	0,173 ^a	1,84 ^{de}	2,17	0,190	1,88 ^{ab}
V ₄	1,92 ^{abc}	0,173 ^a	1,86 ^{de}	2,25	0,187	1,93 ^b
V ₄ e P+N	1,92 ^{abc}	0,167 ^a	1,79 ^{de}	2,25	0,193	1,96 ^b
V ₄ +NP	1,92 ^{abc}	0,167 ^a	1,96 ^e	2,34	0,190	1,91 ^b
V ₅	1,94 ^{abc}	0,173 ^a	1,83 ^{de}	2,29	0,193	1,95 ^b
V ₅ e P+N	1,96 ^{abc}	0,170 ^a	1,85 ^{de}	2,33	0,190	2,02 ^b
V ₅ +NP	1,98 ^{bc}	0,177 ^a	1,93 ^e	2,15	0,187	1,91 ^b
Teste F	2,74 ^{**}	2,00 [*]	8,44 ^{**}	1,02	0,91	3,89 ^{**}
dms (5%) ^{***}	0,30	0,020	0,28	0,54	0,023	0,26
CV (%)	5,18	3,91	5,25	7,78	3,87	4,54

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

vamente pelos tratamentos, aos 4 meses de idade da planta (Tabela 17). A interpretação do teste de Tukey é apresentada também nas Tabelas 13 e 17, respectivamente.

Tanto a adubação mineral como a vinhaça promoveram um aumento nos teores de N e K na folha ⁺¹, aos 4 meses de idade da planta, em relação à testemunha, sendo que no caso da vinhaça os aumentos do teor de K foram diretamente relacionados com a dosagem aplicada, indicando assim uma correlação significativa entre teores na folha ⁺¹ e produtividade de colmos de cana-de-açúcar ($r = 0,9761$), concordando desta forma com os resultados obtidos por COPERSU CAR (1980 b). O mesmo foi constatado para o teor de K na folha ⁺¹ aos 6 meses de idade da planta ($r = 0,9873$), onde os teores encontrados para N, P e K foram superiores àqueles obtidos aos 4 meses (Figura 3) em virtude das melhores condições de desenvolvimento da cana-de-açúcar, comprovado pelos teores de umidade na bainha ⁺¹, que se mostraram maiores aos 6 meses (Tabela 17).

De modo geral, todos os teores de K da folha ⁺¹ obtidos na presença de vinhaça aos 4 e 6 meses, foram superiores àqueles encontrados na presença de adubação mineral (NPK_1) indicando com isto uma maior absorção do elemento naquelas condições, conforme mostra a Figura 3. Por outro lado, verifica-se a baixa sensibilidade do tecido amostrado, bem como a dificuldade de análise do elemento isoladamente, no sentido de avaliar o estado nutricional da cana-de-açúcar, quando se comparam as produtividades obtidas e os teores de N e K da folha ⁺¹, tanto aos 4 meses como aos 6 meses de idade nos tratamentos NPK_1 e V_1 .

Comportamento semelhante ao da folha ⁺¹ foi apresentado pelo internódio 8-10 (Tabela 14), porém as variações foram maiores neste tecido, o que o tornaria menos

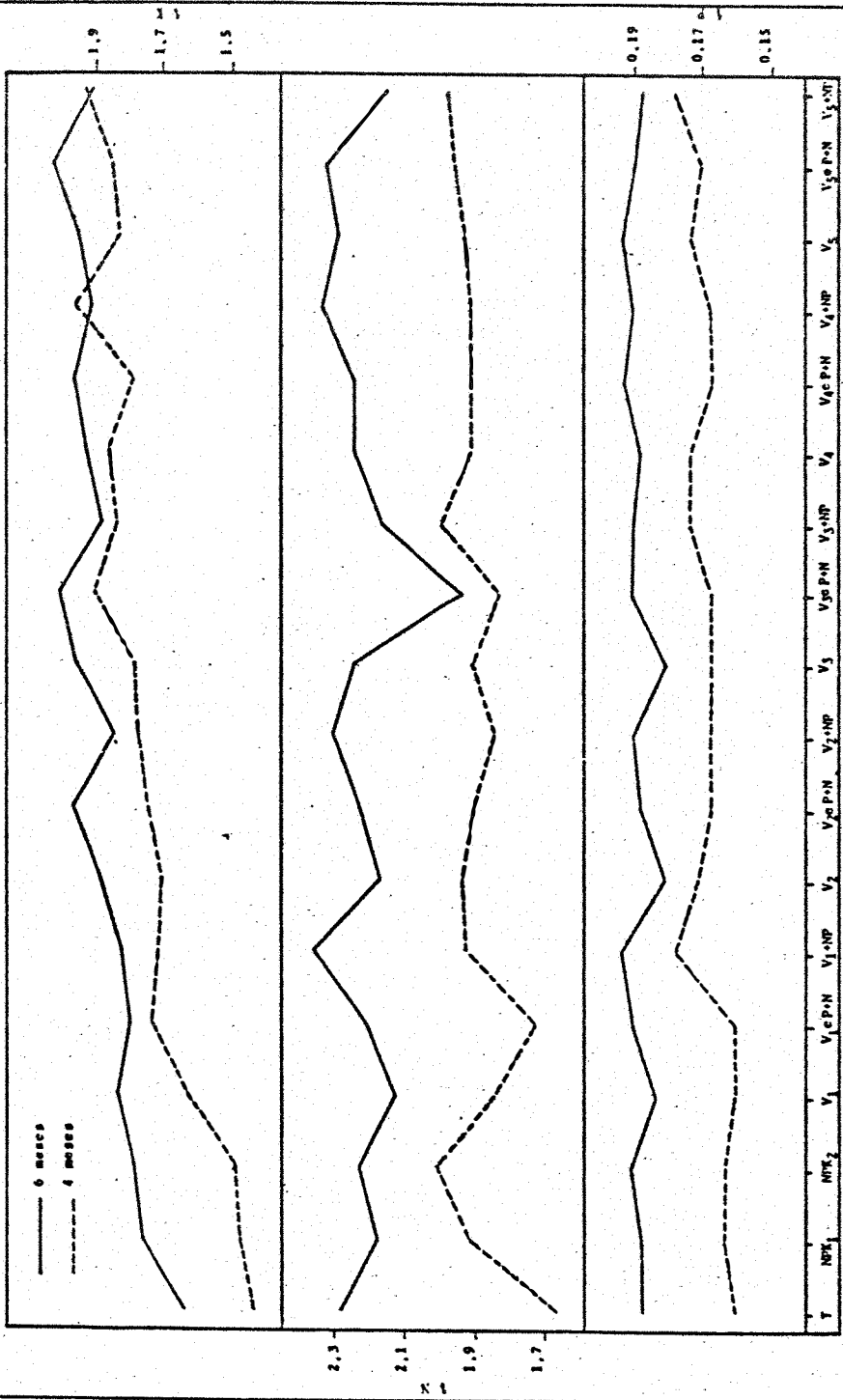


Figura 3. Teores de N, P e K, em 1 de matéria seca da folha ¹, aos 4 e 6 meses de idade, em função de 11 diferentes tratamentos, em solo LND, variedade CH41-76.

Tabela 14. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey, para N, P e K, em % de matéria seca, no internódio 8-10, aos 4 e 6 meses de idade, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd.

Tratamentos	Teor de nutrientes % matéria seca					
	4 meses			6 meses		
	N	P	K	N	P	K
Testemunha	0,25 ^a	0,037 ^{ab}	1,15	0,35 ^a	0,060	0,65 ^a
NPK ₁	0,35 ^{abcd}	0,030 ^{ab}	0,80	0,37 ^a	0,050	0,99 ^{ab}
NPK ₂	0,33 ^{abc}	0,030 ^{ab}	1,26	0,50 ^a	0,043	1,44 ^{ab}
V ₁	0,26 ^a	0,027 ^a	1,08	0,35 ^a	0,050	1,37 ^{ab}
V ₁ e P+N	0,28 ^a	0,047 ^b	1,29	0,36 ^a	0,047	1,21 ^{ab}
V ₁ +NP	0,38 ^{abcd}	0,037 ^{ab}	1,22	0,42 ^a	0,057	1,37 ^{ab}
V ₂	0,34 ^{abcd}	0,030 ^{ab}	1,01	0,32 ^a	0,050	1,25 ^{ab}
V ₂ e P+N	0,34 ^{abcd}	0,040 ^{ab}	0,93	0,41 ^a	0,057	0,95 ^{ab}
V ₂ + NP	0,39 ^{abd}	0,030 ^{ab}	1,11	0,39 ^a	0,060	1,26 ^{ab}
V ₃	0,37 ^{abcd}	0,033 ^{ab}	1,06	0,42 ^a	0,060	1,23 ^{ab}
V ₃ e P+N	0,42 ^{bcd}	0,040 ^{ab}	1,04	0,42 ^a	0,060	1,46 ^{ab}
V ₃ +NP	0,44 ^{cd}	0,037 ^{ab}	0,87	0,43 ^a	0,050	1,04 ^{ab}
V ₄	0,39 ^{abcd}	0,037 ^{ab}	1,34	0,38 ^a	0,057	1,71 ^b
V ₄ e P+N	0,34 ^{abcd}	0,047 ^b	0,90	0,44 ^a	0,053	1,31 ^{ab}
V ₄ +NP	0,40 ^{abcd}	0,033 ^{ab}	0,89	0,43 ^a	0,047	1,04 ^{ab}
V ₅	0,42 ^{bcd}	0,037 ^{ab}	0,86	0,40 ^a	0,057	1,05 ^{ab}
V ₅ e P+N	0,39 ^{abcd}	0,037 ^{ab}	1,27	0,49 ^a	0,050	1,55 ^{ab}
V ₅ +NP	0,49 ^d	0,040 ^d	0,93	0,41 ^a	0,043	0,83 ^{ab}
Teste F	4,74 ^{**}	3,07 ^{**}	0,50	1,89 [*]	1,23	1,80 [*]
dms (5%) ^{***}	0,15	0,018	1,27	0,18 ¹	0,026 ¹	1,05 ¹
				0,21 ²	0,030 ²	1,17 ²
CV (%)	13,48	16,05	39,10	14,45	15,88	27,78

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

1. Diferença mínima significativa entre médias normais.

2. Diferença mínima significativa entre médias normais com média da parcela perdida (Tratamento V₂).

indicado para avaliar o estado nutricional da cana-de-açúcar, não tendo sido observada qualquer indicação de correlação entre teores de N, P e K no internódio 8-10 e produtividade de colmos de cana-de-açúcar (Figura 4), exceto para N aos 4 meses ($r = 0,9197$).

4.3.2 Solo LVa, variedade NA56-79

Em solo arenoso, na variedade NA56-79, o teor de K na folha ⁺¹ foi afetado significativamente pela aplicação de vinhaça em ambas as épocas estudadas, sendo que a comparação das médias através do teste de Tukey é apresentada na Tabela 15, onde estão contidos também os valores médios de N, P e K na folha ⁺¹, aos 4 e 6 meses de idade da planta. De modo geral, o teor de K na folha ⁺¹, aumentou com a aplicação de doses crescentes de vinhaça (Figura 5), tendo-se observado inclusive uma correlação significativa entre o teor de K e a produtividade de colmos de cana-de-açúcar, tanto aos 4 meses ($r = 0,9754$) como aos 6 meses ($r = 0,9214$), contrariando assim os resultados obtidos por SILVA e GURGEL (1981), porém concordando com os dados de COPERSUCAR (1980 b).

Os teores de P na folha ⁺¹, também apresentaram um aumento com a aplicação de doses crescentes de vinhaça, bem como com a complementação mineral da mesma (Figura 5), porém apenas o teor de P na folha ⁺¹ não deve ser utilizado como indicador do estado nutricional da planta, tendo em vista a baixa sensibilidade deste tecido em relação ao referido nutriente.

O teor de K na folha ⁺¹, obtido aos 4 meses de idade, encontrado na presença de 140 kg K₂O/ha proveniente da adubação mineral (NPK₇), foi semelhante àquele obtido com 174 kg K₂O/ha aplicado em área total através da dose de

Tabela 15. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para N, P e K, em % de matéria seca, da folha +1, aos 4 e 6 meses de idade, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa.

Tratamentos	Teor de nutrientes % matéria seca					
	4 meses			6 meses		
	N	P	K	N	P	K
Testemunha	1,77	0,177 ^{ab}	1,53 ^a	1,83	0,153	1,34 ^a
NPK ₁	1,79	0,173 ^{ab}	1,78 ^{ab}	1,73	0,150	1,42 ^{abc}
NPK ₂	1,79	0,180 ^{ab}	1,87 ^{abc}	1,85	0,150	1,51 ^{abcde}
V ₁	1,68	0,166 ^b	1,82 ^{abc}	1,61	0,137	1,36 ^{ab}
V ₁ e P+N	1,85	0,180 ^{ab}	1,91 ^{abc}	1,72	0,147	1,54 ^{abcdef}
V ₁ +NP	1,72	0,177 ^{ab}	1,92 ^{abc}	1,68	0,140	1,47 ^{abcd}
V ₂	1,78	0,167 ^{ab}	1,90 ^{abc}	1,74	0,143	1,55 ^{abcdef}
V ₂ e P+N	1,90	0,183 ^{ab}	1,87 ^{abc}	1,87	0,153	1,59 ^{bcdef}
V ₂ + NP	1,70	0,180 ^{ab}	2,10 ^{bc}	1,76	0,147	1,49 ^{abcde}
V ₃	1,75	0,170 ^{ab}	2,11 ^{bc}	1,85	0,153	1,71 ^{efg}
V ₃ e P+N	1,89	0,193 ^{ab}	2,16 ^{bc}	1,77	0,153	1,69 ^{defg}
V ₃ +NP	1,72	0,187 ^{ab}	2,14 ^{bc}	1,82	0,153	1,61 ^{cdefg}
V ₄	1,70	0,173 ^{ab}	2,30 ^c	1,87	0,153	1,67 ^{defg}
V ₄ e P+N	1,83	0,183 ^{ab}	2,27 ^c	1,90	0,163	1,74 ^{fg}
V ₄ +NP	1,85	0,187 ^{ab}	2,23 ^{bc}	1,92	0,153	1,66 ^{defg}
V ₅	1,74	0,180 ^{ab}	2,19 ^{bc}	1,83	0,153	1,64 ^{ceefg}
V ₅ e P+N	1,91	0,197 ^a	2,21 ^{bc}	1,76	0,150	1,82 ^g
V ₅ +NP	1,79	0,190 ^{ab}	2,29 ^c	1,78	0,150	1,74 ^{fg}
Teste F	1,21	2,00*	5,65**	1,27	1,00	10,67**
dms (5%)***	0,35	0,030	0,48	0,38	0,030	0,22
CV (%)	6,33	5,55	7,69	6,98	6,66	4,55

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

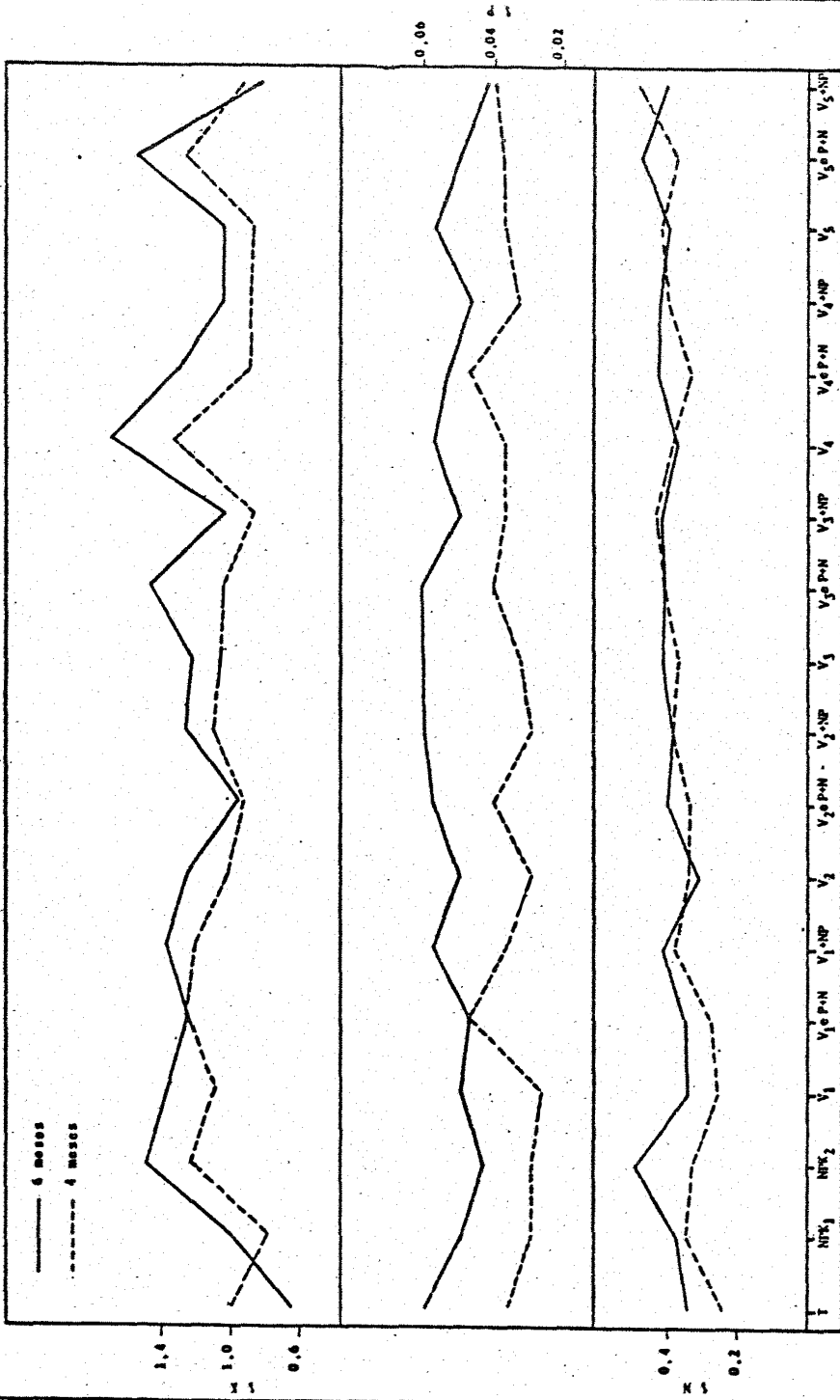


Figura 4. Teores de N, P e K, em 1 de matéria seca de Interférito 89-109, nos 4 e 5 meses de idade, em função de diferentes tratamentos, em solo LRd, variedade CB41-76.

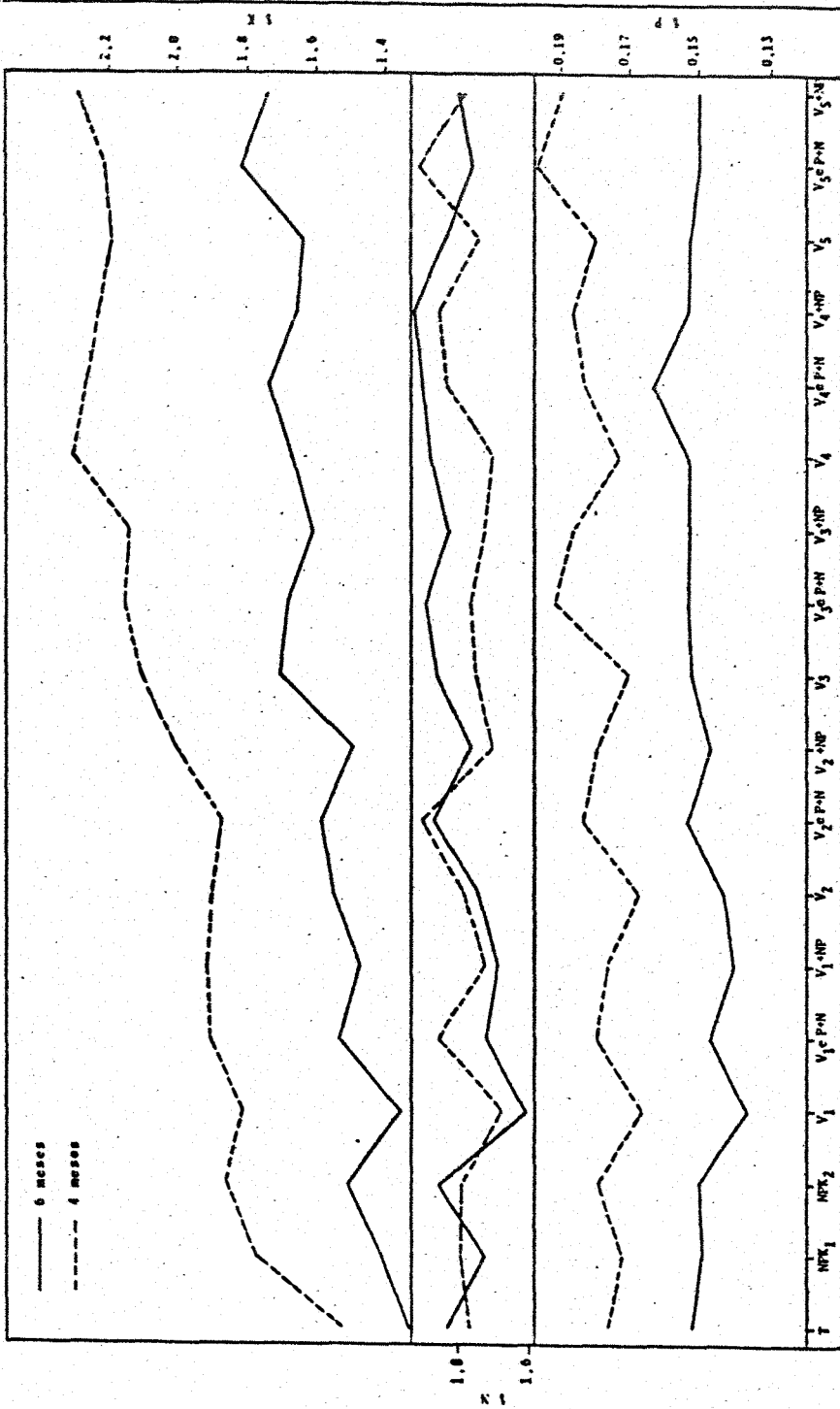


Figura 5. Teores de N, P e K, em 1 de matéria seca da folha ¹, nos 4 e 6 meses de idade, em função de diferentes tratamentos, em solo LVa. variedade MA56-79.

40 m³ de vinhaça/ha, porém correspondente a uma produtividade agrícola 7,9% superior a esta, indicando com isto que a análise do elemento independentemente dos demais, não seria aconselhável para avaliação do estado nutricional da cana-de-açúcar, o que vem de encontro com as observações de SILVA e GURGEL (1981). Da mesma forma, o teor de K na folha +1, obtido aos 6 meses de idade na "testemunha" foi praticamente igual ao do tratamento V₁ (40 m³ vinhaça/ha) com uma produtividade 16,3% menor, reforçando assim a impossibilidade de se utilizar o elemento de uma forma isolada para avaliar o estado nutricional da planta.

A análise da variância para os dados de N, P e K no internódio 8-10, revela um efeito significativo da aplicação de vinhaça no estado nutricional da planta, sendo que a interpretação do teste de Tukey é apresentada na Tabela 16. Como no caso da folha +1, a aplicação de vinhaça promoveu um aumento nos teores de K no internódio 8-10 em ambas as épocas estudadas, por ser o elemento contido em maior proporção na vinhaça aplicada (Figura 6), verificando-se uma correlação significativa apenas entre o teor de K no internódio 8-10 e produtividade de colmos de cana-de-açúcar tanto aos 4 meses ($r=0,9562$) como aos 6 meses ($r=0,9449$). Verifica-se entretanto uma baixa sensibilidade deste tecido para refletir o estado nutricional da cana-de-açúcar, o que de certa forma está de acordo com os resultados obtidos por SILVA e GURGEL (1981).

Quanto ao teor de umidade da Bainha +1 (Tabela 18), foi constatado efeito dos tratamentos tanto aos 4 como aos 6 meses, havendo uma tendência deste elemento aumentar com a aplicação de vinhaça, sendo que aos 4 meses, todos os tratamentos que receberam o resíduo apresentaram umidade de bainha mais elevadas que a adubação mineral, o que vem também demonstrar o efeito benéfico da vinhaça. Aos 6 meses este efeito foi mascarado pela maior precipitação pluviométrica que pode ser observada na Figura 1.

Tabela 16. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para N, P e K, em % de matéria seca, no internódio 8-10, aos 4 e 6 meses de idade, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa.

Tratamentos	Teor de nutrientes % matéria seca					
	4 meses			6 meses		
	N	P	K	N	P	K
Testemunha	0,69 ^{ab}	0,047 ^a	0,89 ^a	0,28 ^a	0,053 ^{ab}	0,88 ^a
NPK ₁	0,76 ^{abc}	0,043 ^a	1,09 ^a	0,39 ^a	0,077 ^{ab}	1,69 ^{abc}
NPK ₂	0,93 ^{abc}	0,060 ^a	2,21 ^{abcd}	0,45 ^a	0,067 ^{ab}	1,83 ^{abc}
V ₁	0,75 ^{abc}	0,070 ^a	1,77 ^{abc}	0,33 ^a	0,050 ^{ab}	1,33 ^{ab}
V ₁ e P+N	0,88 ^{abc}	0,056 ^a	1,75 ^{abc}	0,44 ^a	0,077 ^{bc}	1,89 ^{abc}
V ₁ +NP	0,73 ^{ab}	0,070 ^a	1,77 ^{abc}	0,30 ^a	0,050 ^{ab}	1,63 ^{abc}
V ₂	0,72 ^{ab}	0,053 ^a	1,71 ^{abc}	0,38 ^a	0,067 ^{ab}	2,05 ^{abc}
V ₂ e P+N	0,83 ^{abc}	0,057 ^a	2,10 ^{abcd}	0,35 ^a	0,050 ^{ab}	1,83 ^{abc}
V ₂ +NP	0,65 ^a	0,090 ^a	2,19 ^{abcd}	0,45 ^a	0,077 ^{ab}	2,12 ^{bc}
V ₃	0,74 ^{abc}	0,063 ^a	2,81 ^{cd}	0,39 ^a	0,063 ^{ab}	2,23 ^{bc}
V ₃ e P+N	0,98 ^{bc}	0,063 ^a	2,56 ^{bcd}	0,40 ^a	0,067 ^{ab}	2,21 ^{bc}
V ₃ +NP	0,78 ^{abc}	0,063 ^a	2,55 ^{bcd}	0,47 ^a	0,100 ^b	2,68 ^c
V ₄	0,86 ^{abc}	0,070 ^a	2,53 ^{bcd}	0,39 ^a	0,060 ^{ab}	2,31 ^{bc}
V ₄ e P+N	0,98 ^{bc}	0,047 ^a	2,52 ^{bcd}	0,42 ^a	0,067 ^{ab}	2,43 ^{bc}
V ₄ +NP	0,80 ^{abc}	0,057 ^a	2,77 ^{cd}	0,38 ^a	0,067 ^{ab}	2,52 ^c
V ₅	0,81 ^{abc}	0,053 ^a	2,95 ^{cd}	0,37 ^a	0,047 ^{ac}	2,48 ^c
V ₅ e P+N	1,06 ^c	0,063 ^a	3,37 ^d	0,38 ^a	0,053 ^{ab}	2,16 ^{bc}
V ₅ +NP	0,97 ^{abc}	0,077 ^a	2,61 ^{bcd}	0,34 ^a	0,070 ^{ab}	2,37 ^{bc}
Teste F	3,69**	2,00*	4,64**	1,81*	1,89*	4,77**
dms (5%)***	0,32	0,05	1,59	0,20 ¹	0,051 ¹	1,10 ¹
				0,22 ²	0,057 ²	1,24 ²
CV (%)	12,68	22,56	23,18	16,81	25,33	17,34

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

1. Diferença mínima significativa entre médias normais.

2. Diferença mínima significativa entre médias normais e média da parcela perdida (Tratamento V₁ e P + N).

Tabela 17. Teor de umidade na bainha da folha ⁺1, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey, aos 4 e 6 meses de idade, em solo LRd.

Tratamentos	Teor de umidade na bainha (%)	
	4 meses	6 meses
Testemunha	78,4 ^a	82,6
NPK ₁	81,3 ^b	81,5
NPK ₂	80,0 ^{ab}	83,6
V ₁	80,2 ^{ab}	83,5
V ₁ e P+N	79,7 ^{ab}	83,6
V ₁ +NP	81,1 ^b	82,6
V ₂	81,0 ^{ab}	83,0
V ₂ e P+N	81,1 ^b	83,1
V ₂ +NP	80,6 ^{ab}	83,1
V ₃	81,0 ^{ab}	82,4
V ₃ e P+N	80,8 ^{ab}	83,5
V ₃ +NP	81,9 ^b	84,1
V ₄	81,4 ^b	83,8
V ₄ e P+N	80,6 ^{ab}	83,0
V ₄ +NP	81,9 ^b	83,5
V ₅	81,3 ^b	83,3
V ₅ e P+N	80,9 ^{ab}	82,7
V ₅ +NP	81,8 ^b	83,3
Teste F	2,97**	0,99
dms (5%)***	2,7	3,2
CV (%)	1,05	1,25

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

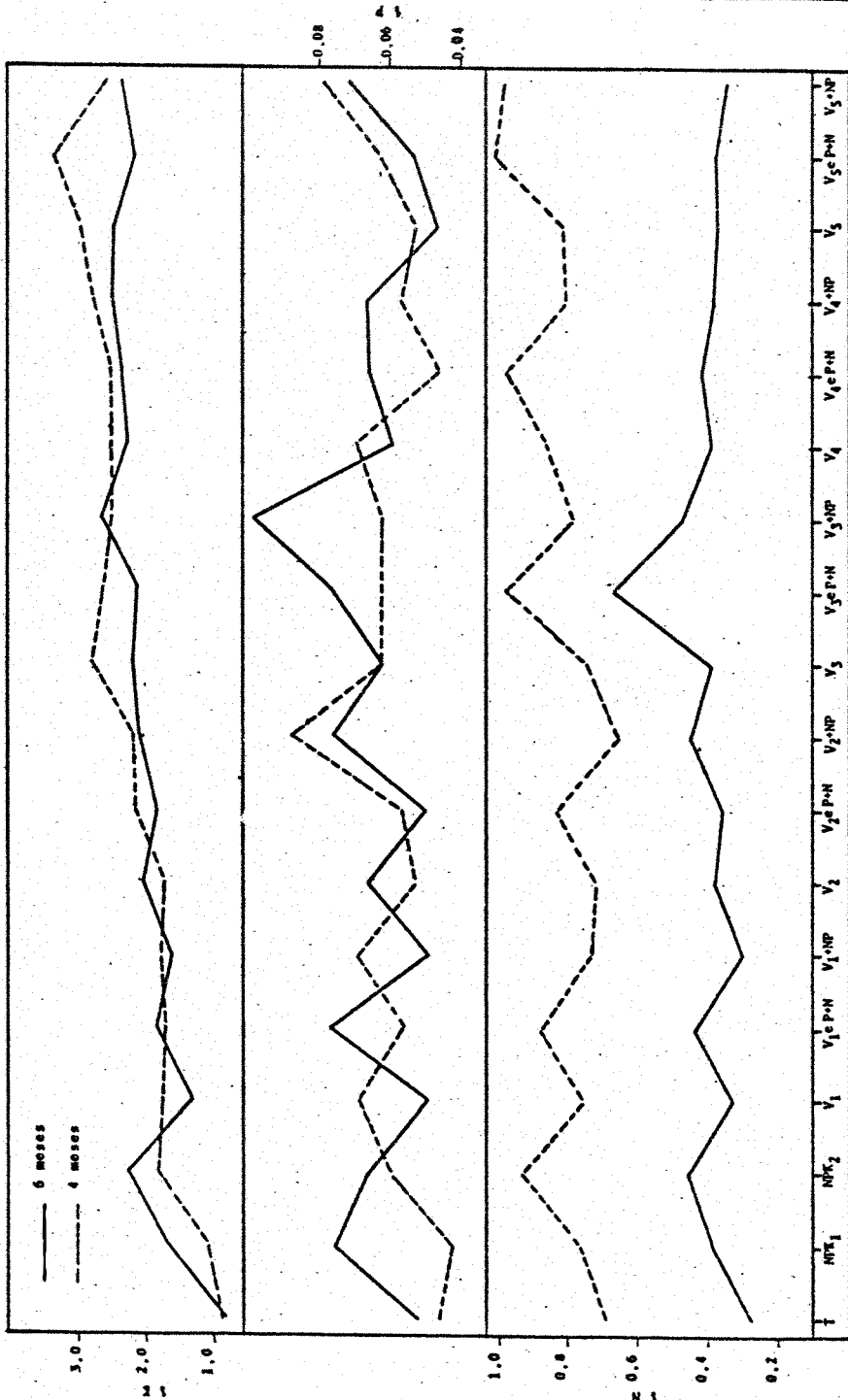


Figura 6. Teores de N, P e K, em 1 do matéila seca de internódio 8-10^o, aos 4 e 6 meses de idade, em função de diferentes tratamentos, em solo LVn, variedade NA56-79.

Tabela 18. Teor de umidade na bainha da folha +1, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey, aos 4 e 6 meses de idade, em solo LVA.

Tratamentos	Teor de umidade na bainha (%)	
	4 meses	6 meses
Testemunha	77,6 ^a	80,7 ^a
NPK ₁	79,4 ^{ab}	82,4 ^{ab}
NPK ₂	82,7 ^{bc}	81,2 ^{ab}
V ₁	80,5 ^{abc}	80,7 ^{ab}
V ₁ e P+N	80,9 ^{abc}	82,3 ^{ab}
V ₁ +NP	80,9 ^{abc}	81,5 ^{ab}
V ₂	80,8 ^{abc}	82,8 ^{ab}
V ₂ e P+N	81,5 ^{abc}	82,0 ^{ab}
V ₂ +NP	83,0 ^{bc}	81,9 ^{ab}
V ₃	81,2 ^{abc}	82,7 ^{ab}
V ₃ e P+N	83,6 ^{bc}	83,0 ^{ab}
V ₃ +NP	83,0 ^{bc}	82,2 ^{ab}
V ₄	83,0 ^{bc}	82,7 ^{ab}
V ₄ e P+N	82,9 ^{bc}	83,5 ^{ab}
V ₄ +NP	82,9 ^{bc}	83,8 ^b
V ₅	82,5 ^{bc}	83,3 ^{ab}
V ₅ e P+N	84,1 ^c	83,4 ^{ab}
V ₅ +NP	82,9 ^{bc}	82,5 ^{ab}
Teste F	3,88**	2,88**
dms (5%)***	4,5	2,8
CV (%)	1,77	1,11

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

4.4 Efeitos da aplicação da vinhaça na maturação e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar

Dos parâmetros utilizados para avaliar a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, apenas o Brix, a pol, a pureza e os açúcares redutores e açúcares totais, dão uma indicação dos efeitos da aplicação da vinhaça na maturação da cana-de-açúcar.

4.4.1 Solo LRd, variedade CB41-76

O resultado do teste F para todos os elementos estudados, encontra-se nas Tabelas 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 30, respectivamente para Brix, Pol, Açúcares Redutores, Açúcares Totais % cana e fibra % cana, Pureza aparente, Cinzas % caldo, Potássio, Cálcio, Magné sio, Fósforo inorgânico e pH do caldo. A interpretação do teste de Tukey, pela comparação das médias é dada também nas respectivas tabelas.

Os efeitos da aplicação de vinhaça no Brix % cana foram pouco significativos e irregulares, tendo sido observada apenas uma tendência de diminuição deste elemento com a elevação da dose de vinhaça, não chegando contudo a comprometer a qualidade da matéria-prima neste aspecto (Tabela 19). O mesmo ocorreu em relação à pol % cana (Tabela 20), com consequentes reflexos na pureza aparente (Tabela 24), a qual mostrou uma maior tendência a diminuir em função das doses de vinhaça, principalmente nas dosagens mais elevadas, como foi constatado por STUPIELLO *et alii* (1977), trabalhando com vinhaça de mosto de melaço. Comparando-se com a adubação mineral normal da usina (NPK₁), verificou-se por ocasião da colheita da cana, em setembro, um decréscimo da pol % cana (acompanhado da pureza) diretamente proporcio

Tabela 19. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey, para Brix % cana, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd.

Tratamentos	Brix % cana			
	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Testemunha	12,82	15,06 ^a	15,14 ^{ab}	16,97 ^{ab}
NPK ₁	12,93	14,68 ^{ab}	15,61 ^a	16,94 ^{ab}
NPK ₂	12,93	14,60 ^{ab}	15,42 ^{ab}	16,63 ^{ab}
V ₁	13,12	14,67 ^{ab}	15,15 ^{ab}	16,98 ^{ab}
V ₁ e P+N	13,12	14,34 ^{ab}	15,18 ^{ab}	16,47 ^{ab}
V ₁ +NP	13,31	14,41 ^{ab}	15,14 ^{ab}	16,56 ^{ab}
V ₂	13,22	14,47 ^{ab}	15,01 ^{ab}	16,62 ^{ab}
V ₂ e P+N	12,72	14,16 ^b	14,86 ^b	16,74 ^{ab}
V ₂ +NP	13,03	14,37 ^{ab}	14,98 ^{ab}	16,89 ^{ab}
V ₃	12,60	14,33 ^{ab}	14,84 ^b	16,60 ^{ab}
V ₃ e P+N	12,83	14,15 ^b	15,35 ^{ab}	17,14 ^{ab}
V ₃ +NP	12,80	14,56 ^{ab}	15,10 ^{ab}	16,93 ^{ab}
V ₄	12,90	14,38 ^{ab}	15,33 ^{ab}	16,60 ^{ab}
V ₄ e P+N	12,45	14,26 ^{ab}	15,26 ^{ab}	16,06 ^{ab}
V ₄ +NP	12,99	14,72 ^{ab}	14,82 ^b	15,93 ^b
V ₅	12,76	14,01 ^b	15,13 ^{ab}	16,26 ^{ab}
V ₅ e P+N	13,22	14,39 ^{ab}	15,05 ^{ab}	16,19 ^{ab}
V ₅ +NP	12,81	14,47 ^{ab}	14,99 ^{ab}	16,34 ^{ab}
Teste F	1,09	2,34*	2,32*	2,41*
dms (5%)***	1,15	0,86	0,73	1,18
CV (%)	2,90	1,93	1,57	2,31

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Tabela 20. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para Pol % cana, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd.

Tratamentos \ Épocas	Pol % cana			
	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Testemunha	8,71	11,50	12,33	14,06 ^a
NPK ₁	8,75	11,16	12,55	13,94 ^a
NPK ₂	8,71	10,94	12,27	13,51 ^{ab}
V ₁	9,08	11,25	12,26	13,80 ^a
V ₁ e P+N	8,88	10,94	12,28	13,19 ^{abc}
V ₁ +NP	8,98	11,03	12,23	13,46 ^{abc}
V ₂	8,92	10,81	11,87	13,44 ^{abc}
V ₂ e P+N	8,52	10,90	12,12	13,48 ^{abc}
V ₂ +NP	8,84	10,88	11,92	13,54 ^{abc}
V ₃	8,59	10,80	12,19	13,41 ^{abc}
V ₃ e P+N	8,90	10,65	12,26	13,51 ^{abc}
V ₃ +NP	8,45	11,09	12,07	13,56 ^{abc}
V ₄	8,88	11,00	12,61	13,20 ^{abc}
V ₄ e P+N	8,32	10,73	12,07	12,84 ^{abc}
V ₄ +NP	9,11	11,21	11,89	12,38 ^b
V ₅	8,77	10,63	12,42	12,82 ^b
V ₅ e P+N	9,18	10,90	12,04	12,51 ^b
V ₅ +NP	8,76	11,16	12,08	13,04 ^a
Teste F	0,68	1,65	1,55	3,88**
dms (5%)***	1,48	0,93	0,89	1,24
CV (%)	5,47	2,76	2,38	3,02

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

nal à dosagem de vinhaça, variando desde 1,0% na dose de 40 m³/ha até 8,0% na de 200 m³/ha, o que é bastante significativo do ponto de vista industrial.

Com relação à maturação, observa-se que não houve um deslocamento da curva com a aplicação de doses crescentes de vinhaça, conforme constatou STUPIELLO *et alii* (1977), trabalhando com vinhaça de melaço, mas sim uma diminuição da pol % cana e da pureza, ocorridas talvez em função da maior produção de cana-de-açúcar (Tabela 12). A complementação mineral chegou a comprometer a qualidade da matéria-prima (Tabela 20), particularmente nos casos em que esta contribuiu para aumentar a produtividade de colmos de cana-de-açúcar e na presença de elevadas doses de vinhaça.

O teor de açúcares redutores, apresentou um comportamento oposto ao constatado por STUPIELLO *et alii* (1977), porém semelhante ao citado por ROSSETTO *et alii* (1977), ou seja, apresentou uma tendência a diminuir com a aplicação de doses crescentes de vinhaça, em todas as épocas estudadas (Tabela 21), principalmente nas dosagens acima de 120 m³/ha, indicando com isto que também os açúcares redutores foram utilizados para promover o maior desenvolvimento da cana-de-açúcar e conseqüentemente uma maior produção de massa verde. De modo geral, este comportamento foi mais pronunciado no início do período de maturação (junho), com teores de açúcares redutores variando desde 2,19% na dose de 40 m³/ha até 1,83% na de 200 m³/ha, tendendo a homogeneizar após 4 meses (setembro) o que está de acordo com os dados obtidos por COPERSUCAR (1978 a). A complementação mineral da vinhaça, provocou uma diminuição ainda maior dos açúcares redutores na cana, em todas as dosagens, porém mais pronunciada nas maiores dosagens (Figura 7), indicando com isto um maior aproveitamento destes açúcares no desenvolvimento da cana-de-açúcar, o que entretanto não foi refletido

Tabela 21. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para açúcares redutores % cana, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd.

Épocas Tratamentos	Açúcares redutores % cana			
	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Testemunha	2,24 ^a	1,36 ^a	1,38 ^{ab}	1,04 ^{ab}
NPK ₁	2,15 ^{ab}	1,45 ^a	1,35 ^{ab}	1,01 ^{ab}
NPK ₂	2,19 ^{ab}	1,49 ^a	1,47 ^a	1,12 ^{ab}
V ₁	2,19 ^{ab}	1,38 ^{ab}	1,37 ^{ab}	1,14 ^a
V ₁ e P+N	2,12 ^{ab}	1,35 ^{abc}	1,40 ^{ab}	1,02 ^{ab}
V ₁ +NP	2,06 ^{abc}	1,38 ^{ab}	1,45 ^a	1,13 ^{ab}
V ₂	2,05 ^{abc}	1,42 ^a	1,43 ^a	1,11 ^{ab}
V ₂ e P+N	1,96 ^{abcd}	1,29 ^{abcd}	1,34 ^{ab}	1,04 ^{ab}
V ₂ +NP	1,96 ^{abcd}	1,33 ^{abcd}	1,35 ^{ab}	0,97 ^{ab}
V ₃	1,92 ^{abcd}	1,35 ^{abc}	1,24 ^{ab}	0,98 ^{ab}
V ₃ e P+N	1,71 ^{cd}	1,15 ^{bcde}	1,22 ^{ab}	1,01 ^{ab}
V ₃ +NP	1,89 ^{abcd}	1,16 ^{bcde}	1,24 ^{ab}	0,96 ^{ab}
V ₄	1,90 ^{abcd}	1,28 ^{abcd}	1,13 ^{ab}	1,08 ^{ab}
V ₄ e P+N	1,72 ^{cd}	1,16 ^{bcde}	1,18 ^{ab}	0,98 ^{ab}
V ₄ +NP	1,70 ^{cd}	1,11 ^{cde}	1,28 ^{ab}	1,13 ^{ab}
V ₅	1,83 ^{bcd}	1,25 ^{abcde}	1,14 ^{ab}	1,05 ^{ab}
V ₅ e P+N	1,66 ^d	1,09 ^{de}	1,15 ^{ab}	1,05 ^{ab}
V ₅ +NP	1,63 ^d	1,03 ^e	1,06 ^b	0,91 ^b
Teste F	7,18**	8,19**	3,58**	2,65**
dms (5%)***	0,39	0,25	0,34	0,22
CV (%)	6,60	6,35	8,68	6,87

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

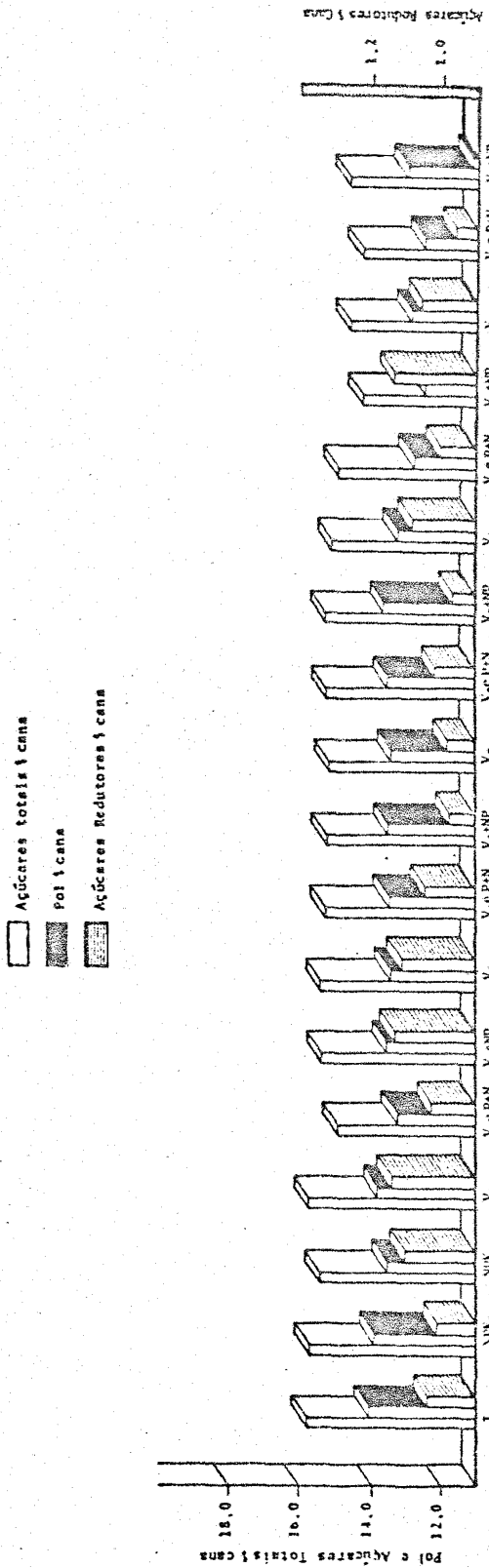


Figura 7. Açúcares Totais, Pol e Açúcares % cana nos diferentes tratamentos, por ocasião da colheita, em solo ERd, variedade CB41-76.

pela produtividade de colmos de cana-de-açúcar, constante da Tabela 12.

A Figura 8, apresenta o comportamento da pol e dos Açúcares Totais % cana, em diferentes tratamentos e épocas, permitindo assim uma melhor visualização do mesmo.

Como no caso da pol % cana, o teor de açúcares totais (Tabela 22), mostraram uma tendência a diminuir com a aplicação de vinhaça, com teores variando desde 15,69% na dose de 40 m³/ha até 14,54% na de 200 m³/ha por ocasião da colheita da cana-de-açúcar, o que representa uma redução de 7,4% no teor de açúcares totais, redução esta inferior àque la constatada para a pol % cana. Com relação à dose de 40 m³/ha, complementada com fósforo e nitrogênio (V₁ e P + N) e/ou 80 m³/ha e 120 m³/ha, que seriam aquelas recomendadas do ponto de vista de produtividade de colmos de cana-de-açúcar, a queda no teor de açúcares totais foi de 5,0, 2,8 e 3,4%, respectivamente, em relação à adubação normal da usi na (NPK₁).

A análise dos dados mostra uma relação inver sa entre a produtividade agrícola e os teores de açúcares totais % cana, o que é válido também para a pol % cana.

A Figura 7 mostra o comportamento dos Açúca res Totais, pol e Açúcares Redutores % cana em diferentes tratamentos por ocasião da colheita da cana-de-açúcar, em solo LRd.

O teor de fibra % cana, embora não tenha sido influenciado significativamente do ponto de vista estatís tico, pela aplicação de vinhaça, apresentou uma pequena ten dência a diminuir com a mesma, sendo esta diminuição mais pronunciada nas dosagens acima de 120 m³/ha com complementa

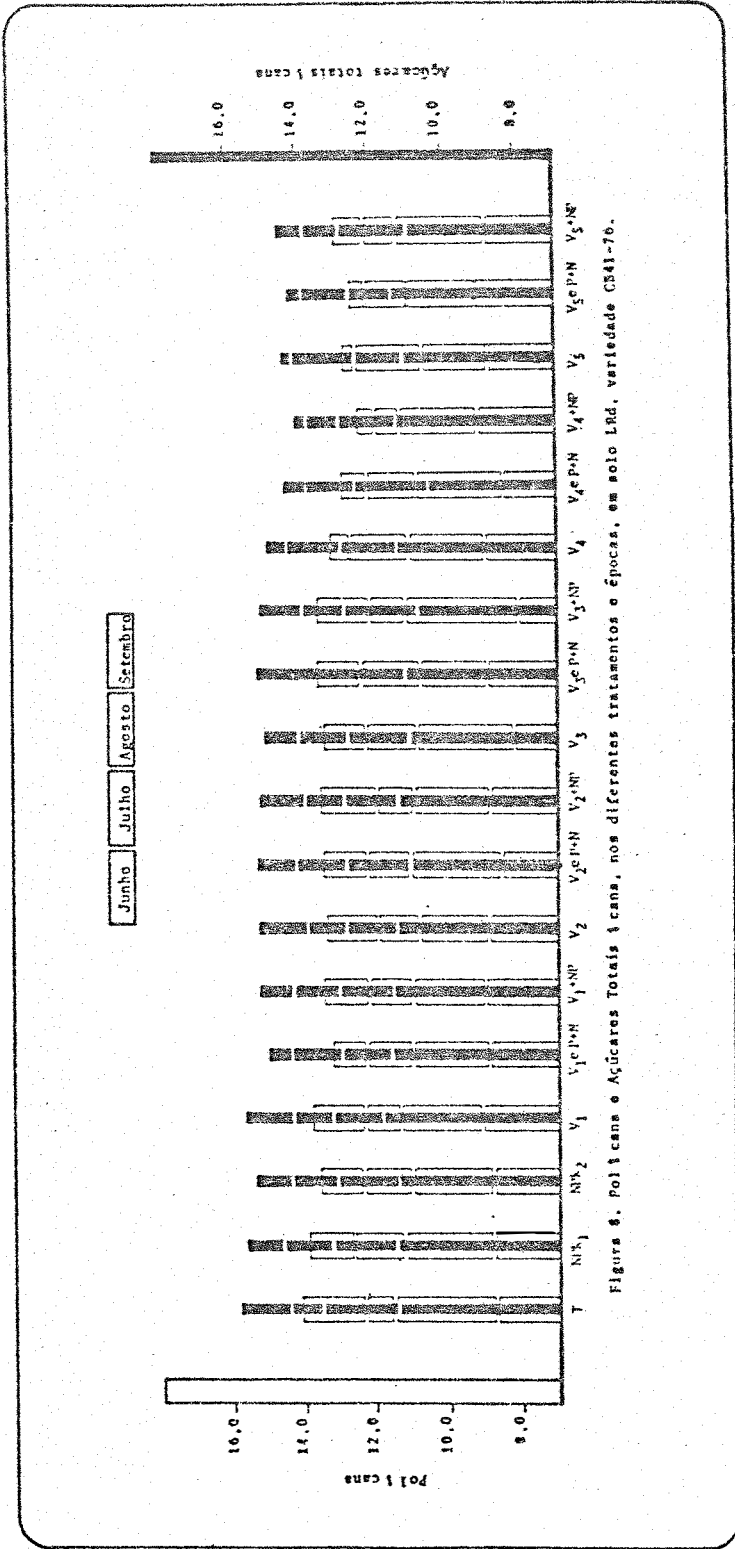


Figura 8. Pol 1 cana e Açúcares Totais 1 cana, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRD, variedade CS41-76.

Tabela 22. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para Açúcares totais % cana, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd.

Épocas Tratamentos	Açúcares totais % cana			
	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Testemunha	11,42	13,47 ^a	14,36 ^a	15,84 ^a
NPK ₁	11,35	13,20 ^{ab}	14,56 ^a	15,69 ^{ab}
NPK ₂	11,36	13,00 ^{ab}	14,39 ^a	15,34 ^{abc}
V ₁	11,75	13,22 ^{ab}	14,27 ^a	15,69 ^{ab}
V ₁ e P+N	11,47	12,86 ^{ab}	14,32 ^a	14,90 ^{abc}
V ₁ +NP	11,51	12,99 ^{ab}	14,33 ^a	15,29 ^{abc}
V ₂	11,44	12,80 ^{ab}	13,92 ^a	15,26 ^{abc}
V ₂ e P+N	10,93	12,77 ^{ab}	14,10 ^a	15,23 ^{abc}
V ₂ +NP	11,27	12,78 ^{ab}	13,89 ^a	15,23 ^{abc}
V ₃	10,96	12,72 ^{ab}	14,07 ^a	15,09 ^{abc}
V ₃ e P+N	11,08	12,36 ^b	14,16 ^a	15,23 ^{abc}
V ₃ +NP	10,78	12,83 ^{ab}	13,95 ^a	15,24 ^{abc}
V ₄	11,25	12,85 ^{ab}	14,40 ^a	14,97 ^{abc}
V ₄ e P+N	10,48	12,45 ^b	13,88 ^a	14,49 ^c
V ₄ +NP	11,29	12,91 ^{ab}	13,80 ^a	15,15 ^c
V ₅	11,07	12,44 ^b	14,21 ^a	14,54 ^{bc}
V ₅ e P+N	11,32	12,56 ^{ab}	13,83 ^a	14,22 ^c
V ₅ +NP	10,85	12,77 ^{ab}	13,78 ^a	14,64 ^{bc}
Teste F	1,40	2,63**	2,39*	4,76**
dms (5%)***	1,40	0,93	0,84	1,19
CV (%)	4,05	2,36	1,93	2,57

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

ção mineral (Tabela 23), por apresentarem melhores condições de umidade, concordando assim com as observações feitas por SILVA *et alii* (1977), porém contrariando os próprios resultados obtidos em termos de produtividade de colmos de cana-de-açúcar, que chegaram a diminuir nestas condições.

A aplicação de vinhaça provocou ainda uma elevação no teor de cinzas % caldo, proporcional à dosagem aplicada, em todas as épocas (Tabela 25), concordando assim com as informações contidas na literatura específica (SILVA *et alii*-1977; RODELLA e FERRARI - 1977; ROSSETTO *et alii* - 1977, GLÓRIA e MAGRO - 1977, STUPIELLO *et alii* - 1977, COPERSUCAR - 1978 a).

Analisando-se os dados obtidos na época da colheita da cana-de-açúcar (setembro), e tomando-se a adubação normal da usina (NPK₁) como referência, observa-se aumentos no teor de cinzas desde 5,3% na dose de 40 m³/ha (0,40%) até 68,4% na de 200 m³/ha (0,64%). Considerando-se as dosagens mais adequadas do ponto de vista de produtividade de colmos de cana-de-açúcar ou sejam, 40 m³ de vinhaça/ha complementada com P e N em cobertura (V₁ e P + N), 80 m³/ha e 120 m³/ha, estes acréscimos foram da ordem de 21,0% (0,48%), 34,2% (0,53%) e 63,0% (0,62%) respectivamente, o que entretanto não deverá comprometer a qualidade da matéria-prima, conforme salientaram GLÓRIA e MAGRO (1977), para valores semelhantes. Comportamento idêntico ao observado para o teor de cinzas % caldo, obteve-se também para o teor de potássio no caldo, tendo em vista que ambos estão diretamente correlacionados entre si e com as doses de vinhaça aplicadas. O teor de K no caldo em setembro aumentou de 801 ppm na dose de 40 m³/ha para 1273 ppm, 1592 ppm, 1675 ppm e 1814 ppm nas doses de 80, 120, 140 e 200 m³ de vinhaça/ha respectivamente (Tabela 26), o que representa aumentos de 9,4%, 73,9%, 117,5%, 128,8% e 147,8% respectivamente

Tabela 23. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey, para fibra % cana, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd.

Epocas Tratamentos	Fibra % cana			
	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Testemunha	10,72 ^a	11,30 ^a	11,59 ^{ab}	11,82
NPK ₁	10,41 ^a	10,91 ^a	11,07 ^{ab}	12,05
NPK ₂	10,57 ^a	10,86 ^a	10,98 ^a	11,55
V ₁	10,50 ^a	11,09 ^a	11,18 ^{ab}	11,88
V ₁ e P+N	10,66 ^a	11,13 ^a	11,69 ^{ab}	12,44
V ₁ +NP	10,43 ^a	10,96 ^a	11,22 ^{ab}	12,14
V ₂	10,14 ^a	10,66 ^a	11,29 ^{ab}	11,47
V ₂ e P+N	10,45 ^a	10,89 ^a	11,72 ^{ab}	12,30
V ₂ +NP	11,00 ^a	11,02 ^a	11,58 ^{ab}	12,15
V ₃	10,64 ^a	11,32 ^a	11,66 ^{ab}	12,29
V ₃ e P+N	10,65 ^a	10,95 ^a	11,46 ^{ab}	11,82
V ₃ +NP	10,82 ^a	11,48 ^a	12,07 ^b	11,87
V ₄	10,24 ^a	10,82 ^a	11,00 ^{ab}	11,81
V ₄ e P+N	10,66 ^a	11,37 ^a	11,19 ^{ab}	12,01
V ₄ +NP	10,91 ^a	11,28 ^a	11,62 ^{ab}	11,85
V ₅	10,24 ^a	10,75 ^a	11,14 ^{ab}	11,52
V ₅ e P+N	10,92 ^a	11,19 ^a	11,80 ^{ab}	11,83
V ₅ +NP	10,75 ^a	11,23 ^a	11,52 ^{ab}	11,59
Teste F	1,98*	1,97*	2,47*	1,53
dms (5%)***	0,93	0,88	1,05	1,21
CV (%)	2,86	2,60	3,00	3,29

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Tabela 24. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para Pureza Aparente, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd.

Tratamentos \ Épocas	Pureza aparente			
	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Testemunha	67,89	76,33	81,43	82,87 ^a
NPK ₁	67,55	76,02	80,42	82,30 ^a
NPK ₂	67,31	74,90	79,57	81,24 ^{ab}
V ₁	69,23	76,68	80,94	81,29 ^{ab}
V ₁ e P+N	67,67	76,24	80,80	80,03 ^{abcd}
V ₁ +NP	67,47	76,51	80,80	81,22 ^{ab}
V ₂	67,46	74,75	79,08	80,84 ^{abc}
V ₂ e P+N	66,99	76,98	81,56	80,54 ^{abcd}
V ₂ +NP	67,86	75,76	79,58	80,18 ^{abcd}
V ₃	68,18	75,39	82,13	80,76 ^{abc}
V ₃ e P+N	69,30	75,24	80,10	78,84 ^{bcd}
V ₃ +NP	65,98	76,10	79,95	80,12 ^{abcd}
V ₄	68,83	76,49	82,22	79,51 ^{abcd}
V ₄ e P+N	66,76	75,20	79,08	79,93 ^{abcd}
V ₄ +NP	70,14	76,14	80,20	77,71 ^{cd}
V ₅	68,72	75,83	82,09	78,85 ^{bcd}
V ₅ e P+N	69,42	75,73	80,02	77,28 ^d
V ₅ +NP	68,28	77,15	80,61	79,80 ^{abcd}
Teste F	0,78	1,66	1,77	4,93 ^{**}
dms (5%) ^{***}	6,38	2,82	4,00	3,44
CV (%)	3,04	1,21	1,61	1,39

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Tabela 25. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para cinzas % caldo, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd.

Épocas Tratamentos	Cinzas % caldo			
	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Testemunha	0,36 ^g	0,37 ^g	0,35 ^f	0,32 ^g
NPK ₁	0,38 ^{fg}	0,38 ^{fg}	0,34 ^f	0,38 ^{fg}
NPK ₂	0,39 ^{fg}	0,39 ^{fg}	0,36 ^{ef}	0,39 ^{efg}
V ₁	0,43 ^{efg}	0,42 ^{defg}	0,41 ^{def}	0,40 ^{efg}
V ₁ e P+N	0,48 ^{cg}	0,52 ^{bg}	0,49 ^{bd}	0,46 ^{df}
V ₁ +NP	0,46 ^{deg}	0,43 ^{cg}	0,43 ^{def}	0,38 ^{fg}
V ₂	0,53 ^{bcf}	0,51 ^{bc}	0,49 ^{bcd}	0,51 ^{bcd}
V ₂ e P+N	0,53 ^{bcf}	0,53 ^{bcf}	0,51 ^{bcd}	0,46 ^{df}
V ₂ +NP	0,49 ^{cg}	0,49 ^{bc}	0,48 ^{cde}	0,44 ^{df}
V ₃	0,62 ^{ac}	0,58 ^{abc}	0,58 ^{ac}	0,59 ^{abc}
V ₃ e P+N	0,61 ^{ad}	0,57 ^{abcd}	0,53 ^{bcd}	0,49 ^{cde}
V ₃ +NP	0,57 ^{ae}	0,55 ^{bce}	0,51 ^{bc}	0,50 ^{cd}
V ₄	0,60 ^a	0,58 ^{abc}	0,53 ^{bc}	0,61 ^{ab}
V ₄ e P+N	0,65 ^{ab}	0,63 ^{ab}	0,60 ^{abc}	0,61 ^{ab}
V ₄ +NP	0,62 ^{ac}	0,71 ^a	0,61 ^{ab}	0,64 ^a
V ₅	0,62 ^{ac}	0,63 ^{ab}	0,59 ^{abc}	0,64 ^a
V ₅ e P+N	0,60 ^a	0,63 ^{ab}	0,60 ^{abc}	0,61 ^{ab}
V ₅ +NP	0,70 ^a	0,59 ^{ab}	0,66 ^a	0,63 ^a
Teste F	13,46**	13,07**	17,96**	29,41**
dms (5%)***	0,15	0,15	0,12	0,10
CV (%)	8,91	8,95	7,69	6,72

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Tabela 26. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para teores de potássio no caldo (ppm), nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd.

Tratamentos	Teor de K no caldo (ppm)			
	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Testemunha	635 ^a	690 ^a	593 ^a	468 ^a
NPK ₁	746 ^a	732 ^{af}	579 ^a	732 ^{ah}
NPK ₂	787 ^a	774 ^{ae}	662 ^{ah}	774 ^{agh}
V ₁	926 ^{acf}	912 ^{adef}	871 ^{ag}	801 ^{afg}
V ₁ e P+N	1162 ^{adef}	1315 ^{cf}	1204 ^{cdefg}	1078 ^{egh}
V ₁ +NP	1079 ^{ae}	926 ^{adef}	940 ^{af}	746 ^{ah}
V ₂	1370 ^{acdef}	1259 ^{ac}	1190 ^{defg}	1273 ^{cef}
V ₂ e P+N	1370 ^{acdef}	1356 ^{ce}	1259 ^{cdefg}	1051 ^{fh}
V ₂ +NP	1176 ^{adef}	1204 ^{ac}	1148 ^{efgh}	967 ^{fh}
V ₃	1745 ^{bd}	1550 ^{bc}	1550 ^{be}	1592 ^{bcd}
V ₃ e P+N	1689 ^{be}	1536 ^{bc}	1342 ^{cdefg}	1204 ^{defg}
V ₃ +NP	1509 ^{bf}	1453 ^{cd}	1287 ^{cdefg}	1231 ^{def}
V ₄	1661 ^{be}	1564 ^{bc}	1370 ^{cedf}	1675 ^{bc}
V ₄ e P+N	1856 ^{bc}	1759 ^{bc}	1634 ^{be}	1689 ^{bc}
V ₄ +NP	1717 ^{bd}	2119 ^b	1689 ^{bc}	1800 ^b
V ₅	1744 ^{bd}	1787 ^{bc}	1620 ^{be}	1814 ^b
V ₅ e P+N	1648 ^{be}	1773 ^{bc}	1647 ^{bd}	1689 ^{bc}
V ₅ +NP	2050 ^b	1592 ^{bc}	1897 ^b	1772 ^b
Teste F	13,46**	13,06**	17,96**	29,39**
dms (5%)***	612	607	497	433
CV (%)	14,38	14,58	19,92	11,32

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

te, em relação ao obtido na presença de adubação mineral (NPK_1), o que de acordo com CESAR *et alii* (1978) é indesejável do ponto de vista industrial, tendo em vista a queda na eficiência da fabricação do açúcar. A Figura 9 permite observar o comportamento dos teores de cinzas % caldo e de potássio em função dos diferentes tratamentos, tendo-se constatado uma correlação significativa entre doses de vinhaça e cinzas % caldo ($r = 0,9672$) e potássio ($r = 0,9677$), por ocasião da colheita.

Os efeitos da aplicação da vinhaça, nos teores de cálcio e magnésio do caldo foram muito variáveis e inconstantes, tendo-se observado apenas uma tendência para a diminuição de ambos os elementos com a aplicação da vinhaça (Tabelas 27 e 28). Em setembro, por ocasião da colheita, o teor de cálcio no caldo diminuiu de 329 ppm com a adubação mineral (NPK_1) para 307 ppm na dose de $40 \text{ m}^3/\text{ha}$, 258 ppm na de $80 \text{ m}^3/\text{ha}$, 253 ppm na de $120 \text{ m}^3/\text{ha}$ e 239 ppm na dose de $160 \text{ m}^3/\text{ha}$, voltando a aumentar para 258 ppm na dose de $200 \text{ m}^3/\text{ha}$. Este comportamento foi verificado também nas épocas de julho e agosto. De modo geral, a complementação da vinhaça com N e P, provocou na maioria dos casos uma elevação do teor de Ca no caldo, principalmente nas maiores dosagens, o que não aconteceu com o magnésio.

O teor de fósforo inorgânico no caldo, por sua vez, apresentou uma tendência a aumentar com a aplicação de vinhaça em relação à adubação mineral em todas as épocas (Tabela 29), concordando assim com SERRA (1979), embora os dados obtidos não sejam suficientes para serem generalizados, devido à irregularidade dos mesmos, em função das doses de vinhaça aplicadas.

A aplicação de vinhaça, por outro lado, provocou uma diminuição do pH do caldo de cana em função das do

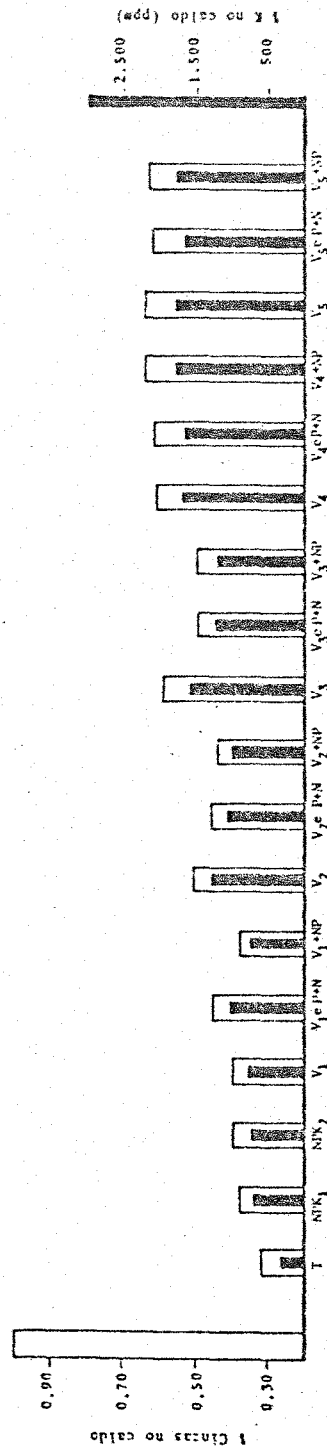


Figura 9. Teor de cinzas (t) e potássio no caldo (ppm) nos diferentes tratamentos, por ocasião da colheita, em solo LRD, variedade CB41-76.

Tabela 27. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para teores de cálcio no caldo (ppm), nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd.

Tratamentos	Teor de Ca no caldo (ppm)			
	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Testemunha	333	281 ^a	261 ^{ab}	283 ^{ab}
NPK ₁	347	369 ^a	255 ^{ab}	329 ^a
NPK ₂	333	317 ^{ab}	269 ^{ab}	288 ^{ab}
V ₁	295	300 ^{ab}	253 ^{ab}	307 ^{ab}
V ₁ e P+N	372	285 ^{ab}	250 ^{ab}	258 ^{ab}
V ₁ +NP	363	269 ^{ab}	242 ^{ab}	267 ^{ab}
V ₂	315	292 ^{ab}	236 ^{ab}	258 ^{ab}
V ₂ e P+N	317	283 ^{ab}	258 ^{ab}	280 ^{ab}
V ₂ +NP	298	258 ^b	280 ^{ab}	277 ^{ab}
V ₃	336	280 ^{ab}	226 ^b	253 ^{ab}
V ₃ e P+N	259	274 ^{ab}	228 ^{ab}	285 ^{ab}
V ₃ +NP	298	286 ^{ab}	334 ^a	263 ^{ab}
V ₄	317	250 ^b	212 ^b	239 ^{ab}
V ₄ e P+N	262	318 ^{ab}	307 ^{ab}	285 ^{ab}
V ₄ +NP	295	315 ^{ab}	291 ^{ab}	250 ^{ab}
V ₅	328	261 ^b	250 ^{ab}	258 ^{ab}
V ₅ e P+N	282	305 ^{ab}	307 ^{ab}	277 ^{ab}
V ₅ +NP	295	356 ^{ab}	269 ^{ab}	217 ^b
Teste F	1,18	2,55*	2,51*	1,95*
dms (5%)***	153	106	107	97
CV (%)	15,87	11,71	13,15	11,60

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Tabela 28. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para teores de magnésio no caldo (ppm), nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd.

Tratamentos	Teor de Mg no caldo (ppm)			
	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Testemunha	182 ^a	300 ^a	266	217
NPK ₁	179 ^{ab}	255 ^{abc}	248	233
NPK ₂	194 ^a	272 ^{ab}	245	241
V ₁	177 ^{ab}	220 ^{abc}	230	228
V ₁ e P+N	116 ^{ab}	217 ^{bc}	232	238
V ₁ +NP	116 ^{ab}	225 ^{abc}	240	217
V ₂	156 ^{ab}	228 ^{abc}	290	230
V ₂ e P+N	148 ^{ab}	215 ^{bc}	240	230
V ₂ +NP	167 ^{ab}	233 ^{abc}	232	211
V ₃	116 ^{ab}	184 ^c	220	232
V ₃ e P+N	189 ^{ab}	210 ^{bc}	232	207
V ₃ +NP	182 ^{ab}	240 ^{abc}	242	223
V ₄	108 ^b	209 ^{bc}	268	225
V ₄ e P+N	187 ^{ab}	194 ^{bc}	254	215
V ₄ +NP	192 ^{ab}	189 ^c	228	223
V ₅	151 ^{ab}	228 ^{abc}	261	194
V ₅ e P+N	185 ^{ab}	215 ^{bc}	210	237
V ₅ +NP	115 ^{ab}	230 ^{abc}	227	214
Teste F	3,87**	3,35**	0,80	1,17
dms (5%)***	85	80	117	60
CV (%)	17,35	11,54	15,65	8,69

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Tabela 29. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para fósforo inorgânico no caldo (ppm), nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd.

Tratamentos \ Épocas	Teor de fósforo no caldo (ppm P ₂ O ₅)			
	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Testemunha	92 ^{ab}	102 ^a	132 ^a	132 ^a
NPK ₁	50 ^b	71 ^b	85 ^a	100 ^a
NPK ₂	66 ^{ab}	75 ^{ab}	86 ^a	107 ^a
V ₁	98 ^a	85 ^{ab}	112 ^a	98 ^a
V ₁ e P+N	94 ^a	91 ^{ab}	122 ^a	132 ^a
V ₁ +NP	88 ^{ab}	97 ^{ab}	114 ^a	117 ^a
V ₂	78 ^{ab}	84 ^{ab}	103 ^a	112 ^a
V ₂ e P+N	96 ^a	93 ^{ab}	113 ^a	107 ^a
V ₂ +NP	82 ^{ab}	84 ^{ab}	93 ^a	89 ^a
V ₃	81 ^{ab}	81 ^{ab}	97 ^a	112 ^a
V ₃ e P+N	87 ^{ab}	84 ^{ab}	104 ^a	97 ^a
V ₃ +NP	80 ^{ab}	79 ^{ab}	97 ^a	94 ^a
V ₄	83 ^{ab}	86 ^{ab}	110 ^a	132 ^a
V ₄ e P+N	89 ^{ab}	90 ^{ab}	101 ^a	115 ^a
V ₄ +NP	75 ^{ab}	75 ^{ab}	98 ^a	112 ^a
V ₅	70 ^{ab}	89 ^{ab}	131 ^a	115 ^a
V ₅ e P+N	77 ^{ab}	84 ^{ab}	99 ^a	109 ^a
V ₅ +NP	78 ^{ab}	86 ^{ab}	94 ^a	92 ^a
Teste F	2,30*	2,38*	2,00*	2,08*
dms (5%)***	43	27	51	49
CV (%)	16,97	10,34	15,74	14,56

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

sagens aplicadas (Tabela 30), não chegando entretanto a constituir um aspecto negativo para a qualidade da matéria-prima.

4.4.2 Solo LVa, variedade NA56-79

Nas Tabelas 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40 e 41 encontram-se os valores médios, os resultados do teste F e a interpretação do teste de Tukey (5%), para os teores de Brix, pol, Açúcares Redutores, Açúcares Totais e fibra por cento de cana, pureza aparente, Cinzas % Caldo, potássio, cálcio, magnésio, fósforo inorgânico e pH do caldo, respectivamente.

Analisando-se os dados obtidos nas Tabelas 31, 32, 34 e 36, verifica-se que a aplicação de vinhaça provocou uma diminuição nos teores de Brix, pol, Açúcares Totais % cana e pureza, diretamente proporcional à dosagem aplicada, o que vem de encontro à maioria das informações existentes na literatura específica (STUPIELLO *et alii* - 1977).

Considerando-se as dosagens de 40 e 80 m³ de vinhaça/ha, complementadas com NP na vinhaça (V₁ e V₂ + NP), e 120 m³/ha, também complementada com N e P (V₃ e V₃ e P + N) que apresentaram os melhores comportamentos em termos de produtividade de colmos de cana-de-açúcar (Tabela 12), verifica-se um decréscimo na pol % cana em relação à adubação mineral (NPK₁) por ocasião da colheita, da ordem de 3,2%, 4,3%, 7,9% e 5,8% respectivamente, denotando assim que a elevação da produtividade se deu em detrimento da pol % cana. Este decréscimo chegou a 7,9% na dose de 160 m³/ha e 12,0% na de 200 m³/ha, bastante significativos do ponto de vista industrial e superiores àqueles observados para o solo LRd, variedade CB41-76. De modo geral, a curva

Tabela 30. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para pH do caldo, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LRd.

Tratamentos \ Épocas	pH do caldo			
	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Testemunha	5,31 ^a	5,30 ^{ab}	5,54 ^a	5,41 ^{abc}
NPK ₁	5,33 ^a	5,35 ^a	5,53 ^a	5,50 ^a
NPK ₂	5,38 ^a	5,35 ^a	5,48 ^{ab}	5,45 ^{ab}
V ₁	5,37 ^a	5,34 ^a	5,41 ^b	5,46 ^{abc}
V ₁ e P+N	5,29 ^a	5,30 ^{ab}	5,30 ^c	5,37 ^{abc}
V ₁ +NP	5,38 ^a	5,31 ^a	5,37 ^{bc}	5,43 ^{abc}
V ₂	5,36 ^a	5,33 ^a	5,38 ^{bc}	5,35 ^{abc}
V ₂ e P+N	5,36 ^a	5,31 ^a	5,38 ^{bc}	5,42 ^{abc}
V ₂ +NP	5,38 ^a	5,31 ^a	5,36 ^{bc}	5,45 ^{ab}
V ₃	5,34 ^a	5,30 ^{ab}	5,34 ^{bc}	5,33 ^{bc}
V ₃ e P+N	5,36 ^a	5,29 ^{ab}	5,39 ^{bc}	5,29 ^{bc}
V ₃ +NP	5,37 ^a	5,32 ^a	5,39 ^{bc}	5,31 ^{bc}
V ₄	5,33 ^a	5,29 ^{ab}	5,37 ^{bc}	5,33 ^{bc}
V ₄ e P+N	5,35 ^a	5,22 ^b	5,35 ^{bc}	5,31 ^{bc}
V ₄ +NP	5,37 ^d	5,27 ^{ab}	5,34 ^{bc}	5,28 ^c
V ₅	5,32 ^a	5,32 ^a	5,36 ^{bc}	5,28 ^c
V ₅ e P+N	5,34 ^a	5,27 ^{ab}	5,34 ^{bc}	5,28 ^c
V ₅ +NP	5,34 ^a	5,28 ^{ab}	5,33 ^{bc}	5,29 ^{bc}
Teste F	2,52*	4,11*	11,69**	5,88**
dms (5%)***	0,09	0,08	0,10	0,16
CV (%)	0,53	0,50	0,61	0,97

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Tabela 31. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey, para Brix % cana, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa.

Tratamentos \ Épocas	Brix % cana			
	Maio	Junho	Julho	Agosto
Testemunha	14,85 ^b	15,24	15,89 ^{ab}	16,83 ^{ab}
NPK ₁	14,74 ^b	14,97	15,87 ^{ab}	16,78 ^{ab}
NPK ₂	14,55 ^b	15,20	15,94 ^{ab}	15,92 ^{ab}
V ₁	14,67 ^b	15,31	15,79 ^{ab}	17,21 ^b
V ₁ e P+N	14,38 ^b	14,91	15,62 ^{ab}	16,42 ^{ab}
V ₁ +NP	14,20 ^{ab}	14,95	15,96 ^{ab}	16,58 ^{ab}
V ₂	13,86 ^{ab}	14,67	15,75 ^{ab}	16,33 ^{ab}
V ₂ e P+N	14,19 ^{ab}	14,80	15,67 ^{ab}	15,87 ^{ab}
V ₂ +NP	14,61 ^b	15,15	16,03 ^b	16,39 ^{ab}
V ₃	13,43 ^a	14,56	15,10 ^{ab}	15,60 ^{ab}
V ₃ e P+N	13,80 ^{ab}	14,93	14,99 ^{ab}	16,25 ^{ab}
V ₃ +NP	14,63 ^b	14,83	15,69 ^{ab}	15,90 ^{ab}
V ₄	12,91 ^a	14,54	15,30 ^{ab}	15,77 ^{ab}
V ₄ e P+N	14,06 ^{ab}	14,91	15,32 ^{ab}	15,67 ^{ab}
V ₄ +NP	13,87 ^{ab}	14,81	15,71 ^{ab}	15,97 ^{ab}
V ₅	13,47 ^{ab}	14,22	15,11 ^{ab}	15,21 ^a
V ₅ e P+N	13,61 ^{ab}	14,61	14,93 ^a	15,90 ^{ab}
V ₅ +NP	13,78 ^{ab}	14,39	15,30 ^{ab}	15,47 ^{ab}
Teste F	2,97*	1,64	3,10*	2,96*
dms (5%)***	1,41	1,23	1,09	1,62
CV (%)	3,24	2,70	2,28	3,26

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Tabela 32. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey, para pol % cana, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa.

Tratamentos	Pol % cana			
	Maio	Junho	Julho	Agosto
Testemunha	10,77	11,94 ^a	13,00 ^a	14,02 ^{ac}
NPK1	10,74	11,49 ^a	13,01 ^a	13,88 ^{ab}
NPK2	10,66	12,02 ^a	12,98 ^a	13,02 ^{ab}
V1	10,63	11,91 ^a	12,65 ^a	14,35 ^{ac}
V1 e P+N	10,40	11,39 ^a	12,56 ^a	13,50 ^{ab}
V1+NP	10,05	11,44 ^a	12,81 ^a	13,44 ^{ab}
V2	10,09	11,16 ^a	12,55 ^a	13,38 ^{ab}
V2 e P+N	10,38	11,20 ^a	12,65 ^a	13,28 ^{ab}
V2+NP	10,71	11,68 ^a	12,80 ^a	13,29 ^{ab}
V3	9,49	10,98 ^a	11,89 ^a	12,78 ^{ab}
V3 e P+N	9,62	11,39 ^a	11,89 ^a	13,08 ^{ab}
V3+NP	10,72	11,47 ^a	12,46 ^a	12,71 ^{ab}
V4	10,03	10,91 ^a	12,17 ^a	12,79 ^{ab}
V4 e P+N	10,14	11,32 ^a	12,28 ^a	12,44 ^{bc}
V4+NP	10,23	11,34 ^a	12,75 ^a	12,84 ^{ab}
V5	9,99	10,92 ^a	11,72 ^a	12,22 ^b
V5 e P+N	9,67	11,10 ^a	11,67 ^a	12,82 ^{ab}
V5+NP	10,02	10,97 ^a	12,07 ^a	12,27 ^b
Teste F	1,82	2,55*	3,04**	3,43**
dms (5%)***	1,62	1,16	1,36	1,69
CV (%)	5,13	3,32	3,54	4,18

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

de maturação não foi deslocada com a aplicação de vinhaça, concordando assim com STUPIELLO *et alii* (1977).

Os efeitos da complementação mineral da vinhaça foram observados praticamente na dose de $40 \text{ m}^3/\text{ha}$ com um decréscimo de 6,3% na pol % cana por ocasião da colheita, ocasionado pelo aumento de aproximadamente 25% na produtividade de cana-de-açúcar.

Em virtude da maior diminuição da pol % cana, em relação ao Brix, a pureza da cana decresceu com a aplicação de doses crescentes de vinhaça, sendo este decréscimo mais pronunciado nas doses mais elevadas (Tabela 36).

Com relação ao teor de açúcares redutores na cana, observou-se um comportamento semelhante àquele constatado em solo LRd, ou seja, um decréscimo proporcional a dose de vinhaça aplicada, principalmente no início do período de maturação (maio), tendendo os valores a se igualarem na época da colheita da cana (agosto), conforme mostra a Tabela 33. Para o tratamento $V_1 + NP$, observou-se uma elevação do teor de açúcares redutores da ordem de 16,4% e para os tratamentos $V_2 + NP$, V_3 e $V_3 + P + N$, uma diminuição nos teores de 16,4%, 9,8% e 14,8%, respectivamente.

Analisando-se os dados de produtividade de colmos de cana-de-açúcar, infere-se que a diminuição da pol e dos açúcares redutores % cana ocorreu, de modo geral, em decorrência da maior produção de massa verde.

Em maio, o teor de açúcares redutores diminuiu de 1,86% na dose de $40 \text{ m}^3/\text{ha}$ para 1,59% na de $200 \text{ m}^3/\text{ha}$, enquanto que por ocasião da colheita estes valores variaram de 0,54% a 0,58%, respectivamente (Tabela 33), indicando com isto uma maior uniformidade nos dados obtidos nos diferentes tratamentos.

Tabela 33. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey, para Açúcares redutores % cana, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa..

Tratamentos \ Épocas	Açúcares redutores % cana			
	Maio	Junho	Julho	Agosto
Testemunha	1,86 ^a	0,92 ^{ab}	0,78 ^{ab}	0,58
NPK ₁	1,86 ^a	0,99 ^{ab}	0,74 ^{ab}	0,61
NPK ₂	1,81 ^a	0,85 ^{ab}	0,70 ^{ab}	0,61
V ₁	1,86 ^a	0,91 ^{ab}	0,86 ^a	0,54
V ₁ e P+N	1,73 ^a	1,02 ^a	0,77 ^{ab}	0,60
V ₁ +NP	1,72 ^a	0,97 ^{ab}	0,79 ^{ab}	0,71
V ₂	1,79 ^a	0,94 ^{ab}	0,75 ^{ab}	0,54
V ₂ e P+N	1,74 ^a	0,87 ^{ab}	0,68 ^{ab}	0,60
V ₂ +NP	1,56 ^a	0,79 ^{ab}	0,66 ^{ab}	0,51
V ₃	1,83 ^a	0,96 ^{ab}	0,77 ^{ab}	0,55
V ₃ e P+N	1,66 ^a	0,83 ^{ab}	0,64 ^{ab}	0,52
V ₃ +NP	1,48 ^a	0,77 ^{ab}	0,61 ^{ab}	0,53
V ₄	1,66 ^a	0,95 ^{ab}	0,62 ^{ab}	0,60
V ₄ e P+N	1,63 ^a	0,84 ^{ab}	0,62 ^{ab}	0,60
V ₄ +NP	1,41 ^a	0,70 ^b	0,52 ^b	0,60
V ₅	1,59 ^a	0,80 ^{ab}	0,64 ^{ab}	0,58
V ₅ e P+N	1,69 ^a	0,79 ^{ab}	0,65 ^{ab}	0,51
V ₅ +NP	1,42 ^a	0,73 ^{ab}	0,53 ^b	0,61
Teste F	2,80**	3,04**	3,15**	0,84
dms (5%)***	0,47	0,29	0,27	0,29
CV (%)	9,00	10,66	12,97	16,42

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

O teor de açúcares totais % cana também foi influenciado pela aplicação de vinhaça, como no caso da pol % cana, na razão inversa das dosagens aplicadas, em todas as épocas estudadas (Tabela 34), o que pode ser melhor visualizado através da Figura 10. Considerando-se os valores médios obtidos por ocasião da colheita, em agosto, nos tratamentos que apresentaram um bom comportamento e viáveis tecnicamente ($V_1 + NP$, $V_2 + NP$, V_3 e $V_3 + P + N$), verifica-se decréscimos da ordem de 2,4%, 4,7%, 8,0% e 6,2%, respectivamente, em relação à adubação mineral (NPK_1) decréscimos estes superiores àqueles encontrados para pol % cana. Nas doses de 160 e 200 m³/ha, a diminuição do teor de açúcares totais % cana foi de 7,7% e 11,8% respectivamente, denotando também o efeito negativo de elevadas dosagens de vinhaça na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar.

O comportamento de diferentes tratamentos, para açúcares totais, pol e açúcares redutores % cana, em solo LVa, é evidenciado na Figura 11.

Também no caso da variedade NA56-79; o teor de fibra não foi afetado de forma a comprometer a qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima industrial, embora houvesse uma tendência de diminuição deste elemento em função do aumento das doses de vinhaça (Tabela 35), o que pode ser explicado pelo maior desenvolvimento da cana-de-açúcar e conseqüente aumento da umidade.

Os teores de cinzas % caldo e potássio (ppm) no caldo foram afetados de forma significativa pela aplicação de vinhaça, com valores médios crescentes de acordo com o aumento da dose de vinhaça (Tabelas 37 e 38), indicando uma correlação significativa entre doses de vinhaça e teor de cinzas % caldo ($r = 0,9805$) e potássio ($r = 0,9790$), por ocasião da colheita.

Tabela 34. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para açúcares totais % cana, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa.

Épocas Tratamentos	Açúcares totais % cana			
	Maio	Junho	Julho	Agosto
Testemunha	13,20 ^a	13,49 ^a	14,47 ^a	15,34 ^{ac}
NPK ₁	13,17 ^a	13,08 ^{ab}	14,44 ^a	15,23 ^{ac}
NPK ₂	13,03 ^a	13,50 ^a	14,36 ^a	14,31 ^{ab}
V ₁	13,05 ^a	13,46 ^a	14,17 ^{ab}	15,64 ^{ac}
V ₁ e P+N	12,68 ^a	13,01 ^{ab}	13,99 ^{ab}	14,81 ^{ab}
V ₁ +NP	12,30 ^a	13,01 ^{ab}	14,27 ^{ab}	14,86 ^{ab}
V ₂	12,41 ^a	12,69 ^{ab}	13,96 ^{ab}	14,62 ^{ab}
V ₂ e P+N	12,66 ^a	12,66 ^{ab}	14,00 ^{ab}	14,57 ^{ab}
V ₂ +NP	12,84 ^a	13,09 ^{ab}	14,14 ^{ab}	14,51 ^{ab}
V ₃	11,82 ^a	12,52 ^{ab}	13,28 ^{ab}	14,01 ^{ab}
V ₃ e P+N	11,79 ^a	12,82 ^{ab}	13,16 ^{ab}	14,28 ^{ab}
V ₃ +NP	12,77 ^a	12,85 ^{ab}	13,73 ^{ab}	13,90 ^{bc}
V ₄	12,21 ^a	12,43 ^{ab}	13,44 ^{ab}	14,06 ^{ab}
V ₄ e P+N	12,31 ^a	12,75 ^{ab}	13,55 ^{ab}	13,70 ^{bc}
V ₄ +NP	12,18 ^a	12,64 ^{ab}	13,60 ^{ab}	14,11 ^{ab}
V ₅	12,11 ^a	12,30 ^b	12,98 ^b	13,44 ^b
V ₅ e P+N	11,87 ^a	12,48 ^{ab}	12,93 ^b	14,01 ^{ab}
V ₅ +NP	11,96 ^a	12,27 ^b	13,24 ^a	13,52 ^b
Teste F	2,66**	3,43**	3,92**	3,80**
dms (5%)***	1,55	1,12	1,37	1,70
CV (%)	4,04	2,82	3,23	3,83

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Tabela 35. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para fibra % cana, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa.

Tratamentos \ Épocas	Fibra % cana			
	Maio	Junho	Julho	Agosto
Testemunha	10,52	11,01 ^a	11,21	11,79
NPK ₁	10,36	11,08 ^a	10,93	11,06
NPK ₂	10,15	10,97 ^a	10,89	11,24
V ₁	10,41	10,69 ^a	11,03	11,43
V ₁ e P+N	10,53	10,78 ^a	11,00	11,59
V ₁ +NP	10,42	10,49 ^a	10,13	11,15
V ₂	10,02	10,38 ^a	10,56	11,09
V ₂ e P+N	10,41	11,02 ^a	10,92	11,67
V ₂ +NP	10,26	10,37 ^a	10,92	11,34
V ₃	9,97	10,50 ^a	10,85	11,11
V ₃ e P+N	10,04	10,29 ^a	10,80	11,06
V ₃ +NP	10,13	10,75 ^a	11,11	11,18
V ₄	9,76	10,34 ^a	10,76	11,50
V ₄ e P+N	9,92	10,08 ^a	10,66	11,83
V ₄ +NP	10,13	10,28 ^a	10,87	11,15
V ₅	10,22	10,15 ^a	10,67	11,17
V ₅ e P+N	10,10	10,55 ^a	10,97	11,35
V ₅ +NP	10,30	10,61 ^a	11,16	11,58
Teste F	1,44	2,26*	1,64	0,72
dms (5%)*	0,96	1,10	1,04	1,61
CV (%)	3,05	3,37	3,10	4,61

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Tabela 36. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey, para pureza aparente % cana, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa.

Tratamentos	Pureza aparente % cana			
	Maio	Junho	Julho	Agosto
Testemunha	72,56	78,38 ^{ab}	81,76 ^a	83,26 ^a
NPK ₁	72,94	76,79 ^{ab}	81,98 ^a	82,75 ^{abc}
NPK ₂	73,21	79,09 ^a	81,41 ^{ab}	81,73 ^{abc}
V ₁	72,52	77,80 ^{ab}	80,04 ^{ab}	83,40 ^a
V ₁ e P+N	72,20	76,36 ^{ab}	80,41 ^{ab}	82,29 ^{abc}
V ₁ +NP	70,84	76,54 ^{ab}	80,27 ^{ab}	81,11 ^{abc}
V ₂	72,80	76,05 ^{ab}	79,61 ^{ab}	81,90 ^{abc}
V ₂ e P+N	73,13	75,71 ^{bc}	80,69 ^{ab}	83,16 ^{ab}
V ₂ +NP	73,28	77,21 ^{ab}	79,91 ^{ab}	81,05 ^{abc}
V ₃	70,65	75,34 ^{bc}	78,74 ^{ab}	81,92 ^{abc}
V ₃ e P+N	69,70	76,33 ^{ab}	79,32 ^{ab}	80,49 ^{abc}
V ₃ +NP	73,22	77,35 ^{ab}	79,41 ^{ab}	79,89 ^{abc}
V ₄	72,12	75,03 ^b	79,58 ^{ab}	82,83 ^{abc}
V ₄ e P+N	72,17	75,92 ^{bc}	80,15 ^{ab}	79,42 ^{bc}
V ₄ +NP	73,75	76,54 ^{ab}	81,14 ^{ab}	80,37 ^{abc}
V ₅	74,19	76,80 ^{ab}	77,56 ^b	80,32 ^{abc}
V ₅ e P+N	71,11	75,99 ^b	78,17 ^{ab}	80,62 ^{abc}
V ₅ +NP	72,69	76,18 ^{ab}	78,85 ^{ab}	79,31 ^e
Teste F	1,03	3,17**	2,32*	3,62**
dms (5%)***	6,11	3,08	4,19	3,75
CV (%)	2,74	1,30	1,70	1,49

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Tabela 37. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey, para cinzas % caldo, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa.

Tratamentos	Cinzas % caldo			
	maio	junho	julho	agosto
Testemunha	0,36 ^a	0,42 ^a	0,41 ^a	0,38 ^a
NPK ₁	0,46 ^{af}	0,49 ^{ae}	0,46 ^{ah}	0,46 ^{ag}
NPK ₂	0,54 ^{ef}	0,50 ^{ae}	0,51 ^{afgh}	0,63 ^{cdfg}
V ₁	0,49 ^{af}	0,49 ^{ae}	0,48 ^{agh}	0,47 ^{afg}
V ₁ e P+N	0,52 ^{ef}	0,49 ^{ae}	0,53 ^{afgh}	0,51 ^{ae fg}
V ₁ +NP	0,58 ^{cdef}	0,57 ^{acde}	0,55 ^{ae fgh}	0,68 ^{bcde}
V ₂	0,63 ^{cde}	0,60 ^{ce}	0,61 ^{cdefg}	0,60 ^{cdefg}
V ₂ e P+N	0,56 ^{def}	0,57 ^{acde}	0,54 ^{afgh}	0,56 ^{adefg}
V ₂ +NP	0,63 ^{cde}	0,66 ^{bc}	0,59 ^{degh}	0,67 ^{bcde}
V ₃	0,70 ^{bc}	0,68 ^{bc}	0,71 ^{bcd}	0,66 ^{bcdef}
V ₃ e P+N	0,68 ^{bcd}	0,67 ^{bc}	0,65 ^{cdef}	0,70 ^{bcde}
V ₃ +NP	0,70 ^{bc}	0,72 ^{bcd}	0,68 ^{bcde}	0,76 ^{bc}
V ₄	0,73 ^{bc}	0,73 ^{bc}	0,73 ^{bcd}	0,70 ^{bcde}
V ₄ e P+N	0,70 ^{bc}	0,73 ^{bc}	0,69 ^{bcde}	0,72 ^{bcd}
V ₄ +NP	0,81 ^b	0,79 ^b	0,76 ^{bc}	0,68 ^{bcde}
V ₅	0,78 ^b	0,79 ^{bc}	0,81 ^b	0,76 ^{bc}
V ₅ e P+N	0,73 ^{bc}	0,73 ^{bc}	0,74 ^{bc}	0,76 ^{bc}
V ₅ +NP	0,77 ^b	0,80 ^b	0,78 ^{bc}	0,79 ^b
Teste F**	27,42**	18,12**	20,72**	11,15**
dms (5%)***	0,13	0,15	0,14	0,19
CV (%)	6,49	7,81	7,45	9,60

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Tabela 38. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey, para potássio (ppm), nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa.

Tratamentos	Teor de potássio no caldo (ppm)			
	Maio	Junho	Julho	Agosto
Testemunha	687 ^a	909 ^a	867 ^a	743 ^a
NPK ₁	1089 ^{ab}	1214 ^{ab}	1089 ^{ab}	1103 ^{ab}
NPK ₂	1408 ^{bc}	1270 ^{ab}	1311 ^{abcd}	1783 ^{bcd}
V ₁	1200 ^{ab}	1214 ^{ab}	1159 ^{abc}	1145 ^{abcd}
V ₁ e P+N	1338 ^{bc}	1214 ^{ab}	1367 ^{abcd}	1297 ^{abcd}
V ₁ +NP	1589 ^{bcde}	1547 ^{bc}	1464 ^{bcdef}	2005 ^d
V ₂	1797 ^{cdef}	1658 ^{bcde}	1728 ^{cdefgh}	1686 ^{bcdef}
V ₂ e P+N	1506 ^{bcd}	1547 ^{bc}	1436 ^{abcdef}	1505 ^{abcde}
V ₂ +NP	1797 ^{cdef}	1936 ^{cdef}	1616 ^{bcdefg}	1949 ^{def}
V ₃	2074 ^{efgh}	2005 ^{cdef}	2144 ^{ghi}	1922 ^{cdef}
V ₃ e P+N	2005 ^{defg}	1963 ^{cdef}	1894 ^{defghi}	2102 ^{ef}
V ₃ +NP	2074 ^{efgh}	2157 ^{cdef}	1991 ^{efghij}	2352 ^f
V ₄	2227 ^{fgh}	2213 ^{def}	2227 ^{hij}	2102 ^{ef}
V ₄ e P+N	2074 ^{efgh}	2213 ^{def}	2060 ^{fghij}	2185 ^{ef}
V ₄ +NP	2559 ^h	2448 ^f	2352 ^{ij}	1991 ^{def}
V ₅	2407 ^{gh}	2476 ^f	2560 ^j	2338 ^f
V ₅ e P+N	2227 ^{fgh}	2227 ^{ef}	2268 ^{hij}	2324 ^f
V ₅ +NP	2379 ^{gh}	2518 ^f	2435 ^{ij}	2462 ^f
Teste F**	27,43**	18,12**	20,73**	11,16**
dms (5%)***	524	636	596	786
CV (%)	9,45	11,36	10,90	13,93

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Maio Junho Julho Agosto

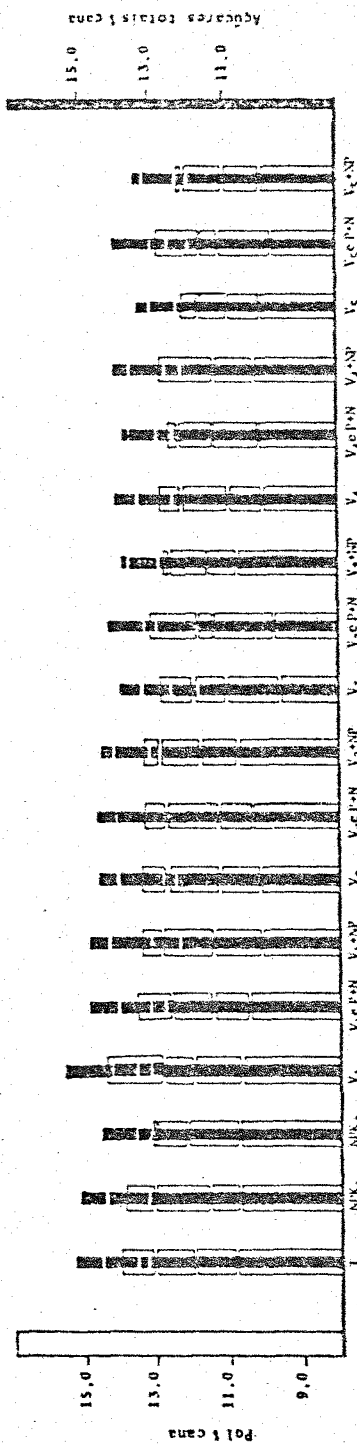


Figura 10. Pol % cana e Açúcares totais % cana, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa, variedade MASU-79.

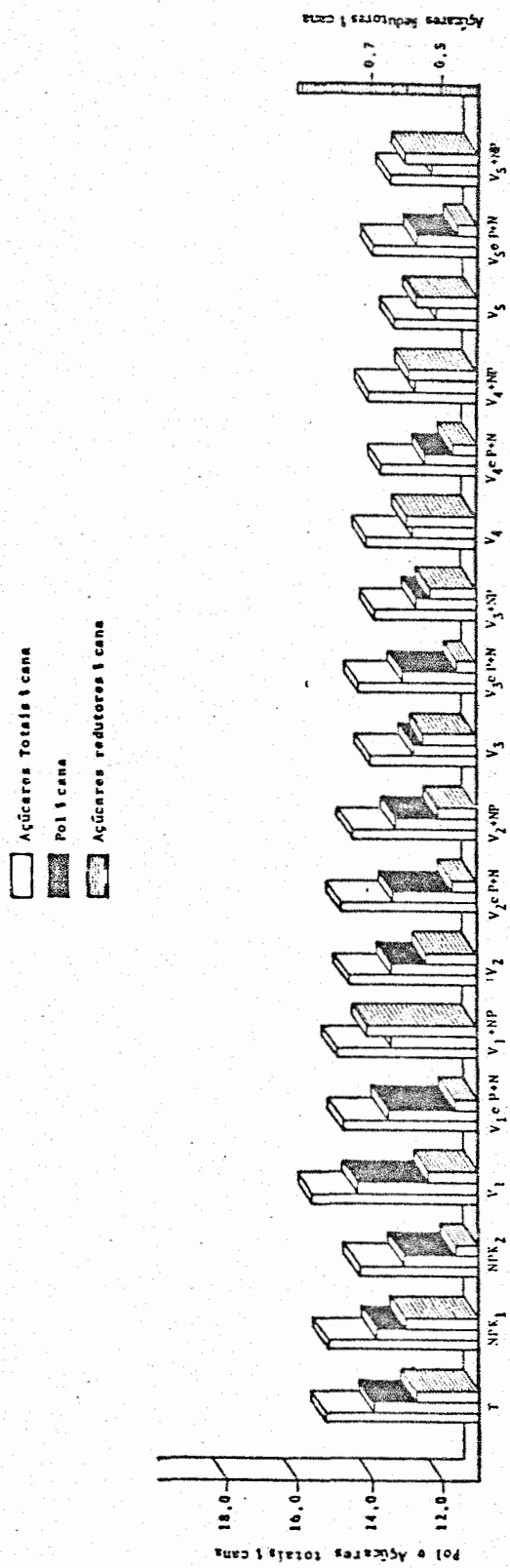


Figura 11. Açúcares totais, Pol e Açúcares redutores 1 cana nos diferentes tratamentos, por ocasião da colheita, em solo I.Va. varia de 1956-79.

Analisando-se os dados obtidos em agosto, por ocasião da colheita, verifica-se acréscimos de 30,4%, 43,5%, 52,2% e 65,2% respectivamente nas doses de 80, 120, 160 e 200 m³ de vinhaça/ha no teor de cinzas % caldo e de 52,9%, 74,3%, 90,6% e 112,0% respectivamente no teor de potássio no caldo em relação à adubação mineral (NPK₁) o que é bastante significativo do ponto de vista industrial e poderia resultar em problemas na fabricação do açúcar conforme CESAR *et alii* (1978). Considerando-se os tratamentos V₁ + NP, V₂ + NP, V₃ e V₃ e P + N, mais viáveis do ponto de vista de produtividade de colmos de cana-de-açúcar, os aumentos foram de 47,8%, 45,6%, 43,5% e 52,2% nas cinzas % caldo e de 81,8%, 76,7%, 74,3% e 90,6% no teor de potássio no caldo respectivamente. Tanto o teor de cinzas como de potássio no caldo, estão estreitamente relacionados com o teor de potássio aplicado através da vinhaça, como mostra a Figura 12.

A aplicação de vinhaça refletiu nos teores de cálcio e magnésio do caldo em solo LVa, provocando uma diminuição destes elementos em função da dosagem aplicada, efeito este mais evidenciado para o cálcio em todas as épocas estudadas (Tabelas 39 e 40). Tomando-se como base os valores médios obtidos na colheita (agosto), verifica-se decréscimos no teor de cálcio nas doses a partir de 80 m³/ha, quantificadas e, 16,2%, 26,8%, 30,2% e 43,0% respectivamente nas doses de 80, 120, 160 e 200 m³/ha (Tabela 39), em relação à adubação normal da usina (NPK₁).

De modo geral, observa-se uma tendência de aumento do teor de cálcio no caldo com a complementação de vinhaça, apenas nas doses mais elevadas (160 e 200 m³/ha) sendo que nas doses de 40, 80 e 120 m³, a complementação da vinhaça provocou uma maior diminuição no teor deste elemento, caracterizados por 37,3% na dose de 40 m³/ha (V₁ + NP), 9,6% na de 80 m³/ha (V₂ + NP) e 1,7% na dose de 120 m³/ha

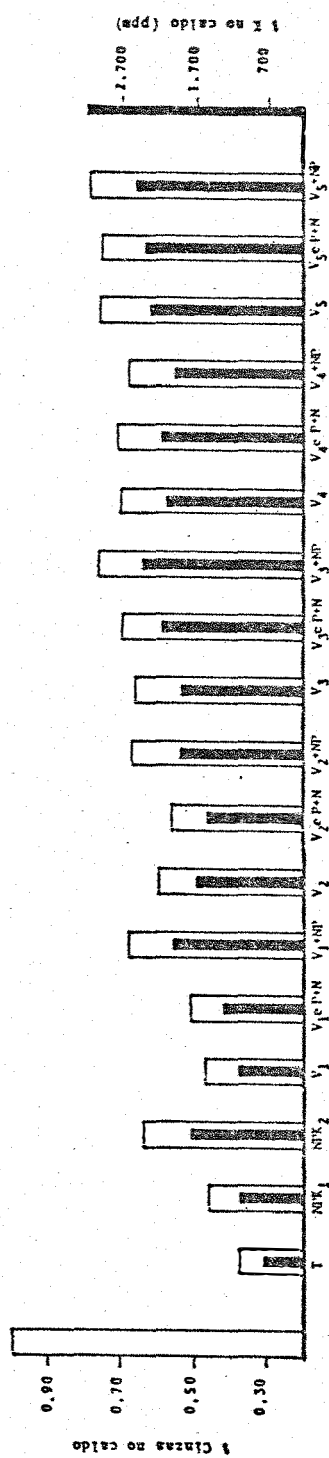


Figura 12. Teor de cinzas (A) e potássio no caldo (ppm), nos diferentes tratamentos, por ocasião da colheita, em solo Lya, variedade MASO-79.

Tabela 39. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para Cálcio (ppm), nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa.

Tratamentos \ Épocas	Teor de cálcio no caldo (ppm)			
	Maio	Junho	Julho	Agosto
Testemunha	360 ^a	240	268 ^{ab}	273 ^{ab}
NPK ₁	341 ^{ab}	248	273 ^{ab}	235 ^{abc}
NPK ₂	268 ^{abcde}	284	270 ^{ab}	197 ^{cde}
V ₁	325 ^{abe}	227	298 ^{ab}	279 ^a
V ₁ e P+N	246 ^{bcde}	268	159 ^b	178 ^{cde}
V ₁ +NP	235 ^{cde}	271	172 ^b	175 ^{cde}
V ₂	246 ^{bcde}	202	213 ^{ab}	197 ^{cde}
V ₂ e P+N	260 ^{abcde}	257	194 ^b	172 ^{cde}
V ₂ +NP	240 ^{bcde}	262	216 ^{ab}	178 ^{cde}
V ₃	175 ^{de}	208	300 ^{ab}	172 ^{cde}
V ₃ e P+N	276 ^{abcd}	216	276 ^{ab}	169 ^{de}
V ₃ +NP	252 ^{bcde}	254	200 ^{ab}	151 ^{de}
V ₄	167 ^e	186	355 ^a	164 ^{de}
V ₄ e P+N	254 ^{bcde}	224	186 ^b	186 ^{cde}
V ₄ +NP	251 ^{bcde}	257	200 ^{ab}	180 ^{cde}
V ₅	175 ^d	194	194 ^b	134 ^e
V ₅ e P+N	298 ^{abc}	251	232 ^{ab}	202 ^{cd}
V ₅ +NP	260 ^{abcde}	197	197 ^b	210 ^{bcd}
Teste F	7,29**	1,79	3,30**	9,66**
dms (5%)***	104	119	157	65
CV (%)	13,17	16,42	21,80	11,03

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Tabela 40. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para magnésio (ppm) nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa.

Tratamentos \ Épocas	Teor de magnésio no caldo (ppm)			
	Maio	Junho	Julho	Agosto
Testemunha	202 ^a	293 ^a	239 ^{ab}	274 ^{ab}
NPK ₁	187 ^{ab}	288 ^a	246 ^{ab}	290 ^{ab}
NPK ₂	144 ^{abcd}	277 ^{ab}	209 ^{ab}	246 ^{ab}
V ₁	159 ^{abcd}	241 ^{ab}	213 ^{ab}	244 ^{ab}
V ₁ e P+N	149 ^{abcd}	188 ^{ab}	239 ^{ab}	298 ^a
V ₁ +NP	175 ^{abc}	180 ^{ab}	247 ^{ab}	251 ^{ab}
V ₂	157 ^{abcd}	212 ^{ab}	216 ^{ab}	228 ^{ab}
V ₂ e P+N	161 ^{abcd}	201 ^{ab}	226 ^{ab}	265 ^{ab}
V ₂ +NP	187 ^{ab}	184 ^{ab}	247 ^{ab}	254 ^{ab}
V ₃	172 ^{abc}	174 ^{ab}	154 ^{ab}	213 ^{ab}
V ₃ e P+N	125 ^{cd}	182 ^{ab}	154 ^{ab}	254 ^{ab}
V ₃ +NP	172 ^{abc}	174 ^{ab}	262 ^a	229 ^{ab}
V ₄	172 ^{abc}	175 ^{ab}	112 ^b	218 ^{ab}
V ₄ e P+N	135 ^{bcd}	171 ^{ab}	228 ^{ab}	233 ^{ab}
V ₄ +NP	149 ^{abcd}	197 ^{ab}	202 ^{ab}	236 ^{ab}
V ₅	184 ^{abc}	177 ^{ab}	192 ^{ab}	247 ^{ab}
V ₅ e P+N	110 ^d	153 ^b	203 ^{ab}	233 ^{ab}
V ₅ +NP	131 ^{bcd}	185 ^{ab}	242 ^{ab}	249 ^{ab}
Teste F	4,97**	3,33**	2,15*	2,22*
dms (5%)***	58	125	144	82
CV (%)	11,93	19,97	21,91	10,69

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

(V₃ e P + N), tendo portanto um efeito inversamente proporcional à dose de vinhaça, ao contrário do que foi observado em solo LRd, com a variedade CB41-76.

Analisando-se os dados obtidos para Mg no caldo, por ocasião da colheita, verifica-se que a complementação da vinhaça com N e P, promoveu um aumento nos teores de magnésio do caldo, praticamente em todas as doses estudadas (Tabela 40), porém os teores encontrados na presença de vinhaça, com exceção do tratamento V₁ e P + N, foram sempre inferiores àqueles obtidos com a adubação mineral da soqueira (NPK₁).

O teor de fósforo inorgânico no caldo apresentou uma tendência a aumentar com a aplicação de doses crescentes de vinhaça e principalmente com a complementação mineral da mesma com N e P, principalmente por ocasião da colheita (Tabela 41) concordando assim com os resultados obtidos por SERRA (1979), porém os dados obtidos foram um tanto inconsistentes não permitindo portanto uma maior generalização.

Com relação ao pH, os efeitos da aplicação de vinhaça foram pequenos e irregulares, não constituindo portanto, aspecto negativo na qualidade em relação a este elemento (Tabela 41).

4.5 Efeitos da aplicação da vinhaça na quantidade de Álcool e de Açúcar Recuperável

4.5.1 Solo LRd, variedade CB41-76

De acordo com a análise da variância, as quantidades de açúcar e álcool foram influenciadas pelos trata

Tabela 41. Valores médios, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para fósforo inorgânico (ppm) e pH no caldo, nos diferentes tratamentos e épocas, em solo LVa.

Épocas Tratamentos	ppm P_2O_5		pH	
	Maio	Agosto	Maio	Agosto
Testemunha	117	121	5,36a	5,39
NPK ₁	153	121	5,35ab	5,33
NPK ₂	143	121	5,33abc	5,23
V ₁	129	98	5,32abc	5,32
V ₁ e P+N	138	109	5,32abc	5,34
V ₁ +NP	142	170	5,29abc	5,30
V ₂	161	124	5,32abc	5,29
V ₂ e P+N	141	135	5,33abc	5,27
V ₂ +NP	143	139	5,29abc	5,27
V ₃	131	115	5,31abc	5,24
V ₃ e P+N	130	149	5,31abc	5,31
V ₃ +NP	115	149	5,28bc	5,29
V ₄	124	114	5,30abc	5,26
V ₄ e P+N	146	150	5,30abc	5,29
V ₄ +NP	130	160	5,27c	5,35
V ₅	108	152	5,30abc	5,26
V ₅ e P+N	125	120	5,28bc	5,35
V ₅ +NP	150	169	5,31abc	5,35
Teste F	1,61	1,70	3,35**	1,89
dms (5%)***	59	87	0,07	0,17
CV (%)	14,26	21,00	0,43	1,02

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

mentos ao nível de 1% de probabilidade, sendo os resultados do teste F, a interpretação do teste de Tukey e os valores médios obtidos para ambos os elementos, em solo LRd são mostrados nas Tabelas 42 e 43, respectivamente.

Analisando-se os dados da Tabela 42, verifica-se que o açúcar recuperável, diminuiu em função da dose de vinhaça aplicada e com o aumento da produtividade de colmos de cana-de-açúcar, sendo o efeito mais pronunciado a partir da dose de $160 \text{ m}^3/\text{ha}$ (Figura 15). Em relação à adubação mineral (NPK_1) os efeitos da aplicação de vinhaça resultaram numa diminuição da quantidade de açúcar recuperável que variou desde 2,2% na dose de $40 \text{ m}^3/\text{ha}$ até 12,8% na dose de $200 \text{ m}^3/\text{ha}$, indicando assim uma correlação significativa entre as doses de vinhaça e o teor de açúcar recuperável, ($r = -0,9886$), o que está de acordo com os resultados obtidos por COPERSUCAR (1980 b).

Do ponto de vista de complementação mineral, embora não tenha sido constatada qualquer diferença significativa entre os tratamentos com e sem complementação, esta mostrou um efeito negativo no açúcar recuperável apenas na dose de $40 \text{ m}^3/\text{ha}$, 160 e $200 \text{ m}^3/\text{ha}$, provocando respectivamente uma queda de 6,9% (V_1 e $P + N$), 9,5% ($V_4 + \text{NP}$) e 5,1% (V_5 e $P + N$), o que é bastante significativo do ponto de vista industrial.

Da mesma forma, a aplicação de vinhaça em doses crescentes provocou um decréscimo na produção de álcool comprovado pelo estudo de correlação ($r = -0,9850$), reduzindo-a de 0,0 no caso da dose de $40 \text{ m}^3/\text{ha}$ sem complementação mineral, até 7,3% na dose de $200 \text{ m}^3/\text{ha}$, em relação à adubação mineral (NPK_1), denotando assim o efeito prejudicial principalmente de elevadas dosagens na produção de álcool (Figura 14), porém inferior ao provocado no açúcar recuperável, in

Tabela 42. Valores médios e relativos, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para Açúcar Recuperável, em kg/t cana, nos diferentes tratamentos, por ocasião da colheita, em solos LRd e LVa.

Tratamentos	Solo LRd		Solo LVa	
	kg/t cana	PR	kg/t cana	PR
Testemunha	105,2 ^a	101,7	105,3 ^a	101,2
NPK ₁	103,4 ^{ab}	100,0	104,1 ^a	100,0
NPK ₂	98,4 ^{abc}	95,2	95,4 ^{ab}	91,6
V ₁	101,1 ^{abc}	97,8	108,6 ^a	104,3
V ₁ e P+N	94,1 ^{abcde}	91,0	99,8 ^{ab}	95,9
V ₁ +NP	98,0 ^{abcd}	94,8	98,3 ^{ab}	94,4
V ₂	97,8 ^{abcd}	94,6	98,7 ^{ab}	94,8
V ₂ e P+N	97,2 ^{abcde}	94,0	98,9 ^{ab}	95,0
V ₂ +NP	97,3 ^{abcde}	94,1	96,8 ^{ab}	93,0
V ₃	96,9 ^{abcde}	93,7	93,6 ^{ab}	89,9
V ₃ e P+N	95,7 ^{abcde}	92,6	94,6 ^{ab}	90,9
V ₃ +NP	97,7 ^{abcd}	94,5	90,7 ^{ab}	87,1
V ₄	93,9 ^{abcde}	90,8	94,4 ^{ab}	90,7
V ₄ e P+N	91,3 ^{bcde}	88,3	87,6 ^b	84,1
V ₄ +NP	85,0 ^e	82,2	92,3 ^{ab}	88,7
V ₅	90,2 ^{cde}	87,2	87,2 ^b	83,8
V ₅ e P+N	85,6 ^{de}	82,8	92,4 ^{ab}	88,8
V ₅ +NP	93,2 ^{abcde}	90,1	86,1 ^b	82,7
Teste F	4,46**		3,83**	
dms (10%)***	12,4		15,6	
CV (%)	4,57		5,74	

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 10%, pelo teste de Tukey.

Tabela 43. Valores médios e relativos, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para quantidades de Álcool, em l/t cana, nos diferentes tratamentos, por ocasião da colheita, em solos LRd e LVa.

Épocas Tratamentos	Solo LRd		Solo LVa	
	l/t cana	PR	l/t cana	PR
Testemunha	68,60 ^a	101,0	66,42 ^{ab}	100,7
NPK1	67,95 ^{ab}	100,0	65,93 ^{ac}	100,0
NPK2	66,44 ^{abc}	97,8	61,95 ^{abc}	94,0
V1	67,94 ^{ab}	100,0	67,72 ^{ab}	102,7
V1 e P+N	64,52 ^{abcd}	95,0	64,14 ^{abcd}	97,3
V1+NP	66,21 ^{abcd}	97,4	64,36 ^{abcd}	97,6
V2	66,09 ^{abcd}	97,3	63,32 ^{abcd}	96,0
V2 e P+N	65,93 ^{abcd}	97,0	63,10 ^{abcd}	95,7
V2+NP	65,90 ^{abcd}	97,0	62,77 ^{abcd}	95,2
V3	65,35 ^{abcd}	96,2	60,65 ^{bcd}	92,0
V3 e P+N	65,93 ^{abcd}	97,0	61,85 ^{abcd}	93,8
V3+NP	65,97 ^{abcd}	97,1	60,19 ^{bed}	91,3
V4	64,84 ^{abcd}	95,4	60,86 ^{bed}	92,3
V4 e P+N	62,74 ^{cd}	92,3	59,32 ^{cd}	90,0
V4+NP	61,28 ^{cd}	90,2	61,10 ^{acd}	92,7
V5	62,97 ^{cd}	92,7	58,21 ^d	88,3
V5 e P+N	61,56 ^d	90,6	60,65 ^d	92,0
V5+NP	63,46 ^{bcd}	93,4	58,54 ^d	88,8
Teste F	4,79**		3,80**	
dms (10%)***	4,72		6,76	
CV (%)	2,55		3,83	

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 10%, pelo teste de Tukey.

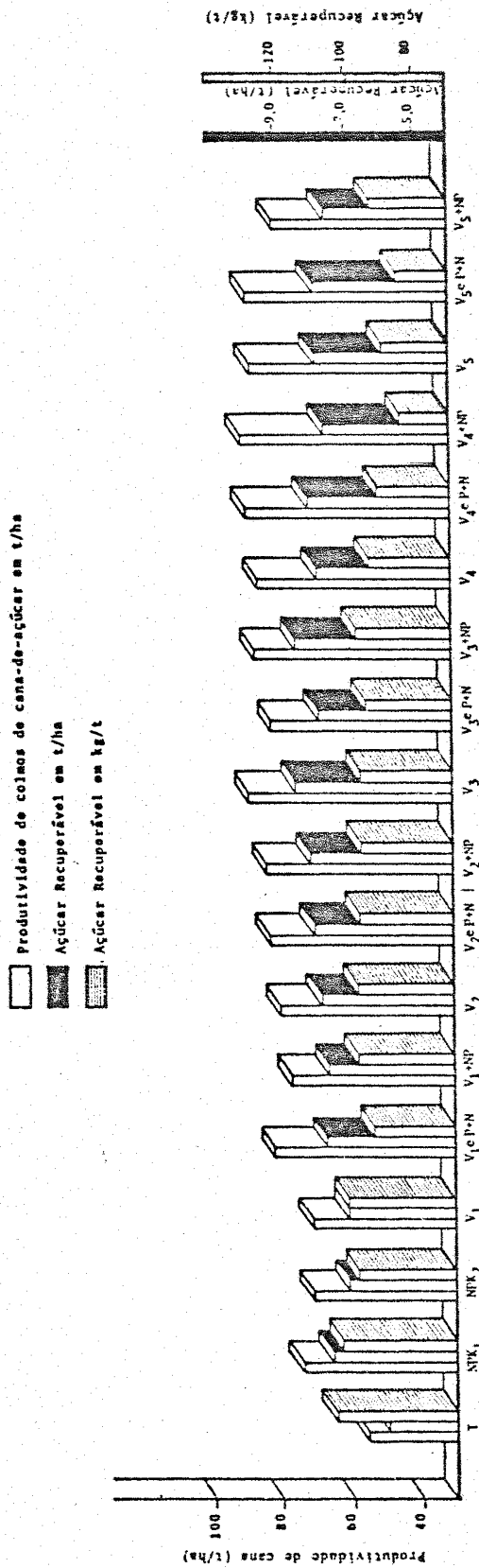


Figura 13. Produtividade de colmos de cana-de-açúcar e de Açúcar Recuperável, em t/ha, e quantidade de açúcar recuperável produzido (kg/t) nos diferentes tratamentos, em solo LRJ, variedade CB41-76.

Produtividade de colmos de cana-de-açúcar (t/ha)
 Rendimento teórico de álcool (ℓ/t)
 Produção de álcool (m³/ha)

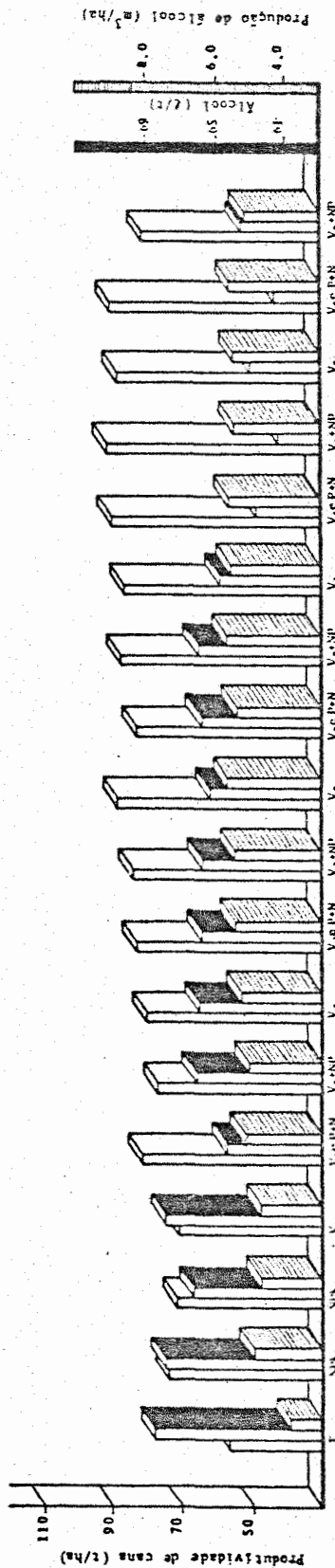


Figura 14. Produtividade de colmos de cana-de-açúcar (t/ha) e de álcool (m³/ha) e quantidade de álcool produzido (ℓ/t), nos diferentes tratamentos, em solo LRI, variedade (B41)-76.

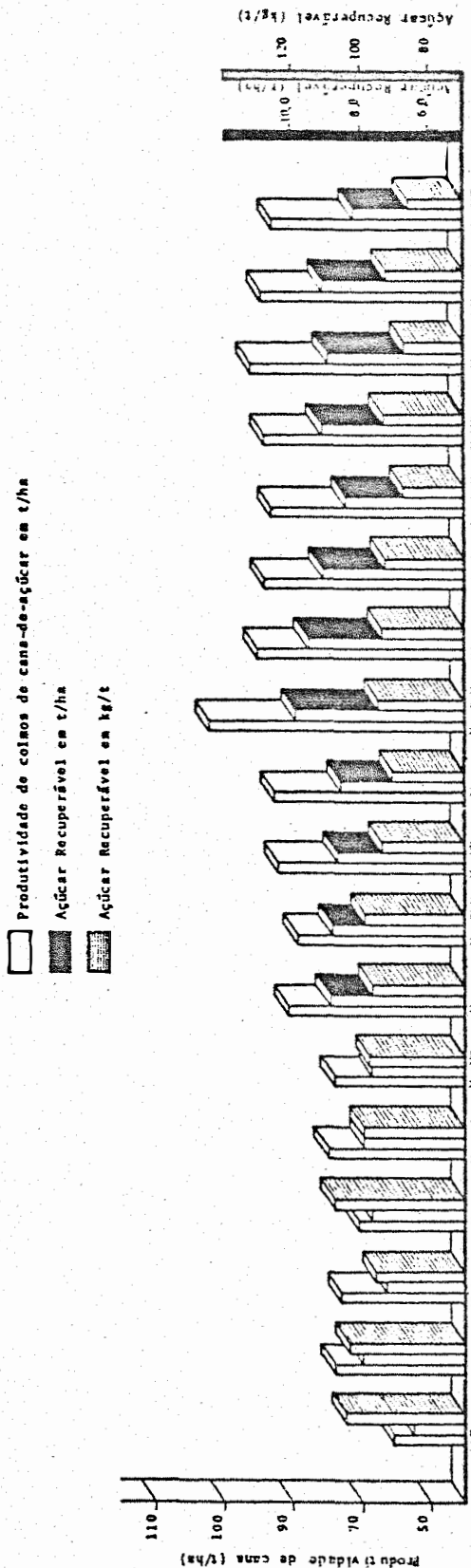


Figura 15. Produtividade de colmos de cana-de-açúcar e de Açúcar Recuperável, em t/ha e quantidade de açúcar recuperável produzido (kg/t) nos diferentes tratamentos, em solo LVA, variedade MAS6-79.

dicando assim uma maior influência negativa na qualidade da matéria-prima para produção de açúcar.

Considerando-se as dosagens de $40 \text{ m}^3/\text{ha}$, complementada com NP (V_7 e P + N), 80 e $120 \text{ m}^3/\text{ha}$ sem complementação, que seriam aquelas recomendadas do ponto de vista de produtividade de colmos de cana-de-açúcar, constatou-se uma diminuição na quantidade de açúcar recuperável da ordem de 9,0%, 5,4% e 6,3% e de álcool de aproximadamente 5,0%, 2,7% e 3,8% respectivamente, em comparação com a adubação mineral (NPK_7), indicando com isto a necessidade de processamento de maior quantidade de matéria-prima para produção de uma unidade de açúcar e álcool e também uma influência mais negativa para a produção de açúcar.

Com relação à complementação mineral, verifica-se que os efeitos negativos no rendimento de álcool (ℓ/t) foram relacionados com o aumento da produtividade de colmos de cana-de-açúcar, ou seja, a resposta da cana-de-açúcar à complementação mineral da vinhaça ocorreu em detrimento da quantidade de álcool por tonelada de cana.

4.5.2 Solo LVa, variedade NA56-79

Nas Tabelas 42 e 43 encontram-se respectivamente os valores médios de Açúcar Recuperável (kg/t) e álcool teórico (ℓ/t), bem como os resultados do teste F e a interpretação do teste de Tukey, onde está evidenciado o efeito dos tratamentos nos elementos estudados, também em solo LVa, na variedade NA56-79.

Através dos dados obtidos (Tabela 42), observa-se que, como o solo LRd, a aplicação de vinhaça apresentou uma relação direta com a produtividade de colmos de ca

na-de-açúcar e uma correlação significativa com a quantidade de açúcar recuperável na cana ($r = -0,9305$), com uma queda que oscilou entre 5,2% na dose de $80 \text{ m}^3/\text{ha}$ e 6,2% na dose de $200 \text{ m}^3/\text{ha}$, em comparação com a adubação mineral (NPK_1), indicando também neste tipo de solo uma influência negativa da vinhaça na qualidade da cana-de-açúcar para a produção de açúcar (Figura 15).

Em termos de complementação mineral, verifica-se que, embora tenha sido constatada resposta à mesma até a dose de $120 \text{ m}^3/\text{ha}$ no solo LVa, para produtividade de colmos de cana-de-açúcar, esta resposta ocorreu em detrimento da produção de açúcar recuperável por tonelada de cana (Figura 15), praticamente apenas na dose de $40 \text{ m}^3/\text{ha}$ ($V_1 + \text{NP}$), onde foi constatada uma diminuição de 9,5% em relação à mesma dose, sem complementação, sendo bastante representativa do ponto de vista industrial.

Com relação ao rendimento de álcool, constatou-se que, com exceção da dose de $40 \text{ m}^3/\text{ha}$, todas as demais dosagens, inclusive esta quando complementada com NP, apresentaram valores (ℓ/t) inferiores àquele observado na presença de adubação mineral (NPK_1) que variaram de 4,0% na dose de $80 \text{ m}^3/\text{ha}$ a 11,7% na de $200 \text{ m}^3/\text{ha}$, denotando mais uma vez o efeito negativo da aplicação da vinhaça na quantidade de álcool produzido, em função da dosagem aplicada, o que pode ser visto na Figura 16 e comprovado pelo estudo de correlação ($r = -0,9388$). A complementação da vinhaça com fertilizantes minerais foi responsável por decréscimos na produção de álcool na ordem de 5,0% na dose de $40 \text{ m}^3/\text{ha}$ ($V_1 + \text{NP}$) e 0,9% na de $80 \text{ m}^3/\text{ha}$ ($V_2 + \text{NP}$), não influenciando nas doses superiores. Fica evidenciado uma vez mais, a maior influência negativa da vinhaça na qualidade da matéria-prima para produção de açúcar em relação ao álcool.

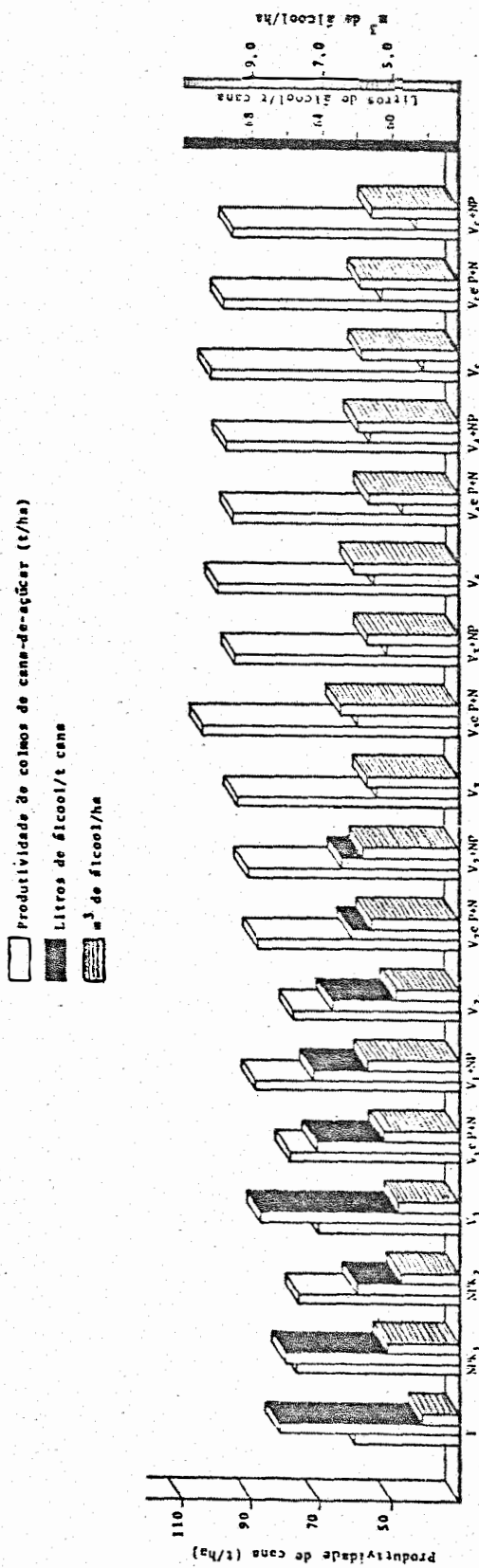


Figure 16. Produtividade de colmos de cana-de-açúcar (t/ha), e de açúcar (m³/ha) e quantidade de açúcar produzido (t/t) nos diferentes tratamentos, em solo LVA, variedade NASS-79.

Quando aplicada na dose de $120 \text{ m}^3/\text{ha}$, complementada com N e P (V_3 e P + N), a vinhaça provocou uma redução de 6,2% na produção de álcool em relação à adubação normal da usina (NPK_1), o que representaria neste caso um processamento de maior quantidade para se obter um mesmo volume de álcool (Tabela 43).

Considerando-se os tratamentos mais adequados do ponto de vista de produtividade de colmos de cana-de-açúcar, verifica-se um decréscimo na quantidade de açúcar recuperável por tonelada de cana em relação à adubação normal da usina (NPK_1), caracterizados por percentuais da ordem de 5,6%, 7,0%, 10,1% e 9,1% respectivamente para os tratamentos $V_1 + \text{NP}$, $V_2 + \text{NP}$, V_3 e V_3 e P + N.

Para a quantidade de álcool/t cana, os decréscimos foram de 2,4%, 4,8%, 8,0% e 6,2% respectivamente, evidenciando assim os reflexos mais negativos da aplicação de vinhaça na produção de açúcar.

4.6 Efeitos da aplicação da vinhaça na produtividade de Pol, Açúcar Recuperável e Álcool

4.6.1 Solo LRd, variedade CB41-76

A análise da variância dos dados de produtividade de pol, açúcar recuperável e álcool revela um efeito significativo para tratamentos ao nível de 1% de probabilidade, sendo que a interpretação do teste de Tukey e os valores médios obtidos encontram-se nas Tabelas 44, 45 e 46, respectivamente.

Embora tenham sido constatados efeitos negativos da aplicação de vinhaça, principalmente das doses mais

elevadas, na Pol, Açúcar Recuperável e Álcool por tonelada de cana, pode-se observar através dos dados das Tabelas 44, 45 e 46 que, com exceção do tratamento V_1 ($40 \text{ m}^3/\text{ha}$), todos os demais apresentaram uma produtividade de pol, Açúcar Recuperável e Álcool superior àquela obtida em presença da adubação mineral normal da usina (NPK_1), sendo que a aplicação de $40 \text{ m}^3/\text{ha}$, complementada com N e P foi suficiente para substituir a adubação mineral, com acréscimos de 4,1%, 0,3% e 4,4% na produtividade de pol, Açúcar Recuperável e álcool respectivamente, denotando assim o maior efeito negativo da vinhaça na qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima para produção de açúcar, quando se compara os acréscimos na produtividade de açúcar recuperável (0,3%) e de álcool (4,4%).

A maior diferença de produtividade com a adubação normal (NPK_1) foi constatada em relação à dosagem de $120 \text{ m}^3/\text{ha}$, com um aumento na produtividade de pol, Açúcar Recuperável e Álcool da ordem de 14,4%, 11,5% e 14,4% respectivamente, o que tecnicamente viabiliza a sua aplicação, tendo inclusive superado a dosagem de $80 \text{ m}^3/\text{ha}$, complementada com N e P ($V_2 + \text{NP}$) em 4,2%, 4,9% e 4,5%, o que do ponto de vista industrial é bastante significativo.

A complementação mineral da vinhaça, proporcionou aumentos de 9,6%, 7,0% e 8,9% na dose de $40 \text{ m}^3/\text{ha}$ (V_1 e P + N), 5,3%, 4,0% e 4,2% na de $80 \text{ m}^3/\text{ha}$ ($V_2 + \text{NP}$), respectivamente na produtividade de pol, Açúcar Recuperável e Álcool, não influenciando praticamente nas dosagens mais elevadas.

Os efeitos da aplicação de vinhaça na produtividade de Açúcar Recuperável e Álcool, em relação à produtividade de colmos de cana-de-açúcar, podem ser visualizados nas Figuras 13 e 14.

Tabela 44. Valores médios e relativos, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para produtividade de pol em t/ha, nos diferentes tratamentos, por ocasião da colheita, em solos LRd e LVa.

Tratamentos	Solo LRd		Solo LVa	
	t/ha	PR	t/ha	PR
Testemunha	7,97 ^a	77,4	8,60 ^a	80,5
NPK ₁	10,30 ^{bed}	100,0	10,68 ^{ad}	100,0
NPK ₂	9,70 ^{ab}	94,2	9,87 ^{ab}	92,4
V ₁	9,78 ^{bc}	95,0	10,22 ^{ac}	95,7
V ₁ e P+N	10,72 ^{bed}	104,1	10,76 ^{ad}	100,7
V ₁ +NP	10,41 ^{bed}	101,1	11,97 ^{bed}	112,1
V ₂	10,73 ^{bed}	104,2	10,45 ^{ac}	97,8
V ₂ e P+N	11,10 ^{bed}	107,8	11,78 ^{bed}	110,3
V ₂ +NP	11,30 ^{bed}	109,7	12,18 ^{bed}	114,0
V ₃	11,78 ^d	114,4	11,94 ^{bed}	111,8
V ₃ e P+N	11,13 ^{bed}	108,1	13,19 ^d	123,5
V ₃ +NP	11,77 ^d	114,3	12,11 ^{bed}	113,4
V ₄	11,24 ^{bed}	109,1	12,82 ^{cd}	120,0
V ₄ e P+N	11,48 ^{bed}	111,5	11,94 ^{bed}	111,8
V ₄ +NP	11,19 ^{bed}	108,6	12,60 ^{cd}	118,0
V ₅	11,23 ^{bed}	109,0	12,06 ^{bed}	112,9
V ₅ e P+N	11,54 ^{cd}	112,0	12,64 ^{cd}	118,4
V ₅ +NP	10,59 ^{bed}	102,8	11,73 ^{bed}	109,8
Teste F	6,84**		4,81**	
dms (10%)***	1,80		2,66	
CV (%)	5,66		8,14	

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 10%, pelo teste de Tukey.

Tabela 45. Valores médios e relativos, resultados do Teste F e interpretação do teste de Tukey para produtividade de Açúcar Recuperável, em t/ha, nos diferentes tratamentos por ocasião da colheita, em solos LRd e LVa.

Tratamentos	Solo LRd		Solo LVa	
	t/ha	PR	t/ha	PR
Testemunha	5,96 ^a	78,0	6,46 ^a	80,6
NPK ₁	7,64 ^b	100,0	8,01 ^{ab}	100,0
NPK ₂	7,07 ^{ab}	92,5	7,23 ^{ab}	90,3
V ₁	7,16 ^{ab}	93,7	7,73 ^{abc}	96,5
V ₁ e P+N	7,66 ^b	100,3	7,95 ^{abd}	99,3
V ₁ +NP	7,58 ^b	99,2	8,75 ^{bd}	109,2
V ₂	7,81 ^b	102,2	7,71 ^{ab}	96,3
V ₂ e P+N	8,00 ^b	104,7	8,77 ^{bcd}	109,5
V ₂ +NP	8,12 ^b	106,3	8,88 ^{bcd}	110,9
V ₃	8,52 ^b	111,5	8,74 ^{bcd}	109,1
V ₃ e P+N	7,88 ^b	103,1	9,85 ^d	123,0
V ₃ +NP	8,47 ^b	110,9	8,64 ^{bcd}	107,9
V ₄	7,93 ^b	103,8	9,47 ^{cd}	118,2
V ₄ e P+N	8,16 ^b	106,8	8,40 ^{bcd}	104,9
V ₄ +NP	7,68 ^b	100,5	9,06 ^{bcd}	113,1
V ₅	7,91 ^b	103,5	8,88 ^{bcd}	110,9
V ₅ e P+N	7,96 ^b	104,2	9,09 ^{bcd}	113,5
V ₅ +NP	7,56 ^b	99,0	8,23 ^{acd}	102,7
Teste F	3,54**		3,67**	
σms (10%)***	1,51		2,10	
CV (%)	6,61		8,80	

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 10%, pelo teste de Tukey.

Tabela 46. Valores médios e relativos, resultados do teste F e interpretação do teste de Tukey para produtividade de álcool, em l/ha, nos diferentes tratamentos por ocasião da colheita, em solos LRd e LVa.

Tratamentos	Solo LRd		Solo LVa	
	l/ha	PR	l/ha	PR
Testemunha	3886,0 ^a	77,4	4073,7 ^a	80,3
NPK ₁	5021,7 ^{ab}	100,0	5074,0 ^{abcd}	100,0
NPK ₂	4770,7 ^b	95,0	4698,7 ^{ab}	92,6
V ₁	4814,3 ^{bc}	95,9	4822,3 ^{abc}	95,0
V ₁ e P+N	5244,3 ^{bcd}	104,4	5109,7 ^{abcd}	100,7
V ₁ +NP	5120,0 ^{bcd}	102,0	5729,3 ^{bcde}	112,9
V ₂	5278,3 ^{bcd}	105,1	4943,3 ^{bcd}	97,4
V ₂ e P+N	5432,0 ^{bcd}	108,2	5596,3 ^{bcde}	110,3
V ₂ +NP	5500,3 ^{bc}	109,5	5751,0 ^{bcde}	113,3
V ₃	5744,7 ^a	114,4	5671,3 ^{bcde}	111,8
V ₃ e P+N	5432,3 ^{bcd}	108,2	6433,7 ^e	126,8
V ₃ +NP	5725,3 ^d	114,0	5736,3 ^{bcde}	113,1
V ₄	5554,7 ^{bcd}	110,6	6100,0 ^{de}	120,2
V ₄ e P+N	5609,7 ^{bcd}	111,7	5693,7 ^{bcde}	112,2
V ₄ +NP	5541,7 ^{bcd}	110,4	5996,7 ^{cde}	118,2
V ₅	5513,0 ^{bcd}	109,8	5930,7 ^{cde}	116,9
V ₅ e P+N	5643,3 ^b	112,4	5980,7 ^{cde}	117,9
V ₅ + NP	5151,7 ^{bcd}	102,6	5597,7 ^{bcde}	110,3
Teste F	6,90**		5,79**	
dms (10%)***	849,9		1204,9	
CV (%)	10,00		7,74	

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*** Letras diferentes, representam diferenças significativas ao nível de 10%, pelo teste de Tukey.

4.6.2 Solo LVa, variedade NA56-79

Nas Tabelas 44, 45 e 46, encontram-se os valores médios de produtividade de pol, Açúcar Recuperável e Álcool, os resultados da análise da variância e a interpretação do teste de Tukey, em solo LVa.

Embora a aplicação de vinhaça tenha provocado uma diminuição nos teores de pol % cana e na quantidade de açúcar recuperável e álcool por tonelada de cana, as produtividades resultantes foram superiores àquela apresentada pela adubação mineral (NPK_1), com exceção das dosagens de 40 e 80 m³/ha, sem a complementação mineral, que apresentaram produtividades inferiores àquela, fato este explicado pela produtividade de colmos de cana-de-açúcar, em função da qual as mesmas foram calculadas.

De acordo com os dados das Tabelas 44, 45 e 46, verifica-se uma resposta crescente da aplicação da vinhaça até a dose de 160 m³/ha, com acréscimos de produtividade de pol, Açúcar Recuperável e Álcool de até 20,0%, 18,2% e 20,2% respectivamente, em relação à adubação normal da usina (NPK_1), sendo esta superada pela aplicação de vinhaça sem complementação, nas doses igual e superiores a 120 m³/ha, em solo LVa. Entretanto, quando complementada com N e P, a aplicação de 40 m³/ha ($V_1 + NP$) foi suficiente para substituir a adubação mineral, com um acréscimo de 12,1%, 9,2% e 12,9% na pol, Açúcar Recuperável e Álcool, respectivamente, chegando a 23,5%, 23,0% e 26,8% quando efetuada na dose de 120 m³/ha (V_3 e $P + N$), em relação à adubação mineral, constituindo-se na dose mais viável do ponto de vista técnico. Neste caso, a aplicação do N em cobertura apresentou uma maior eficiência em relação à sua aplicação no solo juntamente com a vinhaça, o que vem de encontro aos resultados obtidos por SILVA *et alii* (1981).

De modo geral, os dados indicam uma estreita relação entre as doses de vinhaça aplicada e a produção de Açúcar e Álcool por hectare, principalmente até a dose de $160 \text{ m}^3/\text{ha}$, quando inicia o decréscimo, indicando assim um efeito prejudicial mais intenso na qualidade da matéria-prima a partir desta dosagem. Foi constatado um efeito benéfico da complementação mineral decrescente com a elevação das doses de vinhaça, sendo que a partir de $160 \text{ m}^3/\text{ha}$, observou-se uma tendência negativa desta prática como foi verificado também para os dados de produtividade de colmos de cana-de-açúcar.

As Figuras 15 e 16, visualizam os efeitos da aplicação de vinhaça na produtividade de Açúcar Recuperável e Álcool, em solo LVa.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos através das avaliações efetuadas nos experimentos conduzidos em solo LRd e LVa permitiram concluir que:

1. A aplicação de 40 m^3 de vinhaça por hectare, complementada com N e P foi suficiente para substituir a adubação mineral em termos de produtividade de colmos de cana-de-açúcar, de pol, de açúcar recuperável e de álcool, em ambos os tipos de solo.
2. A aplicação de vinhaça promoveu acréscimos na produtividade de colmos de cana-de-açúcar e de pol, açúcar recuperável e álcool até a dose de $120 \text{ m}^3/\text{ha}$ em solo LRd e até $160 \text{ m}^3/\text{ha}$ em solo LVa.
3. A complementação da vinhaça com N e P foi vantajosa do ponto de vista técnico na dose de $40 \text{ m}^3/\text{ha}$ em solo LRd e até $120 \text{ m}^3/\text{ha}$ em solo LVa.
4. A análise de tecidos representada pela folha ⁺¹ e internódio 8-10 não mostrou ser um instrumento adequado para avaliar o estado nutricional da cana-de-açúcar, independentemente do solo estudado.
5. A qualidade tecnológica da cana-de-açúcar

foi afetada negativamente pela aplicação de vinhaça, com reflexos na quantidade de açúcar recuperável e de álcool por tonelada de cana, e mais negativo para a produção de açúcar, em proporções que variaram com a dose empregada, tanto em solo LRd como em LVa.

6. LITERATURA CITADA

- AGUJARO, R., 1979. O uso da vinhaça na Usina Tamoio como fertilizante. Saccharum STAB. São Paulo, 2(4):23-27, mar.
- ALMEIDA, J.R. de, 1952. O problema da vinhaça em São Paulo. Boletim do Instituto Zimotécnico. Piracicaba, (3):1-24.
- ALMEIDA, J.R. de, 1962. Composição, proporção e aplicação da vinhaça. In: III Semana de Fermentação Alcoólica, Piracicaba, Instituto Zimotécnico. v.2, p.370-383.
- ALMEIDA, J.R. de, G. RANZANI e O. VALSECHI, 1952. La vinasse dans l' agriculture. Boletim do Instituto Zimotécnico. Piracicaba, (1):1-21.
- BAPTISTELLA, J.R., E.J.A. LEME e U. ROSENFELD, 1981. Estudo de doses de vinhaça aplicada por aspersão em cana-de-açúcar. In: Anais do II Congresso Nacional da Sociedade de de Técnicos Açucareiros do Brasil, Rio de Janeiro, p. 215-234.
- BITTENCOURT, V.C., L.J.P. de CASTRO, A.A.M. FIGUEIREDO, A.C. S. PAIXÃO e D.M. POLLI, 1978. Composição da vinhaça. Brasil Açucareiro. Rio de Janeiro, 92(4):25-36, out.

- BOLSANELLO, J. e J.R. VIEIRA, 1980. Caracterização da composição química dos diferentes tipos de vinhaça da região de Campos - RJ. Brasil Açucareiro. Rio de Janeiro, 96 (5):45-59, nov.
- BROWNE, C.A. e F.N. ZERBAN, 1961. Physical and chemical methods of sugar analysis. 3^a ed. New York, Willey. 1030 p.
- CALDAS, H.E., 1960. Calda de destilaria como fertilizante. Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Nordeste. Recife, (10):4-30.
- CATANI, R.A. e O. JACINTO, 1974. Análise química para avaliar a fertilidade do solo. Piracicaba, ESALQ/USP. 57p. (Boletim Técnico Científico, 37).
- CESAR, M.A.A., A.A. DELGADO e L.C. GABAN, 1978. Aumento do nível de amido e potássio no caldo de cana decorrentes de aplicação sistemática de vinhaça ao solo. Brasil Açucareiro. Rio de Janeiro, 92(1):24-29, jul.
- COPERSUCAR, São Paulo, 1976. Um sistema de aplicação de vinhaça. Boletim Técnico Copersucar. São Paulo, (3):3.
- COPERSUCAR, São Paulo, 1978 a. Efeitos da aplicação da vinhaça como fertilizante em cana-de-açúcar. Boletim Técnico Copersucar. São Paulo, (7):9-14.
- COPERSUCAR, São Paulo, 1978 b. Considerações sobre a relação de paridade entre o açúcar e o álcool. São Paulo. 21 p.
- COPERSUCAR, São Paulo, 1980 a. Amostragem e análise da cana-de-açúcar. São Paulo. 37 p.

- COPERSUCAR, São Paulo, 1980 b. Aplicação de vinhaça à soqueira de cana-de-açúcar em três anos consecutivos. Boletim Técnico Copersucar. São Paulo, (12):2-5.
- ESPIRONELLO, A., A.P. CAMARGO, V. NAGAI e I.F. LEPSCH, 1981. Efeitos de nitrogênio e fósforo como complementação da aplicação de vinhaça em soca de cana-de-açúcar. In: Anais do II Congresso Nacional da Sociedade de Técnicos Açucareiros do Brasil, Rio de Janeiro, p.128-139.
- FILGUEIRAS, G., 1955. Novo processo para utilização das águas residuais das indústrias agrícolas. Brasil Açucareiro. Rio de Janeiro, 46(4):496-498, out.
- GLÓRIA, N.A. da, 1976. Emprego de vinhaça para fertilização. Piracicaba, CODISTIL. 32 p.
- GLÓRIA, N.A. da e J.A. MAGRO, 1977. Utilização agrícola de resíduos da usina de açúcar e destilaria na Usina da Pedra. In: Anais do IV Seminário Copersucar da Agroindústria Açucareira, Águas de Lindóia, 1976, p.163-180.
- GLÓRIA, N.A. da e A.A. RODELLA, 1972. Método de análise quantitativa inorgânica em caldo de cana-de-açúcar; vinhaga e melaço - I. Determinação de cálcio, magnésio, potássio, enxofre e fósforo em um mesmo extrato. Anais da ESALQ. Piracicaba, 29:5-17.
- GLÓRIA, N.A. da, A.G. SANTA ANA e E. BIAGI, 1973. Composição dos resíduos de usinas de açúcar e destilarias. Brasil Açucareiro. Rio de Janeiro, 81(6):78-87, jun.
- GLÓRIA, N.A. da, A.G. SANTA ANA, e H. MONTEIRO, 1972. Composição dos resíduos de usinas de açúcar e destilarias de álcool durante a safra canavieira. Brasil Açucareiro. Rio de Janeiro, 80(5):542-548, nov.

- GOMES, P.F., 1957. A lei de Mitscherlich aplicada a experimentação de adubação com vinhaça. Anais da ESALQ. Piracicaba, 14:107-112.
- GOMES, P.F., 1970. Curso de Estatística Experimental. Piracicaba, ESALQ/USP. 430 p.
- IAA/PLANALSUCAR, 1977. Guia para identificação das principais variedades de cana-de-açúcar no Brasil. Piracicaba. 28 p.
- LANE, J.H. e L. EYNON, 1934. Determination of reducing sugars by Fehling's solution with methylene blue indicator. London, Norman Rodger. 8 p.
- LEME, E.J.A., E.J. NELLI, A.E. DALBEN, J.O. de C. ALMEIDA, A.S. BENTIVENHA, R. ROSENFELD e J.R. BAPTISTELLA, 1981. Avaliação Técnico-Econômica da Aplicação de Vinhaça por Aspersão na Usina Barra Grande-Lençóis Paulista-SP. In: Anais do II Congresso Nacional da Sociedade de Técnicos Açucareiros do Brasil, Rio de Janeiro, p.195-214.
- LIMA, U. de A., 1969. Dados químicos sobre a composição dos vários tipos de resíduos. In: Simpósio sobre resíduos da industrialização da cana-de-açúcar, CETESB, São Paulo, p.9-16.
- MAGRO, J.A. e N.A. da GLÓRIA, 1977. Adubação de soqueira de cana-de-açúcar com vinhaça; complementação com nitrogênio e fósforo. Brasil Açucareiro. Rio de Janeiro, 90 (6):363-366, dez.
- MAGRO, J.A., L.C.F. SILVA, E. ZAMBELLO JR. e J. ORLANDO Fº, 1981. Estudo da complementação mineral da vinhaça na fertilização da cana-de-açúcar com trator de eixo alto. Saccharum STAB. São Paulo, 4(14):28-30, maio.

- MARINHO, M.L., E.A.C. ALBUQUERQUE e J.T. ARAÚJO Fº, 1982. Efeitos de doses de vinhaça e adubação mineral sobre a cana-soca em dois solos de Alagoas. Brasil Açucareiro. Rio de Janeiro, 99(2):39-50, fev.
- MEDEIROS, A.P., 1981. Composição química dos diferentes tipos de vinhaça nos Estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Saccharum STAB. São Paulo, 4(12):36 - 40.
- PEIXOTO, M.J.C. e M.B. COELHO, 1981. Aplicação de vinhaça diluída em cana-de-açúcar por sistema de aspersão. In : Anais do II Congresso Nacional da Sociedade de Técnicos Açucareiros do Brasil, Rio de Janeiro, p.177-194.
- PONTES, J.F., 1959. A "calda" e seus principais elementos minerais. Brasil Açucareiro. Rio de Janeiro, 53(1):11-15, jan.
- RANZANI, G., M.O.C. BRASIL SOBRº, E. MALAVOLTA, e T. COURY, 1953. Vinhaça e adubos minerais (I). Anais da ESALQ. Piracicaba, 10:97-108.
- RODELLA, A.A. e S.E. FERRARI, 1977. A composição da vinhaça e efeitos de sua aplicação como fertilizante na cana-de-açúcar. Brasil Açucareiro. Rio de Janeiro, 90(7) : 6-13, jul.
- RODELLA, A.A., C. PARAZZI e A.C. CARDOSO, 1980. Composição de vinhaça. In: III Simpósio de Tecnologia do Açúcar e do Alcool, Águas de São Pedro, 14 p.
- ROSENFELD, U., J.R. BAPTISTELLA e E.J. de A. LEME, 1981. Aplicação de vinhaça por aspersão em Latossol Roxo. In: Anais do II Congresso Nacional da Sociedade de Técnicos Açucareiros do Brasil, Rio de Janeiro, p.235-248.

- ROSSETTO, A.J., L.C.L. RESENDE, J.C. ALONSO, S. BUSSIOLI Fº, L.N. MARGUERON, J.A. SILVA e L.C. MILLER, 1977. Sistemas de distribuição de vinhaça utilizados pela Usina São João, Ararás-SP. In: I Seminário sobre vinhaça, composição e aplicação, Piracicaba, p.10-38.
- SARRUGE, J.R. e H.P. HAAG, 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ/USP. 56 p.
- SERRA, G.E., 1979. Aplicação de vinhaça complementada com nitrogênio e fósforo em cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). Piracicaba, ESALQ/USP. 45 p. (Dissertação de Mestrado).
- SILVA, G.M. de A. e M.N. do A. GURGEL, 1981. Aplicação de vinhaça como fertilizante em cana-de-açúcar em solo LE, fase arenosa. In: Anais do II Congresso Nacional da Sociedade de Técnicos Açucareiros do Brasil, Rio de Janeiro, p.140-152.
- SILVA, G.M. de A., L.J.P. de CASTRO e J.A. MAGRO, 1977. Comportamento agroindustrial da cana-de-açúcar em solo irrigado com vinhaça. In: Anais do IV Seminário Copersucar da Agroindústria Açucareira, Águas de Lindóia, 1976, p. 107-122.
- SILVA, L.C.F., O. ALONSO, J. ORLANDO Fº e E. ZAMBELLO JR. , 1981. Complementação nitrogenada da vinhaça. II. Formas de aplicação em solo TE. Brasil Açucareiro. Rio de Janeiro, 98(5):59-65, nov.
- SILVA, L.C.F., O. ALONSO, E. ZAMBELLO JR. e J. ORLANDO Fº, 1980. Efeito da complementação mineral da vinhaça na fertilização da cana-de-açúcar. Saccharum STAB. São Paulo, 3(11):40-44, dez.

- SOBRAL, A.F., D.A. CORDEIRO e M.A.C. SANTOS, 1981. Efeitos da aplicação de vinhaça em socarias de cana-de-açúcar. Brasil Açucareiro. Rio de Janeiro, 98(5):52-58, nov.
- STUPIELLO, J.P., C.A. PEXE, H. MONTEIRO e L.H. SILVA, 1977. Efeitos da aplicação da vinhaça como fertilizante na qualidade da cana-de-açúcar. Brasil Açucareiro. Rio de Janeiro, 90(3):185-194, mar.
- TANIMOTO, T., 1964. The press method of cane analysis. Hawaiian Planter's Record. Honolulu, 57(2):133-150.
- VAN DILLEWJIN, C., 1952. Botany of sugarcane. Waltham, Mass., Chronica Botanica Co. 371 p.
- VELHO, L.M.L.S., 1980. Efeitos da aplicação de vinhaça e de adubo químico nas características agroindustriais de soqueira de dez variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). Jaboticabal, Fac. Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP. 100 p. (Dissertação de Mestrado).
- VELHO, P.E., 1977. Aplicação de vinhaça ao solo através do caminhão de tanque pressurizado. In: I Seminário sobre vinhaça, composição e aplicação, Piracicaba-SP. 11 p.