

## **Aplicação de vinhaça na cana de açúcar em ambientes de cultivo da Alta Paulista**

*Application of vinasse in sugar cane crop in diferents environment in Alta Paulista region*

*Aplicación del vinaza en la caña del azúcar en diferentes ambientes en la región del Alta Paulista*

### **Fernando Takayuki Nakayama**

Pesquisador Doutor, APTA-PRDTA Alta Paulista, Brasil  
fnakayama@apta.sp.gov.br

### **Samuel Ferrari**

Professor Doutor, UNESP Campus de Dracena, Brasil  
ferrari@dracena.unesp.br

### **Thiago de Souza Celestrino**

Pós graduação, UNESP Campus Ilha Solteira, Brasil.  
thiagocelstrino@yahoo.com.br

**RESUMO**

A aplicação de fertilizantes garante maior produção e longevidade do canavial. O custo com adubação de implantação é diluído pela maior longevidade das soqueiras. A fertilidade do solo, a disponibilidade hídrica e variedades aptas, quando utilizados garantem aumentos na produção. O setor sucroalcooleiro gera resíduos orgânicos que retornam ao solo, representando uma importante reciclagem de nutrientes sendo a vinhaça o principal resíduo desta agroindústria. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desenvolvimento da cana-de-açúcar com a aplicação de vinhaça nos ambientes de cultivo de três municípios da região da Alta Paulista, realizando um estudo detalhado destacando a produtividade e produção de açúcar. Instalou-se nos municípios de Sagres, Bastos e Parapuã três áreas experimentais, utilizando o delineamento de blocos a acaso, submetidos a aplicação de vinhaça durante os anos de 2012 e 2013, sendo colhidas em 2013 e 2014. A aplicação de vinhaça não interferiu na produtividade de cana para o município de Bastos, em ambiente de produção B-C; Em ambiente de produção inferiores, nos municípios de Sagres e Parapuã, encontraram-se diferenças na produtividade para os anos de 2014 e 2013/14 respectivamente; Somente no ano de 2013 no município de Bastos foi encontrada diferença para ATR.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aplicação vinhaça. Alta Paulista. Produtividade da cana de açúcar.

**ABSTRACT**

The application of fertilizer ensures higher production and longevity of the sugarcane plantation. The cost of fertilization implantation is diluted by higher longevity of ratoons. Soil fertility, water availability and suited varieties, when used, will increase the production. The sugarcane industry generates organic waste which returns to the ground and is an important nutrient recycling, being the vinasse the main residue of this agribusiness. The objective of this study was to evaluate the development of sugarcane with vinasse application in growing environments of three municipalities of the Alta Paulista, and perform a detailed study, emphasizing the productivity and production of sugar. Three experimental areas were established in the towns of Sagres, Bastos and Parapuã, using a randomized block design, submitted to the application of stillage during the years 2012 and 2013, and harvested in 2013 and 2014. The application of vinasse did not interfere in productivity of sugarcane for the town of Bastos, in B-C production environment; in lower production environment, in the towns of Sagres and Parapuã, we found differences in productivity for the years 2014 and 2013/14 respectively; only in the year 2013, in the town of Bastos, difference was found for ATR.

**KEYWORDS:** Application of vinasse. Alta Paulista. Productivity of sugarcane

**RESUMEN**

La aplicación de fertilizantes garantiza mayor producción y longevidad del cañaveral. El costo de implantación se diluye por la mayor longevidad de los brotes. La fertilidad del suelo, la disponibilidad hídrica y las variedades correctas, cuando se utilizan, garantizan aumentos en la producción. El sector sucroalcoholero genera residuos orgánicos que retornan al suelo, representando un importante reciclaje de nutrientes siendo la vinaza el principal residuo de esta agroindustria. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el desarrollo de la caña de azúcar con la aplicación de vinaza en los ambientes de cultivo de tres ciudad de la región de la Alta Paulista, haciendo un estudio detallado con la productividad y producción de azúcar. Instaló en los municipios de Sagres, Bastos y Parapuán tres áreas experimentales, utilizando el delineamiento de bloques a azar, sometidos a la aplicación de vinaza durante los años 2012 y 2013, cosechados en 2013 y 2014. La aplicación de vinaza no interfirió en Productividad de caña para el municipio de Bastos, en ambiente de producción B-C; En ambiente de producción inferiores, en los municipios de Sagres y Parapuã, se encontraron diferencias en la productividad para los años 2014 y 2013/14 respectivamente; Sólo en el año 2013 en el municipio de Bastos se encontró diferencia para ATR.

**PALABRAS CLAVE:** Aplicación vinaza. Alta Paulista. Productividad de la caña de azúcar

## INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é cultivada do Brasil desde o século XVI e seu cultivo se expandiu pelo país, dominando a produção de açúcar e etanol, usado para consumo interno e exportação (RAMOS, 2006).

Pertencente à família Poaceae e originária da Índia e Nova Guiné é cultivada no Brasil desde o início da colonização, consolidando-se a partir da década de 1970 na produção de etanol através do Proálcool objetivando a substituição do petróleo. Para que haja produtividade na cultura de cana de açúcar é necessário o correto manejo da adubação, disponibilizando os elementos essenciais a cultura.

A fertilidade do solo é importante para a sustentabilidade da cultura no Brasil. O setor sucroalcooleiro gera resíduos orgânicos que retornam ao solo, representando uma importante reciclagem de nutrientes. A aplicação de fertilizantes garante maior produção e longevidade do canavial. O custo com adubação de implantação é diluído pela maior longevidade das soqueiras. A fertilidade do solo, a disponibilidade hídrica e variedades aptas, quando utilizados garantem aumentos na produção. (ROSSETO et al., 2008).

A adubação e nutrição da cana-de-açúcar apresentam maiores incrementos a produtividade quando boas práticas agrícolas são adotadas no sistema que interfere no crescimento vegetal. A maior preocupação no uso de fertilizantes está nas dosagens e nos custos. Porém, o modo e a época de aplicação, e regulagem dos implementos determinam o sucesso das adubações. (DIAS & ROSSETO, 2006).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desenvolvimento da cana-de-açúcar com a aplicação de vinhaça nos ambientes de cultivo de três municípios da região da Alta Paulista, realizando um estudo detalhado destacando a produtividade e produção de açúcar de forma sustentável.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido em três municípios da região da Alta Paulista sendo: 1- Sagres (Fazenda Pilar); 2- Bastos (Fazenda Bonfim) e 3- Parapuã (Fazenda Adelaide). As áreas agrícolas escolhidas são fornecedoras da Usina Califórnia Usina Califórnia, localizada no município de Parapuã/SP sob as coordenadas 513.760 E / 7576.610 N, na macrorregião pertencente à bacia Hidrográfica UGRHI 21 – Rio do Peixe.

**Figura 1:** Localização da Usina Califórnia e dos experimentos



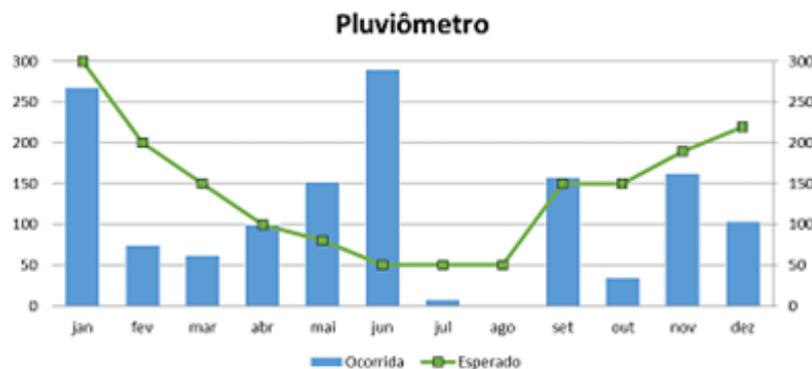
Fonte: Nakayama, 2014.

Durante o período de atividades com trabalho, entre os anos agrícolas de 2012 a 2014, onde se estudou a aplicação de vinhaça bem como seus efeitos na produtividade e ATR da cana, foram coletadas informações precipitação para as localidades de Parapuã/SP e demonstrados na figura 2, 3 e 4.

Argissolos, ambiente “C”;

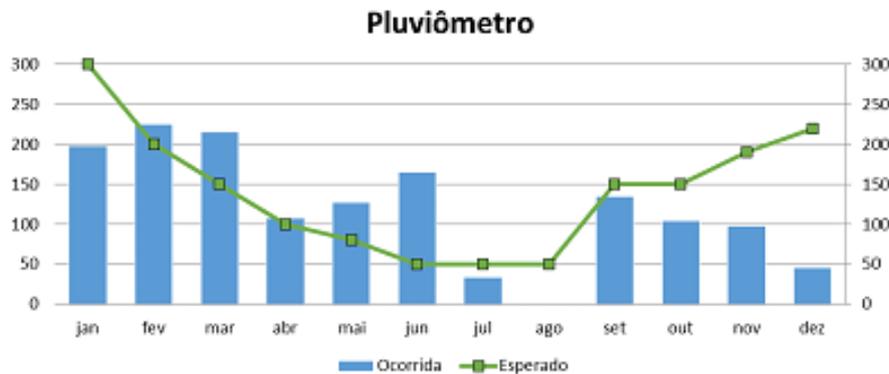
Argissolos, ambiente “B-C”;

**Figura 2:** Distribuição da precipitação do ano de 2012, no 1º ano de aplicação de vinhaça.



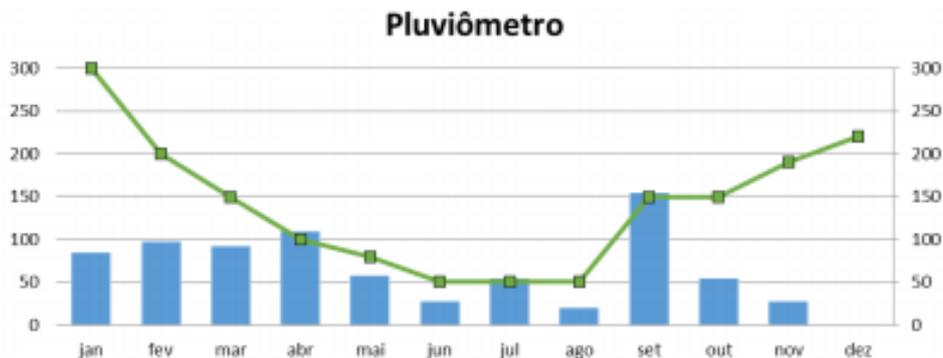
Fonte: USINA CALIFORNIA, 2012.

**Figura 3:** Distribuição da precipitação do ano de 2013, durante o 2º ano de aplicação de vinhaça e primeiro ano de coleta de dados (avaliações).



Fonte: USINA CALIFORNIA, 2013.

**Figura 4:** Distribuição da precipitação do ano de 2014, durante o 3º ano de aplicação de vinhaça e segundo ano de coleta de dados (avaliações).



Fonte: USINA CALIFORNIA, 2014.

Os solos das áreas experimentais foram classificados segundo a classificação de ambiente de cultivo para a cultura da cana-de-açúcar:

- 1- Sagres (Fazenda Pilar) – ambiente “C”;
- 2- Bastos (Fazenda Bonfim) – ambiente “B-A”;
- 3- Parapuã (Fazenda Adelaide) – ambiente “C”.

Os resultados das análises iniciais do solo (anterior a instalação do experimento) são apresentados na figura 5 abaixo:

**Quadro 1:** Resultados das análises químicas iniciais do solo para as 3 áreas experimentais.

Local	Prof.	pH CaCl <sub>2</sub>	M.O.	P	S	Ca	Mg	K	Al	H+Al	S.B.	CTC	V%
				mg.dm <sup>-3</sup>				----- mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> -----					
Sagres	0-20	6,4	20	11	6	19	6	1,1	1	10	26	36,1	72
	20-40	6,5	19	7	5	15	7	0,7	0	9	22,7	31,7	72
Bastos	0-20	4,3	17	2	5	6	5	1,2	3	22	12,2	33,8	36
	20-40	4,1	14	2	5	8	3	1,1	5	21	12,1	33,2	37
Parapuã	0-20	5,6	12	10	12	18	6	1,7	0	13	25,7	38,7	66
	20-40	5,7	11	8	8	17	8	1,1	0	15	26,1	41,1	64

O experimento foi conduzido durante os anos/safra 2013 e 2014, sendo que as colheitas ocorreram durante os meses de junho a agosto e as aplicações de vinhaça foram nos anos antecedendo as citadas colheitas, durante os anos de 2012 e 2013 durante os meses de agosto e setembro dos respectivos anos, logo após a colheita.

Os materiais genéticos de cana de açúcar que foram submetidos à aplicação de vinhaça são:

- 1- Variedade RB 86-7515 – data do plantio: junho/2011(Fazenda N.S. do Pilar)
- 2- Variedade RB 86-7515 – data do plantio: outubro/2010(Fazenda Bonfim)
- 3- Variedade RB 92-8064 – data do plantio: julho/2011(Fazenda Adelaide)

Realizou-se para a instalação do experimento o plantio convencional, utilizado caminhões para o transporte da cana de açúcar até a área de plantio. O sulco foi realizado com aproximadamente 40 cm de profundidade com um espaçamento de 1,50 m entre linhas. Colocando de 10 a 15 gemas por metro linear e realizando a cobertura com um cobridor de cana de açúcar. O sistema convencional de preparo do solo envolve operações de subsolagem e aração, combinado por gradagens para a eliminação de ervas daninha facilitando o plantio e incorporando corretivos no solo.

Para a aplicação de vinhaça nos três locais de experimentação foi utilizada a aspersão convencional onde a vinhaça é tomada dos canais principais por meio de moto-bombas, que alimentam tubulações principais e laterais, onde se encontram os aspersores. As tubulações laterais são movimentadas ao longo dos canais principais a fim de cobrir toda a área. A principal vantagem deste sistema é permitir um melhor controle da quantidade de resíduo, bem como sua distribuição mais homogênea, em relação aos sulcos de infiltração.

**Figura 5:** Irrigação com a utilização de vinhaça.



Fonte: NASCIMENTO, J.B. 2014.

A dose de vinhaça a ser aplicada no canavial foi definida com base no teor de potássio e na análise química do solo. Para o estado de São Paulo, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) definiu por meio da Portaria P4.231, a dose a ser aplicada para cada talhão em função da saturação de potássio no cálculo da capacidade de troca  $H_2O$  e parte do nitrogênio necessário à cana. Em muitos solos, é necessária complementar a vinhaça com adubos nitrogenados.

As adubações de plantio e cobertura da cana de açúcar foram realizadas seguindo a agenda padrão da empresa, sendo realizadas seguindo as recomendações descritas por Raji et al. (1997) com base na análise de solo (quadro 1).

Para controle de plantas daninhas, realizou-se a aplicação de herbicidas pré e pós-emergentes registrados para a cultura da cana de açúcar nas doses recomendadas para a cultura adequando ao tipo de solo e espécies de plantas daninhas.

O delineamento experimental adotado para a realização do trabalho foi o de blocos ao acaso com 4 repetições, constituídos pelos tratamentos 1-com aplicação de vinhaça e 2-sem aplicação de vinhaça. A distribuição dos blocos foi feita de acordo com os talhões distribuídos dentro de cada propriedade, de modo que sempre no talhão aplicado deixou-se uma área sem aplicação.

Para a avaliação da produtividade de cana de açúcar adotou-se a colheita mecanizada realizado nas três fazendas no qual foi determinada a produtividade para cada talhão tratado e não tratado, para posteriormente serem pesados, determinando a produtividade ( $ton \cdot ha^{-1}$ ).

Para a determinação da ATR (açúcar totalmente recuperável) foi realizado com amostras retiradas dos caminhões durante a recepção da cana na indústria, sendo encaminhadas (amostras) ao laboratório, no qual se segue a seguinte metodologia:

Conhecendo-se a pol. da cana (PC) e os açúcares redutores da cana (ARC), o ATR é calculado pela equação:

$ATR = 10 \times PC \times 1,05263 \times 0,905 + 10 \times ARC \times 0,905$  ou,

$ATR = 9,5263 \times PC + 9,05 \times ARC$ , onde:

$10 \times PC$  = pol. por tonelada de cana

1,05263 = coeficiente estequiométrico para a conversão da sacarose em açúcares redutores

0,905 = coeficiente de recuperação, para uma perda industrial de 9,5% (nove e meio por cento)  $10 \times ARC$  = açúcares redutores por tonelada de cana.

Os dados foram submetidos a análise de variância, aplicando-se o teste F para verificação de diferenças significativas entre as áreas com e sem aplicação de vinhaça. Para variáveis com F significativo, realizou-se o teste de Tukey para comparação das médias de produtividade e ATR. O programa estatístico utilizado foi o ASSISTAT versão 7.7 beta (PT).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 01 apresenta os dados de produtividade ( $\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), obtidos em cana de açúcar Var. RB86-7515 submetidos à aplicação de vinhaça. Fazenda Pilar Sagres (SP), 2013 e 2014. Para este ambiente, no ano de 2013 não foram encontradas diferenças significativas, porém para o ano de 2014 encontrou-se diferenças. O ano de 2013 caracterizou-se por apresentar uma pluviometria melhor distribuída em relação ao ano de 2014, fato este pode explicar a maior produtividade geral para este em relação a 2014. Pelo fato do ano agrícola 2014 ser um ano de baixos índices pluviométricos no período de desenvolvimento vegetativo da cana de açúcar, a aplicação de vinhaça pode ter contribuído e explicar a diferença apresentada, e considerar em algumas situações como, além de fornecedora de nutrientes, irrigação de salvamento. Faria Leite (2009), em estudo semelhante localizado no município de Monte Belo-MG, encontrou diferenças, concordando com os resultados encontrados no presente trabalho.

Tabela 01. Valores médios de produtividade ( $\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), obtidos em cana de açúcar Var. RB86-7515 submetidos a aplicação de vinhaça. Fazenda Pilar Sagres (SP), 2013 e 2014.

Local	Fazenda Pilar		Fazenda Bonfim		Fazenda Adelaide	
	RB86-7515		RB86-7515		RB92-8064	
Variedade	2013	2014	2013	2014	2013	2014
teste F	4,74 ns	23,29 *	3,60 ns	6,17 ns	36,69 **	10,53 *
CV (%)	1,73	0,85	1,64	3,85	0,59	1,97
DMS	3,822	1,41	3,50	7,37	1,21	3,012
Aplicação vinhaça	Produção ( $\text{kg} \cdot \text{ton}^{-1}$ )					
Com	99,28	75,52	93,83	88,16	92,06 a	69,60 a
Sem	96,67	73,37	95,92	82,40	89,75 b	66,53 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados de produtividade obtidos na Fazenda Bonfim, no município de Bastos (SP) não foram encontradas diferenças significativas em nenhum dos anos avaliados. A área da Fazenda Bonfim é considerada ambiente de cultivo entre B, o que pode estar favorecendo a produtividade da área não aplicada, ou a inexistência de diferenças estatísticas. Porém nota-se que quando os índices pluviométricos são baixos (ano 2014) a diferença entre os valores de produtividade entre os anos é maior, mesmo não diferindo significativamente ao nível de 5%

de probabilidade.

Já no município de Parapuã, a aplicação de vinhaça propiciou produtividades que diferiram significativamente para os anos de 2013 e 2014. Fato este pode estar atribuído ao fato do ambiente de produção, que no caso da Fazenda Adelaide é "C" e percebe-se que no decorrer dos anos, ambientes de cultivo inferiores apresentam de forma geral, diferenças maiores na produtividade de cana com aplicação de vinhaça.

Para a variável ATR, verifica-se em unidades produtivas da região problemas em áreas que há excesso de aplicação de vinhaça, normalmente em áreas ao redor das unidades industriais que no passado foram utilizadas para destinação de vinhaça. No presente trabalho, as 3 áreas avaliadas tem um histórico de 3 anos de aplicação, o que não se verifica excesso de potássio (QUADRO 1). Neste contexto, são apresentados os resultados após avaliação de 2 anos de aplicação de vinhaça nas tabelas abaixo. A tabela 04 apresenta valores médios de Açúcar Total Recuperável ( $\text{kg.ton}^{-1}$ ), obtidos em cana de açúcar Var. RB86-7515 submetidos a aplicação de vinhaça na Fazenda Pilar, localizada no município de Sagres (SP), no qual não foram identificadas diferenças significativas para os anos de 2013 e 2014.

Tabela 2. Valores médios de Açúcar Total Recuperável ( $\text{kg.ton}^{-1}$ ), obtidos em cana de açúcar Var. RB86-7515 submetidos a aplicação de vinhaça. Fazenda Pilar, Sagres (SP), 2013 e 2014.

Local	Fazenda Pilar		Fazenda Bonfim		Fazenda Adelaide	
Variedade	RB86-7515		RB86-7515		RB92-8064	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
teste F	3,48 ns	2,46 ns	28,08 *	8,01ns	10,01 ns	2,21 ns
CV (%)	1,73	1,17	0,48	0,79	0,68	2,27
DMS	4,68	2,98	1,43	2,42	2,10	7,16
Aplicação vinhaça	Produção ( $\text{kg.ton}^{-1}$ )					
Com	118,65	112,99	132,86 b	136,11	136,01	138,55
Sem	121,40	114,47	135,25 a	138,27	138,11	141,90

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a colheita do ano de 2013, os valores médios de Açúcar Total Recuperável ( $\text{kg.ton}^{-1}$ ), obtidos em cana de açúcar Var. RB86-7515 submetidos a aplicação de vinhaça na Fazenda Bonfim, Bastos (SP) foi encontrada diferença significativa para ATR, sendo que a o tratamento sem aplicação de vinhaça superou o tratamento diferindo ao nível de 5% de probabilidade. Este resultado pode ser atribuído ao fato do ambiente de produção ser "B" considerado superior às demais áreas, somado à boa distribuição hídrica (Figuras 3 e 4) sendo responsáveis pela baixa resposta da área submetida à aplicação de vinhaça se comparada à área testemunha. Segundo PIRES & FERREIRA (2008) em estudo semelhante realizado no município de Goiânia-GO também encontraram diferenças no ATR, concordando com os resultados mostrados no presente trabalho. Já na safra 2014, esta diferença não foi encontrada, possivelmente pela distribuição hídrica comprometer à área testemunha e favorecer a área aplicada, e também ao possível aumento da disponibilidade do íon  $\text{K}^+$ , que no tratamento com vinhaça pode ser fornecido sendo solubilizado com a solução do solo. Porém salienta-se que há necessidade da condução por um período maior de experimentação, podendo nestas áreas ocorrer aumento da longevidade do canavial.

Para os valores médios de Açúcar Total Recuperável ( $\text{kg.ton}^{-1}$ ), obtidos em cana de açúcar var. RB92-8064 submetidos a aplicação de vinhaça na Fazenda Adelaide em Parapuã (SP), não

foram identificadas diferenças significativas para a variável ATR. Observa-se, no mesmo raciocínio que ocorreu acréscimos de ATR para os 2 anos de cultivo, porém indiferentes estatisticamente. Para a maioria das áreas de aplicação de vinhaça na unidade em questão, foram observados resultados semelhantes, onde há acréscimos de produtividade de cana e decréscimos de ATR. Sugere-se com os resultados obtidos no presente trabalho que há necessidade de mais estudos sobre o assunto e a avaliação de viabilidade econômica das áreas estudadas.

## CONCLUSÃO

A aplicação de vinhaça não interferiu na produtividade de cana para o município de Bastos, em ambiente de produção B-C;

Em ambiente de produção inferiores, nos municípios de Sagres e Parapuã, encontraram-se diferenças na produtividade para os anos de 2014 e 2013/14 respectivamente;

Somente no ano de 2013 no município de Bastos foi encontrada diferença para ATR.

## CONSIDERAÇÕES

De acordo com os resultados, nota-se que há uma tendência em encontrar melhores resultados de produtividade em áreas com ambiente de cultivo inferior, principalmente em anos de baixa ou má distribuição hídrica;

Para ATR, pode-se perceber que de maneira geral a aplicação de vinhaça infere na diminuição desta variável, sobretudo em anos de melhor distribuição hídrica, o que pode influenciar numa condição favorável para a vegetação da planta e menor concentração de açúcar em período de safra.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

DIAS, F. L. F. ROSSETTO, R. Calagem e adubação da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V. PINTO, A. S. JENDIROBA, E. NÓBREGA, J. C. M. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Livro Ceres, 2006. p. 107-119.

KÖPPEN, W. Roteiro para classificação climática. **Roteiro para classificação climática**, 1970.

LEITE, G. F., Francisco Rodrigues da Cunha Neto, and Adauton Vilela de Resende. "Yield of sugarcane fertilized with swine wastewaters." *Ciência e Agrotecnologia* 33.1 (2009): 132-138.

NORMA CETESB P4.231 - Vinhaça – critérios e procedimentos para aplicação no solo agrícola. São Paulo, 2006.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RAMOS, E. A. P. **Comportamento da cana-de-açúcar, cultivar SP79-1 011, submetida a diferentes épocas de plantio em duas condições edafoclimáticas**, 2006. 63 f Dissertação – (Mestrado). Areia: PB.

ROSSETTO, R. DIAS, F. L. VITTI, A. C. Fertilidade do solo, nutrição e adubação. In: DINARDO-MIRANDA, L. L. VASCONCELOS, A. C. M. LANDELL, M. G. A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: IAC, 2008 a. p. 221-237.

SILVA, F. A. S. ASSISTAT-Assistência Estatística-versão 7.7 beta (pt). **Programa computacional**. Universidade Federal de Campina Grande Campus de Campina Grande-PB-DEAG/CTRN, 2014.