



AVALIAÇÃO DA UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO DE VINHAÇA POR AUTOPROPELIDO

Ribamar Castro Rodrigues¹, Joabe Martins de Souza², Fábio Ribeiro Pires³, Robson Bonomo³

¹ Engenheiro Agrícola autônomo – Av. Antônio Costa Leal, 29938-190, São Mateus – ES (ribamar.castro@hotmail.com)

² Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, CEUNES/UFES

³ Professores Doutores do Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas do Centro Universitário Norte do Espírito Santo – CEUNES/UFES

Recebido em: 06/10/2012 – Aprovado em: 15/11/2012 – Publicado em: 30/11/2012

RESUMO

A produção de álcool tem como resíduo líquido a vinhaça que requer cuidados especiais quanto à sua destinação. Na região norte do Espírito Santo a vinhaça é distribuída nas áreas de cultivo de cana-de-açúcar situadas próxima da usina empregando sistemas de irrigação por aspersão autopropelido. O objetivo deste trabalho foi analisar a uniformidade da distribuição de vinhaça nestas condições. Foram avaliados seis sistemas de irrigação por aspersão autopropelido, do tipo carretel enrolador, operando na aplicação de vinhaça. Verificou-se que cinco dos seis sistemas de irrigação avaliados apresentavam coeficiente de uniformidade de aplicação adequados, porém observou-se que esta uniformidade poderia ser melhorada caso fosse corrigida a desuniformidade da velocidade de recolhimento do canhão hidráulico, assim como ajustado o espaçamento entre carregadores.

PALAVRAS-CHAVE: Vinhoto, Carretel Enrolador, Canhão Hidráulico, Aspersão

EVALUATION OF UNIFORMITY OF APPLICATION FOR VINASSE SELF-PROPELLED

ABSTRACT

Ethanol production has liquid vinasse as waste that requires special care as to their destination. In northern Espírito Santo stillage is distributed in the areas of cultivation of cane sugar plant located next employing systems of self-propelled sprinkler irrigation. The objective of this study was to examine the uniformity of distribution of vinasse in these conditions. We evaluated six systems of self-propelled sprinkler irrigation, the reel spool, operating in application of vinasse. It was found that five of the six irrigation systems were evaluated uniformity coefficient suitable application, however it was observed that such uniformity could be improved if it were corrected

to uneven speed hydraulic recoil of the gun, and set the spacing between carriers.

KEYWORDS: Vinasse, Spool Reel, Hydraulic Cannon, Sprinkling

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) do mundo, sendo que, em média, 55% da cana produzida no Brasil se transformam em álcool e 45% em açúcar. Na safra 2011/2012 o país produziu 558,8 milhões de toneladas de cana destinadas a produção de 35,9 milhões de toneladas de açúcar e 22,6 trilhões de litros de álcool (UNICA, 2012). A produção de álcool gera como resíduo a vinhaça que requer cuidados especiais quanto à destinação. A aplicação da vinhaça no cultivo da própria cana-de-açúcar possibilita vantagens agrônômicas ao cultivo, além de se possibilitar uma destinação adequada a este resíduo (GIACHINI & FERRAZ, 2009; OLIVEIRA et al. 2009).

A vinhaça, em geral, apresenta elevadas concentrações de potássio, nitrato, e matéria orgânica, podendo o seu uso alterar as características do solo promovendo modificações em suas propriedades químicas, favorecendo a disponibilidade de alguns nutrientes para as plantas. Por outro lado, a vinhaça também pode promover modificações das propriedades físicas do solo, podendo levar a uma alteração da sua taxa de infiltração de água (SILVA et al., 2007).

Como forma racional do aproveitamento da vinhaça, e também como fonte de adubação potássica, os produtores de cana-de-açúcar e álcool têm empregado, como uma das alternativas, sistemas de irrigação tipo autopropelido, também designados por carretel enrolador, como equipamento para distribuição da vinhaça nas áreas de cultivo (ROCHA et al., 2005). Segundo PAULINO et al. (2011) a aplicação de vinhaça é feita em grande parte com o sistema autopropelido. Estes sistemas apresentam facilidades de deslocamento, operação e adaptação as condições de campo. Porém, necessitam de alta pressão de serviço e, conseqüente, elevado consumo de energia, além de terem a uniformidade de aplicação de água muito afetada pelas condições de operação, em especial pelo vento (BERNARDO, et al., 2008).

No emprego de autopropelidos para a aplicação de vinhaça a uniformidade de distribuição torna-se ainda mais relevante, uma vez que a desuniformidade de aplicação irá acarretar na aplicação desigual do resíduo na área, podendo levar a aplicação excessiva de potássio e dos outros constituintes, chegando até mesmo a ultrapassar os limites permitidos por lei. Em razão do exposto o objetivo deste trabalho consistiu na avaliação da uniformidade da aplicação de vinhaça por sistemas autopropelidos no Norte do Espírito Santo.

METODOLOGIA

Os testes foram realizados de dezembro de 2011 a julho 2012. Foram testados 06 conjuntos de irrigação tipo autopropelido, utilizados para aplicação de vinhaça na região norte do Espírito Santo, selecionados de forma a se ter uma boa representatividade da região em estudo. Das unidades avaliadas três estavam localizadas em áreas próximas a Usina ALCON, localizada a 18°27' de latitudes Sul e 45°56' de longitude Oeste e altitude de 46 metros no município de Conceição da Barra-ES. O clima do município de Conceição da Barra é Aw, segundo classificação

de Köppen, caracterizado por clima tropical de estação seca. O solo é franco-argilo-arenoso na camada de 0-20 cm e argilo-arenosa na camada de 20-40 cm, conforme classificação apresentada pelo diagrama triangular das classes texturais do solo (MEDINA, 1975).

As outras três áreas estavam próximas a Usina LASA, localizada a 19°20' de latitudes Sul e 46°01' de longitude Oeste e altitude de 28 metros no município de Linhares. O clima do município de Linhares é Aw, tratando-se de clima tropical úmido com inverno seco, segundo classificação de Köppen. O solo é franco-argilo-arenoso, conforme classificação apresentada pelo diagrama triangular das classes texturais do solo (MEDINA, 1975).

No Quadro 1 estão apresentadas as características gerais dos equipamentos de irrigação do tipo autopropelido avaliados neste trabalho.

QUADRO 1 – Características gerais dos equipamentos avaliados.

Equipamento	Fabricante	Modelo do Carretel	Característica		
			Comprimento da Mangueira (metros)	Modelo do Canhão	Diâmetro do bocal (mm)
1	Irrigabrazil	GSV125/300	280	SCD100	39,6
2	Irrigabrazil	GSV125/300	280	SCD100	39,6
3	Irrigabrazil	GSV140/350	340	SCD100	39,6
4	Irrigabrazil	125-400Gs4R	373	TWIN202PLUS	32,5
5	Irrigabrazil	125-400Gs4R	387	TWIN202PLUS	32,5
6	Irrigabrazil	125-400Gs4R	387	TWIN202PLUS	32,5

Os sistemas avaliados foram do tipo carretel enrolador, compostos na extremidade da mangueira de um carro porta aspensor, sobre o qual fica instalado o canhão hidráulico, da mangueira de polietileno propriamente dita, e do carretel enrolador, responsável pelo recolhimento da mangueira e conseqüente deslocamento do carro porta aspensor.

Para determinar a uniformidade de distribuição dos sistemas de irrigação autopropelidos foram adotadas metodologias e equações na forma proposta por Merriam e Keller (1978) e Bernardo et al. (2005).

Os dados de precipitação foram obtidos por meio de coletores, com área de captação de 50,24 cm², dispostos em 3 linhas, perpendiculares ao deslocamento do equipamento e com espaçamento de três metros entre coletores. As linhas de coletores foram dispostas no início, no meio, e no final do percurso da faixa de aplicação da vinhaça.

As pressões de serviço dos sistemas foram medidas utilizando-se de um manômetro de Bourdon, acoplado ao tubo de elevação do aspensor (Figura 1).



FIGURA 1 – Avaliação da uniformidade de aplicação de Vinhaça.

FONTE: Pesquisa dos autores

A velocidade de deslocamento foi determinada, estabelecendo-se, com estacas, um comprimento de 10 m ao longo do carreador e, com um cronômetro, o tempo necessário para que o equipamento fizesse o percurso entre as estacas. A partir dos volumes coletados, e da simulação das sobreposições, em função das distâncias entre carreadores, foi determinado o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) (BERNARDO, et al., 2008) expresso como:

$$CUC = 100 \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |L_i - L_m|}{n L_m} \right) \quad (1)$$

em que,

CUC - coeficiente de uniformidade de Christiansen, %;

L_i - lâmina coletada no coletor i , mm;

L_m - lâmina média, considerando todos os coletores, mm; e

n - número de coletores.

Os valores do coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) foram determinados para cada posição ao longo do percurso da faixa (início, meio e final); médias destes três valores (CUC médio); e considerando os valores obtidos nas posições conjuntamente (CUC geral).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentados os dados referentes às condições de operação dos sistemas avaliados. Todos os equipamentos estavam operando igual ou acima da pressão mínima recomendada de 300 kPa. Observou-se também, para todos os testes, a variação da velocidade de deslocamento ao longo do percurso do carro porta aspersor. Esta variação deu-se pela inexistência ou falta de operação do mecanismo de auto-regulagem de velocidade necessária a operação destes equipamentos tipo carretel enrolador. Este mecanismo possibilita compensar o aumento da velocidade periférica do carretel.

TABELA 2 – Condições operacionais dos equipamentos avaliados.

Condições operacionais	Equipamento					
	01	02	03	04	05	06
Horário do teste	10:00	10:30	11:00	13:30	09:30	08:50
Pressão de operação (kPa)	560	600	680	300	300	300
Vazão estimada (m ³ . h ⁻¹)	101	105	112	69	69	69
Largura da faixa (m)	66,0	84,0	66,0	60,0	60,0	60,0
Velocidade de deslocamento no início do percurso (m.h ⁻¹)	16,7	20,6	25,7	30,0	35,0	48,0
Velocidade de deslocamento no meio do percurso (m.h ⁻¹)	19,5	27,7	31,9	50,0	40,0	60,0
Velocidade de deslocamento no final do percurso (m.h ⁻¹)	--	30,0	35,1	34,0	54,6	55,0

Na Tabela 3 estão apresentadas as lâminas médias de vinhaça aplicadas ao longo do percurso percorrido pelos equipamentos. Em sistemas do tipo autopropelido a lâmina aplicada é proporcional a vazão do canhão hidráulico, e inversamente proporcional a velocidade deslocamento e a largura de faixa adotada. Deste modo, uma irregularidade da velocidade de recolhimento do canhão hidráulico ocasiona uma desuniformidade de aplicação da vinhaça ao longo da faixa de aplicação.

TABELA 3 – Lâminas médias coletadas, para a largura de faixa empregada no momento do teste.

Posição	Equipamento					
	01	02	03	04	05	06
	--- Lâminas (mm) ---					
Início do percurso	68,2	52,4	52,2	41,8	36,3	24,7
Meio do percurso	55,1	42,9	43,3	30,7	21,0	16,5
Final do percurso	--	40,2	37,2	36,5	19,1	19,9

Considerando a largura de faixa adotada no momento do teste, e as lâminas coletadas, foram feitas as devidas simulações de sobreposição das lâminas e determinado o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), apresentados na Tabela 4. Estes valores foram determinados considerando cada posição de coleta de lâminas, a média dos valores (CUC médio), e conjunto composto pelos valores das três posições de coletas conjuntamente (CUC geral).

TABELA 4 – Valores do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) para os equipamentos avaliados, para larguras de faixa empregadas no momento do teste, e posição ao longo do carreador.

Posição	Equipamento					
	01	02	03	04	05	06
	--- CUC (%) ---					
Início da faixa	83,7	84,1	83,5	94,9	84,5	94,9
Meio da faixa	81,2	91,6	81,5	79,4	66,3	79,4
Final da faixa	--	83,5	75,7	93,0	77,8	93,0
CUC médio	82,5	86,4	80,3	89,1	76,2	89,1
CUC geral	80,3	79,5	78,7	81,8	67,0	76,4

Em sistemas do tipo autopropelido a adoção de um espaçamento entre faixas apropriado para cada condição específica de funcionamento, ou seja, tipo e diâmetro do bocal, pressão de operação e condições de vento, deve ser buscada visando otimizar a uniformidade de aplicação da vinhaça e a operacionalização do sistema. Na Tabela 5 estão apresentados os valores de CUC simulados para diferentes larguras de faixa.

TABELA 5 – Valores do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) simulados para diferentes larguras de faixa.

Largura da Faixa (m)	Equipamento					
	01	02	03	04	05	06
	--- CUC (%) ---					
56	75,4	75,3	77,5	76,6	67,8	80,8
60	78,4	75,9	79,1	81,8	67,0	89,1
66	80,3	75,4	78,7	82,0	66,9	88,1
72	83,4	76,6	78,0	74,6	67,5	80,7
78	87,6	78,5	78,4	66,0	65,9	70,7
84	88,2	79,5	79,2	57,9	63,5	61,3
90	85,9	77,7	80,1	50,6	58,9	52,5

Obs. Valores em negrito correspondem a largura de faixa adotada no momento do teste.

Na Figura 2 estão representados, de forma exemplificativa considerando o teste 03, os perfis de distribuição das lâminas de vinhaça para as três posições de coleta ao longo do percurso, e o valor médio.

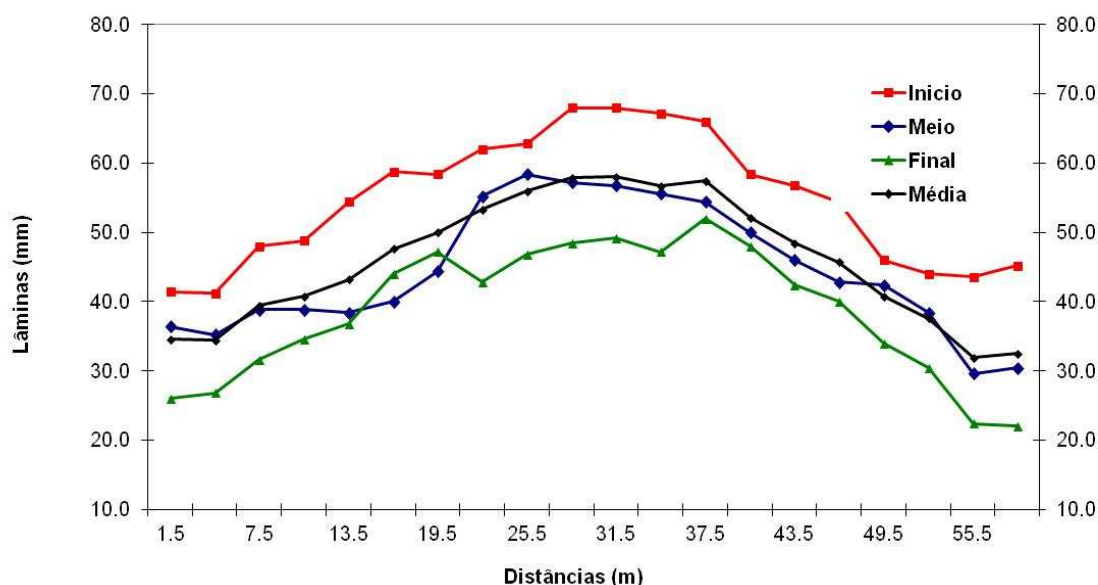


FIGURA 2 - Perfis de distribuição das lâminas de vinhaça aplicadas no teste 03.

Para a variedade SP 80-3280 valores superior foram encontrados nesse trabalho, em comparação a GAVA et al. (2011) onde estudaram três variedades de cana-de-açúcar em primeiro ciclo de cultivo na região de Jaú –SP encontrando produtividade de 91,9 t ha⁻¹ (sequeiro) e 133,9 t ha⁻¹ (irrigado) para a variedade SP 80-3280.

A desuniformidade da velocidade de deslocamento do canhão hidráulico no percurso ao longo da faixa de aplicação de vinhaça (Tabela 2) levou a uma desuniformidade de aplicação da lâmina ao longo da faixa de aplicação (Tabela 3). Este comportamento resulta em uma redução no potencial de uniformidade de aplicação da vinhaça pelo equipamento, o que fica evidenciado pelos menores valores de CUC geral (Tabela 4) quando comparados valores de CUC médio.

Os valores de coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC geral) verificados nos testes foram superiores a 78,7%, com exceção para o equipamento 05 que apresentou CUC de 67,0%. Estes valores são similares aos obtidos por Silva e Pereira (1996). Exceto para o equipamento 05, os valores de CUC determinados indicam uma boa uniformidade de irrigação para estes sistemas, tendo em vista a recomendação apresentada por Keller e Bliesner (1990), segundo a qual, sob condições de vento moderado a fraco, os valores típicos de CUC para autopropelido devem estar acima de 70%.

No geral, o espaçamento entre carregadores (largura de faixa) adotados no campo estavam baixos, ou seja, um maior espaçamento entre carregadores possibilitaria uma maior uniformidade de aplicação da vinhaça, em função da menor sobreposição de lâminas, além de desonerar a operação da aplicação, em função de um menor número de mudanças do equipamento para fertirrigar a área total.

CONCLUSÃO

Os sistemas autopropelidos avaliados apresentaram, exceto para um dos equipamentos, valores de uniformidade de aplicação de vinhaça superiores a 78% indicando uma boa uniformidade de aplicação da vinhaça. Porém, verificou-se também que, uma adequação no mecanismo de controle da velocidade de deslocamento do canhão hidráulico e da largura da faixa irrigada poderá

proporcionar valores superiores de CUC, o que seria importante, uma que se trata da aplicação de um resíduo com potencial poluente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as usinas ALCON e LASA pela concessão da área e auxílio para realização do presente trabalho.

REFERÊNCIAS

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MONTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**, 8. ed. Viçosa: UFV, 2008. 625 p.

GIACHINI, C. F.; FERRAZ, M. V. Benefícios da utilização de vinhaça em terras de plantio de cana-de-açúcar. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 07, n. 15, p., 2009.

KELLER, J., BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Avibook, 1990. 649 p.

MEDINA, H.P. Constituição física. In: **Elementos de Pedologia**. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e Científicos, 1975. p.1-20.

MERRIAM, J. L., KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: a guide for management**. Logan: Utah State University, 1978. 271 p.

OLIVEIRA, E. L.; ANDRADE, L. A. B.; FARIA, M. A.; EVANGELISTA, A. W. P.; MORAIS, A. R. Uso de vinhaça de alambique e nitrogênio em cana-de-açúcar irrigada e não irrigada. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.44, n.11, p.1398-1403, nov. 2009.

PAULINO, J; FOLEGATTI, M. V.; ZOLIN, C. A.; SÁNCHEZ-ROMÁN, R. M. Situação da Agricultura Irrigada no Brasil de Acordo com o Censo Agropecuário de 2006. **Irriga**, v. 16, n. 2, p. 163-176, 2011.

ROCHA, A. F.; PEREIRA, G. M.; ROCHA, F. S.; SOLVA, J. O. Análise da uniformidade de distribuição de água de um equipamento autopropelido. **Irriga**, v. 10, n. 1, p. 96-106, 2005.

SILVA, M. A. S. da; GRIEBELER, N. P.; BORGES, L. C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.11, n.1, p.108–114, 2007.

SILVA, J. G. F.; PEREIRA, J. R. B. Avaliação do desempenho de um equipamento de irrigação autopropelido Perromatic. **Revista Ceres**, v.43, n.248, p. 346-357, 1996.

UNICA – União dos Produtores de Cana-de-Açúcar. Disponível em: <http://www.unicadata.com.br/historico-de-producao-e-moagem.php>. Acesso em 06 ago. 2012.