

(DOI): 10.5777/PAeT.V5.N2.07

*Este artigo é apresentado em Português e Inglês com "Resumen" em Espanhol.**Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, Guarapuava-PR, v.5, n.2, p. 87-104, 2012.***Artigo Científico****Resumo**

Na irrigação pressurizada por microaspersão ocorre perda de água aplicada, especialmente com alta demanda atmosférica. O objetivo deste trabalho foi desenvolver e avaliar um conjunto de teste pressurizado para aplicação de água por microaspersão com indução de ar às gotas utilizando o princípio de Venturi, combinando o efeito de diferentes pressões e concentrações de um adjuvante. O experimento foi conduzido na Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília, Brasília, DF. Foi utilizado um conjunto motobomba com um indutor de ar para que o microaspersor funcionasse com a mistura de água e ar. Foram utilizadas quatro pressões de trabalho (147; 196; 245 e 294 kPa) e cinco doses do adjuvante agral (0,0; 0,025; 0,050; 0,075 e 0,100%). O conjunto de aplicação desenvolvido induz ar e gera gotas de líquido com ar em seu interior na faixa de pressão entre 150 e 300 kPa. A pressão e a concentração de adjuvante interagiram provocando a redução do raio de aplicação da água.

Palavras-chave: eficiência da irrigação; gotas com ar; espalhante adesivo.

Influência da indução de ar e de adjuvante na irrigação por microaspersão

Francisco Faggion¹Carlos Alberto da Silva Oliveira¹Leonardo Zimmer Nascimento²

Influencia de la inducción de aire y adyuvante en riego por microaspersión

Resumen

En el riego presurizado por microaspersión ocurre pérdida de agua aplicada, sobre todo con alta demanda atmosférica. El objetivo de este estudio fue desarrollar y evaluar un conjunto de prueba presurizado para aplicación de agua por microaspersión con inducción del aire en las gotas utilizando el principio de Venturi, con la combinación de lo efecto de diferentes presiones y concentraciones de un adyuvante. El experimento se llevó a cabo en la finca Água Limpa de la Universidad de Brasilia-DF, Brasil. Se utilizó un conjunto moto-bomba con inductor de aire para el microasperor funcionar con una mezcla de agua y aire. Se aplicó cuatro presiones de trabajo (147, 196, 245 y 294 kPa) y cinco dosis de lo adyuvante Agral (0; 0,025; 0,050; 0,075 y 0,100%). El conjunto de aplicación desarrollada induce aire y genera gotas de líquido con aire interior dentro del rango de presión de 150 y 300 kPa. La presión y la concentración de adyuvante han interactuado causando una reducción del radio de la aplicación de agua.

Palabras clave: Eficiencia de riego; gotas con aire, esparcidor adhesivo.

Introdução

A eficiência da aplicação de água em áreas cultivadas está aquém do ideal, o que reduz substancialmente os benefícios decorrentes dos investimentos realizados na aplicação de água, conforme o relatório de avaliação do programa plurianual do Ministério da Integração Nacional, (BRASIL, 2006).

A irrigação localizada por microaspersão propicia economia de água e energia (ALMEIDA et al., 2010) o que contribui para o aumento do seu uso. Mesmo assim, ela e outras formas de aplicação pressurizadas apresentam perdas de água por deriva

e evaporação, reduzindo a entrada de água no meio poroso do solo.

Alguns resultados de pesquisa mostram que a eficiência da aplicação em microaspersão varia de 60 a 90%. Estudando a distribuição de água em microaspersores CONCEIÇÃO (2002) obteve perdas por deriva e evaporação na presença de vento entre 17,1 e 30,2% superior ao volume total aplicado sem vento. BARRETO FILHO et al. (2000) encontraram valores de eficiência de aplicação para as subunidades estudadas entre 78,3 a 84,6%.

As perdas por evaporação e deriva são influenciadas pelas condições operacionais do emissor e pelas variáveis meteorológicas locais

Recebido em: 02/03/2012.

Aceito em: 03/08/2012.

1 Professor FAV/Universidade de Brasília-UnB, C.P. 4508, CEP 70.910-970, Brasília, DF. Fone: (61)3107-2823. E-mail: faggion@unb.br.

2 Engenheiro Agrônomo. FAV/UnB, C.P. 4508, CEP 70.910-970, Brasília, DF. Fone: (61)3339-3368. E-mail: leozn14@hotmail.com.

*Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia v.5, n.2 mai/ago. (2012)**Print-ISSN 1983-6325 (On line) e-ISSN 1984-7548*

(CONCEIÇÃO, 2009). EVANGELISTA et al. (2010) salientam que as variáveis velocidade do vento, umidade relativa e temperatura do ar influenciam na eficiência de aplicação, com destaque para a velocidade do vento. Da mesma maneira, PINTO et al. (2006) verificaram que a umidade relativa do ar e especialmente a velocidade do vento influenciaram significativamente a eficiência da água aplicada por pivô central. As propriedades físicas e ou físico-químicas da gota formada não são mencionadas como variáveis que podem reduzir as perdas do líquido por afetarem o tamanho da gota e o tempo de exposição à evaporação.

A geometria interna dos rotores dos microaspersores foi o fator que mais influenciou o desempenho do modelo balístico de distribuição da água de diferentes bocais analisados (CONCEIÇÃO, 2002). LORENZINI (2006) menciona que até o momento o atrito com o ar talvez tenha sido erroneamente desconsiderado para avaliar a evaporação das gotas. Com o dimensionamento adequado do emissor, a utilização de equipamentos em condições adequadas, o aumento do tamanho da gota e a operação racional, a eficiência pode ser melhorada. Todavia o aumento do tamanho das gotas de água de massa constante, através da redução da tensão superficial e da injeção de ar tem sido pouco estudado. A utilização de redutores da tensão superficial da água de irrigação isoladamente ou em conjunto com emissores que adicionam ar à água aplicada carecem de melhores informações.

Equipamentos de injeção de fertilizantes diversos podem ser adaptados para injetar ou induzir uma vazão de água desejada (FERNANDES, 2003) em função da pressão a montante e a jusante do ponto de injeção. LIMA NETO (2006) estudando o desempenho da admissão de fertilizantes utilizando água, tanto como fluido motriz como de sucção constatou que, quanto maior é a densidade do fluido de sucção, menores são as faixas de vazão de operação e os rendimentos alcançados.

Estudando técnicas para determinação da quantidade de ar nas gotas do spray em pulverização, FAGGION et al. (2006) mostraram que as pontas ou bicos com indução de ar geram menor número de gotas, com tamanho e massa maior que as geradas por bocais convencionais equivalentes. Com isso, nas mesmas condições operacionais, a gota com ar, de dimensão maior, viaja a uma velocidade menor que a gota sem ar e de dimensão menor. As gotas com ar geradas por pontas com indução de ar, quando

estudadas em túnel de vento sofrem menor efeito de deriva.

Por outro lado, a tensão superficial da água baixa rapidamente com o aumento da concentração do adjuvante agral, atingindo o valor mínimo de 30,5 mN m⁻¹ antes mesmo da concentração atingir 0,1%. Aumentando a concentração, a tensão superficial permanece próxima desse valor e a curva do coeficiente de micelização estabiliza próxima do valor máximo de 100% (MONTÓRIO, 2001).

O objetivo deste trabalho foi desenvolver e avaliar um conjunto de teste para aplicação pressurizada da água por microaspersão com indução de ar às gotas utilizando o princípio de Venturi, combinando o efeito de diferentes pressões e concentrações de um adjuvante adicionado à água.

Material e métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Hidráulica Aplicada ao Agroambiente, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, localizado na Fazenda Experimental da Universidade de Brasília.

Foram estudados e adaptados as características e mecanismo de funcionamento de emissores tipo microaspersor e os mecanismos de indução de ar disponíveis no mercado local (Brasília, DF). Após a seleção e aquisição dos equipamentos e materiais a serem utilizados para realizar o presente trabalho, os mesmos foram reunidos no laboratório, onde foi montado um sistema de irrigação com um indutor de ar do tipo Venturi na tubulação de alimentação, um microaspersor e uma calha com provetas para a coleta do líquido. Posteriormente a este processo inicial e sendo definido o leiaute de distribuição, foi montado um equipamento de teste (Figura 1A e 1B).

O equipamento de teste foi constituído por dois reservatórios para água, tubulação de sucção, conjunto motobomba, tubulação de recalque, registros de gavetas, indutor de ar tipo Venturi, tubulação de retorno, manômetro metálico de Bourdon (Figura 1A), microaspersor, calha coletora e provetas graduadas (Figura 1B).

A indução de ar foi feita com um Venturi modelo 584 de ¾" da marca Mazzei que possui indicação de pressão de operação entre 147 a 176 kPa para induzir líquido e vazão de líquido entre 7,95 a 38,61 Lmin⁻¹, utilizado comercialmente para injeção de fertilizante em irrigação.

A calha coletora com dimensões de 2,60 m x 2,65 m foi composta por telhas de plástico

A.



B.

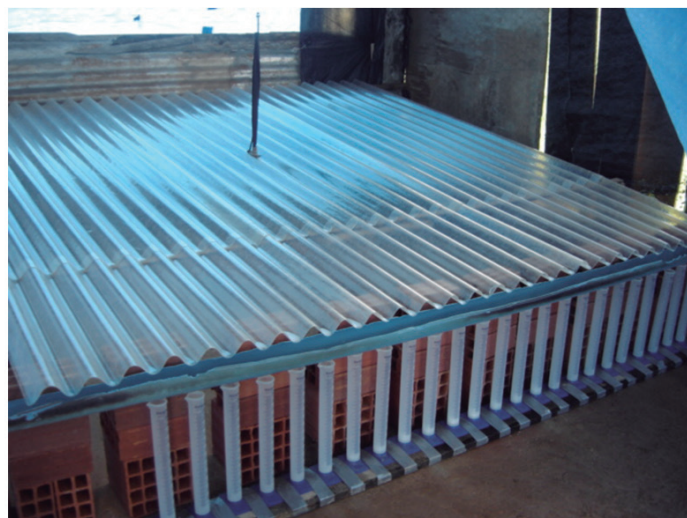


Figura 1. Conjunto de teste constando de (A) reservatórios de água, motobomba, registros, indutor de ar tipo Venturi, manômetro e retorno da solução com ar e de (B) microaspersor, calha coletora e provetas graduadas.

transparente dispostas sobre um suporte com declividade de 20% tendo canais coletores afastados entre si em 9,35 cm. O microaspersor foi posicionado no centro da calha na altura de 0,6 m em relação à parte superior do canal. Foram utilizadas provetas graduadas com capacidade para 250 mL, uma em cada calha, totalizando 25 provetas para a coleta da água aplicada (Figura 1B).

Utilizou-se um emissor da Rain Bird modelo QN-05 preto com diâmetro do orifício de descarga de 0,76 mm e defletor colocado na posição "E". Na

faixa de pressão entre 73,5 a 196 kPa, de acordo com as informações do fabricante, fornece uma vazão de 14 a 25 L h⁻¹ aplicada numa área com formato aproximadamente circular.

Foram realizados ensaios laboratoriais do equipamento de teste desenvolvido para avaliar o funcionamento e a eficácia na indução de ar. O ajuste da pressão foi feito com o registro de esfera instalado na tubulação de retorno, após o líquido ter passado pelo sistema Venturi. Foi verificada a faixa de pressão de trabalho em que o conjunto de teste

induziu ar à água adequadamente o que possibilitou o estabelecimento dos tratamentos de pressão.

Para reduzir a tensão superficial da água utilizou-se o adjuvante Nonil fenoxi poli (etilenoxi) etanol (20% m/v), classificado como espalhante adesivo do grupo químico alquil fenól etoxilado na formulação concentrado solúvel com denominação comercial de agral. MONTÓRIO (2001) afirma que antes de atingir a concentração 0,1% de agral (maior concentração adotada neste trabalho) ocorre o efeito do adjuvante, baixando a tensão superficial da água o que torna possível o uso de baixas concentrações em irrigação.

Foram utilizadas cinco doses de agral em quatro pressões de trabalho. As concentrações de agral (% em volume) foram: $A_1=0,0$; $A_2=0,025$; $A_3=0,050$; e $A_4=0,075$; $A_5=0,100$. As pressões de trabalho (kPa) foram: $P_1=147$; $P_2=196$; $P_3=245$; e $P_4=294$.

O delineamento experimental utilizado consistiu de 20 tratamentos provenientes da combinação entre as cinco doses de agral e as quatro pressões de trabalho com três repetições, totalizando 60 observações. O tempo de coleta em cada repetição foi fixado em 5 minutos. Foi avaliado o funcionamento do microaspersor e coletado o volume de líquido em cada tratamento nas 20 posições da calha coletora.

Por fim, os dados obtidos foram organizados para a comparação entre as médias por meio da aplicação da análise da variância e do teste de Tukey a 5% de significância.

Resultados e discussão

Na realização dos testes iniciais, verificou-se que conjunto de teste induz ar satisfatoriamente entre a pressão mínima de 150 e a máxima de 300

kPa. Com base nesses resultados foram definidos os tratamentos das pressões de trabalho para que houvesse indução de ar. A pressão de funcionamento do conjunto é maior que a recomendada pelo fabricante do microaspersor para aplicar apenas água devido à necessidade de maior pressão para funcionar o indutor de ar. Salienta-se que as pontas de pulverização com indução de ar também funcionam melhor em pressões de trabalho superiores às pontas convencionais com vazões equivalentes.

A utilização de apenas um microaspersor gerou retorno considerável de mistura água, agral e ar para o reservatório de líquido. Devido ao controle da pressão ter sido efetuado no retorno, houve alterações na quantidade de ar induzido com o aumento da pressão de trabalho que com o sistema desenvolvido não foi possível mensurar essas alterações. Para que isso seja possível há necessidade de desenvolvimento de um leiaute diferente do conjunto de teste e adotar outras metodologias de coleta de dados.

O raio máximo de aplicação do microaspersor foi de 0,85 m, com alcance do jato de água em formato circular. Com isso, houve deposição de líquido apenas nas 20 provetas graduadas centrais (dez cada lado), considerando todos os tratamentos. Devido à formação de espuma, algumas provetas centrais transbordaram no final do tempo de coleta o que foi desconsiderado neste trabalho.

A análise da variância mostrou que existe interação entre a concentração de agral e a pressão crescente, principalmente nas posições da extremidade e central, influenciando a obtenção do volume coletado nestas posições (Tabela 1). Estas posições receberam os menores e maiores volumes de água, respectivamente. Tal resultado confirma a hipótese de que tanto a pressão quanto a dose de agral podem reduzir a distância de alcance da gota ou raio de aplicação do aspersor.

Tabela 1. Dados da análise de variância para a variável dependente posição de coleta de água do emissor, distanciadas entre si de 9,35 cm, a partir da extremidade (10) até a posição central do emissor (1), em dois lados de coleta em função das duas variáveis independentes pressão no emissor (P) e concentração de agral (A). Média de três repetições.

	Posição de coleta de água																				
	Lado A										Lado B										
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
P	ns	ns	ns	*	*	**	**	**	**	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns
A	**	**	**	**	ns	ns	**	**	**	**	**	ns	*	ns	ns	ns	**	**	ns	**	**
P x A	*	**	ns	ns	ns	ns	**	ns	*	**	**	ns	ns	ns	*	*	*	**	**	**	**
CV (%)	284	74	33	21	19	18	12	9	8	11	8	17	14	11	13	18	20	25	53	206	

* significativo ($P < 0,05$); ** significativo ($P < 0,01$); ns não significativo.

A presença de ar no interior das gotas aumenta o volume e, possivelmente, a massa de cada gota. Considerando os resultados obtidos com pontas de pulverização com indução de ar analisadas em túnel de vento pode-se inferir que a deriva será diminuída, especialmente das gotas pequenas, conforme salienta FAGGION (2008).

Os volumes de água coletados tanto do lado A (Tabela 2) quanto do lado B do emissor (Tabela 3) ajudam a esclarecer melhor o comportamento dos tratamentos utilizados e suas interações.

Em termos de aumento da concentração do adjuvante foi observado, sistematicamente, maiores médias de volume de água nas posições de coleta centrais de 1 a 5, em ambos os lados. Isto evidencia o efeito da redução da tensão superficial e a presença de ar no interior da gota, alterando o seu tamanho. Com isso as gotas passaram a encontrar maior resistência do ar e caíram mais próximas do centro, o que é confirmado pelos dados obtidos nas posições 6 a 10 da extremidade de ambos os lados.

Com o aumento de pressão que têm efeitos combinados ou aditivos e possibilita jogar a gota de água mais longe, observou-se maiores médias de volume de água coletado, em todas as posições, exceto a posição 1 do lado B. O efeito isolado da pressão ajuda a explicar tal fato, tendo em vista

que a vazão do emissor aumenta com a pressão que chega até ele e as gotas podem ser aspergidas a maiores distâncias. Todavia, com os dados das duas tabelas não foi possível desdobrar o efeito isolado da redução de ar por não terem sido realizados ensaios sem presença de ar.

Ainda, analisando isoladamente os efeitos do aumento da pressão na concentração de agral 0%, observou-se considerável efeito deste tratamento no intervalo de pressões estudadas, ou seja, os volumes de água aumentaram na posição central e reduziram na posição da extremidade. O efeito isolado do ar poderá ser esclarecido em análise a ser realizada na sequência deste trabalho.

O adjuvante e a pressão reduziram o raio de aplicação da água o que é bem visível na posição 10 de coleta, onde sem adjuvante houve deposição e nas demais concentrações somente houve presença em duas provetas do lado B de coleta.

A figura 2 mostra o volume de líquido coletado nas quatro pressões de trabalho na concentração 0,050% de agral a partir do centro da calha coletora.

Verifica-se a diminuição acentuada do volume coletado com o afastamento do centro do emissor nos dois lados de coleta e o comportamento similar nas duas curvas, especialmente a partir da posição três de coleta.

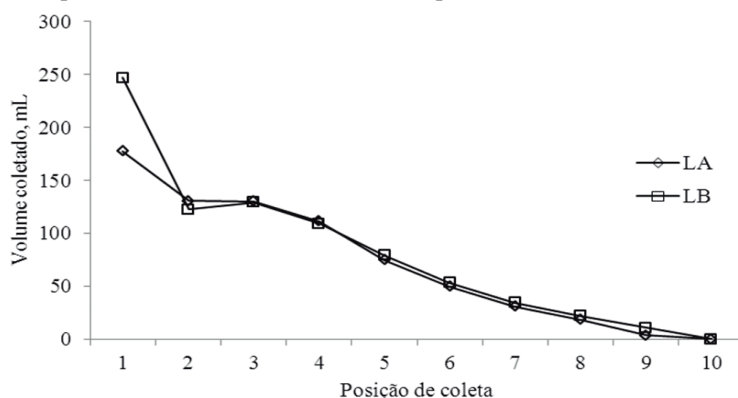


Figura 2. Volume coletado, mL na dose 0,050% de agral a partir do centro do emissor nos lados A(LA) e B(LB).

A figura 3 mostra que o aumento da concentração de espalhante adesivo provoca maior deposição nos pontos mais próximos do emissor. Ao mesmo tempo é possível verificar o maior volume coletado localizado nos pontos de coleta mais próximos do microaspersor.

A figura 4 mostra que na concentração 0,050% de agral, o volume coletado aumenta com o

aumento da pressão de trabalho em todas as posições. Entretanto, o aumento do volume coletado foi mais evidente nas posições 2 e 4 de coleta.

O acréscimo de agral até a concentração máxima de 0,1 % reduziu o raio de aplicação da água fazendo com que maior volume de líquido ficasse depositado próximo ao microaspersor. Isto comprova a afirmação de MONTÓRIO (2001) que afirma ser o

Tabela 2. Volume coletado de líquido (mL) nas posições 1 a 10, do lado A do emissor, em função dos tratamentos de pressão crescente P (kPa) e das concentrações de agral trabalhadas A (% em volume). Média de três repetições.

Posição	P	A ₁ =0,0	A ₂ =0,025	A ₃ =0,050	A ₄ =0,075	A ₅ =0,100	Média
1	147	176,0	137,0	135,3	179,7	172,7	160,1
	196	104,0	205,7	133,7	154,3	192,7	158,1
	245	225,0	164,7	228,7	196,7	214,0	205,8
	294	246,7	155,3	212,7	212,3	208,7	207,1
	Média	187,9	165,7	177,6	185,8	197,0	
2	147	92,3	88,3	98,3	102,3	106,3	97,5
	196	96,3	115,3	126,7	119,0	115,7	114,6
	245	100,7	127,7	144,3	145,3	145,0	132,6
	294	120,0	138,0	153,3	160,3	171,3	148,6
	Média	102,3	117,3	130,7	131,8	134,6	
3	147	80,0	96,3	93,7	102,0	106,3	95,7
	196	94,7	105,0	128,3	120,0	113,0	112,2
	245	98,7	131,3	144,3	138,3	133,7	129,3
	294	99,3	132,7	153,7	161,7	143,7	138,2
	Média	93,2	116,3	130,0	130,5	124,2	
4	147	66,0	90,3	80,3	81,7	85,3	80,7
	196	95,7	85,3	96,7	98,3	99,0	95,0
	245	95,3	110,3	122,0	121,0	108,3	111,4
	294	88,7	99,3	146,0	140,0	121,7	119,1
	Média	86,4	96,3	111,3	110,3	103,6	
5	147	49,0	67,7	56,7	53,3	58,0	56,9
	196	53,7	58,7	59,3	63,7	67,7	60,6
	245	82,7	73,3	83,7	86,7	69,7	79,2
	294	78,7	67,7	99,7	90,7	81,3	83,6
	Média	66,0	66,8	74,8	73,6	69,2	
6	147	38,3	42,0	37,3	37,7	39,7	39,0
	196	58,0	37,3	40,3	44,0	47,3	45,4
	245	61,7	50,3	58,3	60,0	48,0	55,7
	294	57,3	45,7	62,7	60,3	55,0	56,2
	Média	53,8	43,8	49,7	50,5	47,5	
7	147	30,0	25,3	22,7	24,0	24,3	25,3
	196	48,0	23,7	26,0	28,0	29,3	31,0
	245	45,7	31,0	37,3	39,0	30,7	36,7
	294	48,0	28,7	37,3	37,0	34,7	37,1
	Média	42,9	27,2	30,8	32,0	29,8	
8	147	25,0	8,7	13,3	14,3	14,0	15,1
	196	36,3	16,0	16,0	16,3	14,0	19,7
	245	28,0	19,7	23,0	23,7	18,3	22,5
	294	35,3	12,7	21,7	21,7	21,7	22,6
	Média	31,2	14,3	18,5	19,0	17,0	
9	147	20,0	5,3	0,0	0,0	0,0	5,1
	196	23,7	0,0	0,0	0,0	9,0	6,5
	245	4,0	0,0	6,7	14,3	0,0	5,0
	294	26,0	0,0	8,3	4,7	13,0	10,4
	Média	18,4	1,3	3,8	4,8	5,5	
10	147	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	196	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
	245	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	294	10,7	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1
	Média	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	

Tabela 3. Volume coletado de água (mL) nas posições 1 a 10, do lado B do emissor, em função dos tratamentos de pressão crescente P (kPa) e das concentrações de agral trabalhadas A (% em volume). Média de três repetições.

Posição	P	A ₁ =0,0	A ₂ =0,025	A ₃ =0,050	A ₄ =0,075	A ₅ =0,100	Média
1	147	241,7	225,7	250,0	248,7	250,0	243,2
	196	250,0	236,7	250,0	250,0	234,3	244,2
	245	176,3	250,0	238,3	250,0	249,3	232,8
	294	196,3	221,3	250,0	250,0	250,0	233,5
	Média	216,1	233,4	247,1	249,7	245,9	
2	147	112,7	80,7	107,7	117,3	111,3	105,9
	196	97,3	109,3	116,0	129,0	117,3	113,8
	245	108,3	137,0	122,7	145,0	137,0	130,0
	294	143,7	87,7	145,0	150,7	151,3	135,7
	Média	115,5	103,7	122,8	135,5	129,3	
3	147	84,7	86,0	102,0	112,7	105,3	98,1
	196	107,0	115,7	130,7	129,0	122,0	120,9
	245	117,0	130,7	128,3	140,3	135,0	130,3
	294	136,7	181,7	157,0	157,3	153,0	157,1
	Média	111,3	128,5	129,5	134,8	128,8	
4	147	74,7	79,3	71,7	85,7	80,7	78,4
	196	95,7	105,7	112,3	99,0	113,3	105,2
	245	116,7	105,7	114,7	127,0	126,0	118,0
	294	116,7	142,0	138,0	142,0	140,3	135,8
	Média	100,9	108,2	109,2	113,4	115,1	
5	147	57,0	58,0	52,3	59,3	55,0	56,3
	196	73,3	77,7	75,3	67,3	90,7	76,9
	245	104,7	77,3	87,3	99,0	97,0	93,1
	294	91,3	116,7	102,0	100,7	111,0	104,3
	Média	81,6	82,4	79,3	81,6	88,4	
6	147	40,7	46,0	38,7	38,3	35,7	39,9
	196	47,3	54,0	53,3	44,0	60,7	51,9
	245	87,0	48,7	58,7	63,3	61,3	63,8
	294	68,3	80,7	62,3	61,3	68,7	68,3
	Média	60,8	57,3	53,3	51,8	56,6	
7	147	31,7	33,7	24,7	24,3	23,3	27,5
	196	35,0	35,3	34,3	29,7	39,3	34,7
	245	67,3	32,0	38,3	42,3	40,7	44,1
	294	47,7	53,0	40,7	39,7	45,3	45,3
	Média	45,4	38,5	34,5	34,0	37,2	
8	147	19,3	25,7	15,0	14,3	13,7	17,6
	196	18,0	21,3	21,7	17,3	24,3	20,5
	245	54,0	20,0	25,7	27,0	25,3	30,4
	294	33,0	34,7	25,3	24,0	30,0	29,4
	Média	31,1	25,4	21,9	20,7	23,3	
9	147	0,0	14,0	0,0	0,0	0,0	2,8
	196	0,0	13,3	12,7	0,0	14,0	8,0
	245	36,7	10,7	15,7	16,3	14,3	18,7
	294	22,0	21,0	15,3	14,7	18,7	18,3
	Média	14,7	14,8	10,9	7,8	11,8	
10	147	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	1,6
	196	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	245	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3
	294	12,0	5,3	0,0	0,0	0,0	3,5
	Média	7,2	3,3	0,0	0,0	0,0	

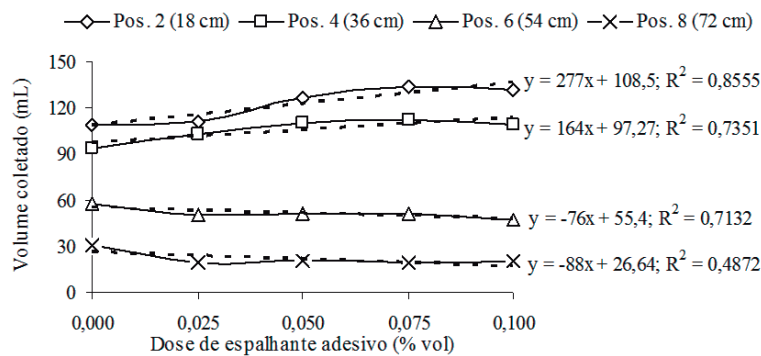


Figura 3. Volume médio coletado de água em função da dose de adjuvante e da distância de coleta em relação ao microaspersor.

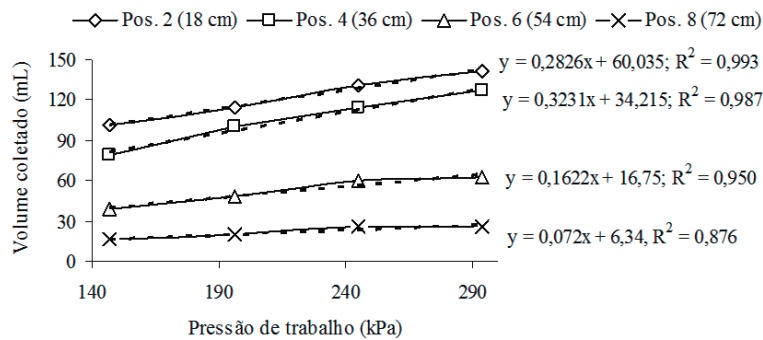


Figura 4. Volume médio coletado de água em função da pressão de trabalho e da distância de coleta em relação ao microaspersor.

surfactante agral capaz de reduzir a tensão superficial mesmo em baixas concentrações.

Em termos de aumento de pressão/redução de ar, que têm efeitos combinados ou aditivos, e possibilitam jogar a gota de água mais longe, observou-se maiores médias de volume de água coletado, em todas as posições, exceto a posição 1 do lado direito, provavelmente devido a algum erro experimental. O efeito isolado da pressão ajuda a explicar tal fato tendo em vista que a vazão do emissor aumenta com a pressão que chega até ele e também às gotas podem ser aspergidas a maiores distâncias. Todavia, com os dados das duas tabelas não foi possível desdobrar o efeito isolado da redução de ar.

Conclusões

O conjunto testado mostrou-se capaz de induzir ar e gerar gotas de líquido com ar em seu interior satisfatoriamente nas pressões compreendidas entre 150 e 300 kPa.

Existe interação entre a concentração de agral e a pressão crescente. Tanto a pressão quanto a dose de agral reduzem a distância de alcance da gota ou raio de aplicação do microaspersor.

A redução da tensão superficial e a inclusão de ar nas gotas causadas pela associação entre o adjuvante e o Venturi aumentam o volume e a massa das gotas fazendo com que as mesmas sejam depositadas mais próximas do emissor.

Referências

ALMEIDA, A.C.S.; BOTREL, T.A.; SOUZA, W.J.; OLIVEIRA, M.F.; CAMARGO, A.P. Desenvolvimento de protótipos de microaspersores através de prototipagem rápida e torneamento mecânico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.7, p.686-691, 2010.

- BARRETO FILHO, A.A.; DANTAS NETO, J.; MATOS, J.A.; GOMES, E.M. Desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão, instalado a nível de campo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.309-314, 2000.
- BRASIL. **Relatório de Avaliação do Programa Plurianual**. Ministério da Integração Nacional. Programa 1037, Eficiência na Agricultura Irrigada. 2006. Npag.
- CONCEIÇÃO, M.A.F. **Irrigação da videira**. <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/viticultura/irriga.html>. acesso: 24 Set. 2009.
- CONCEIÇÃO, M.A.F. **Simulação da distribuição de água em microaspersores sob condição de vento**. Tese Doutorado (Agronomia) Piracicaba: Esalq/USP, 2002, 121f.
- EVANGELISTA, W.; OLIVEIRA, C.A.S.; SILVA, C.L. Variáveis climáticas e o desempenho de um pivô central, em Cristalina Goiás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.3, p.246-252. 2010.
- FAGGION, F. Estimativa da velocidade das gotas através das forças de impacto. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.1, n.1, p.164-176, 2008.
- FAGGION, F.; MILLER, P.C.H.; BUTLER-ELLIS, M.C. Techniques for assessing the quantity of included air in droplets produced by air induction nozzles. **Aspects Applied Biology**, v.77, p.163-170. 2006.
- FERNANDES, A.L.T.; COELHO, R.D.; BOTREL, T.A. Avaliação do desempenho hidráulico da bomba injetora Indek, para fertigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.409-414, 2003.
- LIMA NETO, I.E. Formulação adimensional do fluxo em injetores de fertilizantes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.2, p.247-251, 2006.
- LORENZINI, G. Water droplet dynamics and evaporation in an irrigation spray. St. Joseph: **Transactions of the ASAE**. v.49, n.2, p.545-549. 2006.
- MONTÓRIO, G.A. **Eficiência dos surfactantes de uso agrícola na redução da tensão superficial**. Tese Doutorado (Energia na Agricultura) Botucatu: UNESP, 2001, 70f.
- PINTO, J.M.; SILVA, C.L.; OLIVEIRA, C.A.S. Influência de variáveis climáticas e hidráulicas no desempenho da irrigação de um pivô central no oeste baiano. **Engenharia Agrícola**, v.26, n.1, p.76-85, 2006.