

A AGRICULTURA DE PRECISÃO. SUA APLICAÇÃO NOS TRATAMENTOS FITOSSANITÁRIOS

F. Santos*; **J. Alonso****

*Universidade de Trás-os-Montes e Alto-Douro; Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural; Quinta de Prados, 5000 Vila Real; ; **E-mail: fsantos@utad.pt**

Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Escola Superior Agrária de Ponte de Lima Refoios do Lima, 4990 Ponte de Lima; **E-mail: malonso@esa.ipvc.nortenet.pt

1- Introdução

A agricultura de precisão, utilizando sistemas de recolha, integração e tratamento da informação e a incorporação de tecnologias microprocessadoras, sensoriais e actuadoras, nos equipamentos agrários, permite, entre outros, diminuir os custos ambientais e de produção, aumentar a quantidade e qualidade das produções e melhorar as condições de trabalho do operador.

A utilização crescente destas técnicas nos equipamentos agrícolas tem melhorado o nível tecnológico de todas as fases do ciclo de produção agrário, ou seja, as lavouras, fertilizações, sementeiras e colheita.

2- As novas tecnologias no tratamento das culturas

A monitorização do estado sanitário das culturas, ao permitir conhecer o potencial infeccioso da praga ou doença, dá indicações sobre a altura em que se deve efectuar o tratamento e da quantidade de produto a utilizar, aumentando a eficiência da operação e diminuindo o impacto no meio ambiente (MORGAN e ESS, 1997).

Nos pulverizadores convencionais de pressão constante (PC) o caudal depende, fundamentalmente, da pressão existente no circuito, o que implica, para que haja uma distribuição uniforme, que a pressão e velocidade de trabalho se mantenham inalteráveis. Sabendo-se que as condições de trabalho e as características inerentes ao equipamento impedem a obtenção destas condições, procuraram-se sistemas de regulação que contrariam esta variação, nomeadamente:

- sistemas em que a concentração da calda é proporcional ao avanço (CPA);
- sistemas em que o débito é proporcional ao regime motor (DPM);
- sistemas em que o débito é proporcional à velocidade de avanço (DPA).

Pressão constante (PC)				Débito proporcional ao regime motor (DPM)			
							
Terreno	Subida	Descida	Patinar	Terreno	Subida	Descida	Patinar
Regime motor	↘	↗	→	Regime motor	↘	↗	→
Velocidade	↘	↗	↘	Velocidade	↘	↗	↘
Débito (l/min)	→	→	→	Débito (l/min)	↘	↗	→
Volume (l/ha)	↗	↘	↗	Volume (l/ha)	→	→	↗
Pressão	→	→	→	Pressão	↘	↗	→
s.a./ ha	↗	↘	↗	s.a./ ha	→	→	↗
Resultado	Dose >	Dose <	Dose >	Resultado	Dose =	Dose =	Dose <

Débito proporcional ao avanço (DPA) Débito proporcional electrónico (DPE)				Concentração proporcional ao avanço (CPA)			
							
Terreno	Subida	Descida	Patinar	Terreno	Subida	Descida	Patinar
Regime motor	↘	↗	→	Regime motor	↘	↗	→
Velocidade	↘	↗	↘	Velocidade	↘	↗	↘
Débito (l/min)	↘	↗	↘	Débito (l/min)	→	→	→
Volume (l/ha)	→	→	→*	Volume (l/ha)	↗	↘	↗
Pressão	↘	↗	→	Pressão	→	→	→
s.a./ ha	→	→	→	s.a./ ha	→	→	→
Resultado	Dose =	Dose =	Dose =	Resultado	Dose =	Dose =	Dose =

Figura 1- Efeitos comparativos dos diferentes sistemas de regulação (Fonte: BOISGONTIER, 1990)

De facto, a incorporação crescente da electrónica nestes equipamentos, iniciada a partir de 1975 (AUTHELET, 1989), conjuntamente com outras inovações, permite uma melhoria significativa no tratamento das culturas, pois verifica-se um aumento da eficácia no combate aos seus inimigos, uma economia de calda, maiores rendimentos de trabalho e, frequentemente, uma diminuição dos problemas ambientais associados a estas operações.

Nos sistemas DPA, vulgarizou-se a utilização de calculadores-reguladores electrónicos de débito (CRED), que determinam o débito pela actuação de dispositivos electrónicos ao nível do circuito da calda; a correcção do débito é efectuada com base na informação medida por um debímetro ou um captor de pressão, por um velocímetro e a fornecida pelo operador.

3- Material e métodos

Na realização dos ensaios utilizou-se um tractor de 4RM iguais, um escarificador de 9 ferros e um pulverizador de jacto transportado, onde se montou o CRED, sendo o sistema de medição da velocidade de deslocamento, um radar de efeito Doppler, montado na parte anterior do tractor.

Este aparelho, que tem a capacidade de regular o débito para um valor previamente estabelecido em memória, através da acção de uma electroválvula colocada no circuito de pressão, integra continuamente a velocidade de deslocamento do equipamento e a pressão momentânea no circuito, medida por um captor. Estes valores, juntamente com os introduzidos pelo operador permitem determinar o débito / ha. (AL-GADI e AYERS, 1994).

Além destes elementos e dos respectivos cabos de ligação e de um interruptor de comando, que permite iniciar e interromper a pulverização, este equipamento é constituído ainda por:

- uma consola do sistema de monitorização (CMS), que pode funcionar em modo de funcionamento (operacional) e em modo de programação (SET UP). Quando em modo de funcionamento dá indicações sobre a velocidade de deslocamento, superfície total e parcial coberta, distância percorrida, dose aplicada, etc.. Em modo de programação permite introduzir as constantes específicas das funções a controlar (Quadro 1).
- uma consola do sistema calculador - regulador (CCS) que também pode funcionar em modo operacional e em modo de programação (Quadro 1). Em modo operacional as indicações fornecidas são, a pressão de funcionamento e o débito instantâneo. Ao ligar este equipamento aparece o valor da dose programada para a pulverização, seguindo-se os valores limite da velocidade de avanço, entre os quais o calculador - regulador consegue manter o débito desejado.

A metodologia seguida consistiu na determinação prévia dos dados necessários à caracterização dos equipamentos, nomeadamente os débitos dos bicos a diferentes pressões, o que permitiu a programação do CMS e CCS.

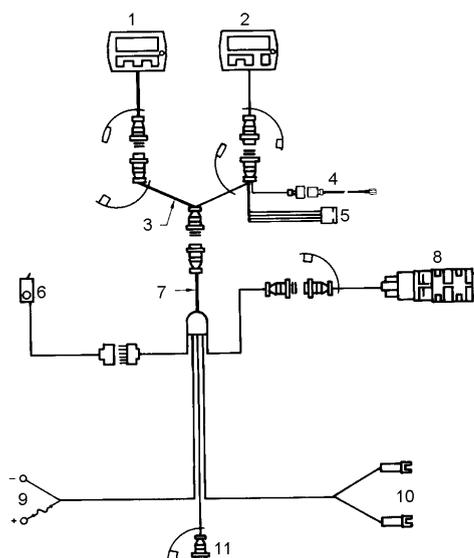


Figura 2- Representação do sistema de controlo electrónico de débito (DICKEY-JOHN, 1995)

1- Consola do computador - regulador 2- Consola de monitorização 3- Cabos 4- Cabos de ligação à ignição 5- Ligações para os sectores das rampas 6- Módulo de comando 7- Feixe principal 8- Radar 9- Ligação à bateria 10- Ligações opcionais 11- Conjunto de cabos auxiliares

Quadro 1- Constantes programadas no CCS e CMS

Const.	Referência	Valor	Const.	Referência	Valor
A	Forma de funcionamento	P	C0	Pressão	P
B	Dose (l/ha)	500,0	C1	Factor de conversão	1,0
C	Dose +/- (l/ha)	+/- 50	C2	Soma do débito dos bicos	Variável
D	Encaixe dos bicos (m)	0,250	C4	Pressão de referência dos bicos (bar)	3 ou 5
E	Pressão de referência dos bicos (bar)	3 ou 5	C5	Zero de pressão (bar)	0,5
F	Débito de referência dos bicos	Variável	C6	Nível de enchimento da cuba (/10)	30,0
G	Pressão de abertura das válvulas (bar)	1,0	C7	Nível de alarme da cuba (/10)	5,0
H	Factor de conversão	1,0	U6	Afericção do captor de velocidade	6096
I	Zero de pressão (bar)	0,5	E0	Comando do corte dos lanços	0,0
J	Tempos de resposta (s)	2,0			
A	Controlo dos bicos	0,0			
B	Afericção do captor	6096			
C	Limites de pressão	Variável			

Depois dos ensaios em estação efectuaram-se os ensaios com o CRED instalado no PJT (cm) e este último na sua versão original (se), definindo-se, ao mesmo tempo, as seguintes quatro variáveis que interferem com o débito final:

- as condições do solo (mobilizado- mb e não mobilizado- nmb);
- a inclinação (-18, -8, 0, 8 e 18 %),
- o diâmetro dos bicos (1,0 e 1,2 mm);
- pressão de trabalho (3 e 5 bar).

De referir, que todos os ensaios foram realizados com o regime normalizado da TDF (540 rpm), com uma relação de transmissão que permite velocidades de ± 4 km/h; para realização dos ensaios em solo mobilizado, foi utilizado previamente um escarificador para executar essa operação a 6 - 8 cm de profundidade.

4- Resultados e discussão

Na situação "se", a alteração do declive, bicos e pressão conduziram a variações de débito, verificando-se que:

- que a diminuição do declive descendente e ao aumento do declive ascendente correspondem a variações irregulares dos débitos, com variações positivas na ordem dos 8,51% até 2,49%;
- a mudança de bicos de 1,0 para 2,0 mm traduz-se em aumentos compreendidos no intervalo 21,90 a 33,48%;
- a alteração da pressão de 3 para 5 bar corresponde a aumentos que variam entre 15,10 e 41,20%.

Na situação "cm" a influência da variação dos factores não é significativa, pois as alterações de débitos são inferiores a 1%.

Com estas variações e para o CRED programado para um débito de 500 l/ha, obteve-se na situação "cm" valores entre 494,7 e 510,7 l/ha (média 501,6) ($\delta = \pm$ de 5,6), que diferem significativamente dos obtidos em "se", que variaram entre 405,3 e 793,1 l/ha (567,9) ($\delta = \pm$ de 108,3) (Quadros 2 e 3).

Quadro 2- Débitos (l/ha) obtidos com 3 bar

se / cm	-18%		-8%		0%		8%		18%	
nmb/mb	1,0	1,2	1,0	1,2	1,0	1,2	1,0	1,2	1,0	1,2
se-nmb	418,00	517,33	406,76	536,00	442,50	550,67	436,78	577,33	490,00	594,67
se-mb	405,33	550,40	424,50	537,33	466,00	558,66	446,50	568,00	472,67	593,33
cm-nmb	498,67	493,33	493,33	494,67	504,00	500,00	502,67	508,00	504,00	509,33
cm-mb	496,00	494,67	497,33	494,67	502,67	501,33	509,33	504,00	508,00	505,33

Quadro 3. Débitos (l/ha) obtidos com 5 bar

se / cm	-18%		-8%		0%		8%		18%	
nmb/mb	1,0	1,2	1,0	1,2	1,0	1,2	1,0	1,2	1,0	1,2
se-nmb	512,67	-	523,93	701,33	569,50	724,00	567,14	762,67	564,00	732,67
se-mb	552,67	717,33	554,00	708,00	589,50	728,00	595,00	752,00	606,00	793,07
cm-nmb	497,33	498,67	501,33	497,33	500,00	501,33	504,00	506,67	506,67	504,00
cm-mb	500,00	494,67	497,33	497,33	505,33	502,67	509,33	509,33	504,00	510,67

Através da análise de variância concluiu-se que, dentro das variáveis seleccionadas no caso "se", todas, com excepção do tipo de piso, têm influência sobre o débito final. Pode-se afirmar que as diferenças são muito significativas e que os bicos e a pressão são os factores que têm maior influência no resultado final.

No caso "cm" concluiu-se que, dentro das variáveis seleccionadas, as que tem maior influência são a inclinação e a pressão; para as restantes variáveis a sua influência não é significativa.

Em resumo pode-se concluir que:

- a utilização do CRED permite obter, desde que se respeitem as condições programadas e indicadas no calculador-regulador, débitos que não diferem significativamente dos valores pretendidos;
- em solo mb e nmb não há diferenças significativas o que está de acordo com a determinação da velocidade de translação previamente medida nas duas situações, podendo afirmar que a mobilização superficial (6 / 8 cm) não afecta a velocidade de progressão do tractor.
- a sua utilização permite uma grande comodidade de trabalho pois a regulação é, dentro de determinados limites, feita pelo próprio equipamento e o operador dispõe de informação importante relativa às condições de funcionamento do equipamento.

O CRED testado, permite, independentemente das condições do meio e pulverizador, reduzir a variação da quantidade de calda a aplicar, sendo, no entanto, importante a realização de futuros ensaios com o objectivo de estudar o efeito da variação momentânea da pressão provocada pela electroválvula na homogeneidade da população de gotas e, inclusive, num número mais alargado de condições.

Bibliografia

- AL-GADI, K.; AYERS; P. (1994); *Monitoring Controller Based Field Sprayer Performance*. Applied Engennering in Agriculture, American Sociicity of Agricultural Engineers, Vol 10 (2): 205-208
- AUTHELET, R. (1989); *L'Electronique au Service de la Pulverisation*, Cultivar nº 247: 120-122
- BOISGONTIER, D. (1990); *Pulverisation et Choix du Pulverisateur*, ITCF, Perspectives Agricoles, nº147: 88-89
- DICKEY-JONH (1995); *Dickey-John Training Conference Handbook, Programing, Operating & Basic Repair Techniques*, Dickey-John National Service Center, West VanBuren, Auburn, Il, 1-33
- MONTALESCOT, J. (1992); *Liasions Électriques et Électroniques Tracteurs-Outils*; Dossier Tracteurs, Cultivar nº 314: 69
- MORGAN, M; Ess, D. (1997); *The Precision- Farming Guide for Agriculturists; An Agricultural Primer*; Jonh Deere Publishing, Moline, Illinois.