

FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA AVALIADA PELO ÍNDICE DE CAPACIDADE DO PROCESSO

¹André Luiz Justi, ²Marcio Antonio Vilas Boas, ³João Luis Zocoler

RESUMO: Analisar a uniformidade de irrigação além de ser uma fonte de avaliação bom funcionamento, também é uma forma de verificar sua viabilidade de implantação e operação do sistema. O objetivo deste trabalho foi utilizar o índice de capacidade do processo para avaliar a uniformidade da fertirrigação em um sistema de irrigação por aspersão convencional. Foram utilizados 2 aspersores modelo Super10, marca NAANDAN, espaçados 9 m entre si. Foram realizadas 25 irrigações com tempo de 1 h cada, sendo que os fatores climáticos foram monitorados por uma estação meteorológica sem fio da marca La Crosse. Ao longo das irrigações, foi encontrado um CUC médio de 77,14%. Foi calculado o índice de capacidade do processo para os valores de CUC. Pode-se afirmar que o índice de capacidade do processo torna-se uma ferramenta poderosa auxiliar na avaliação de sistemas de irrigação e fertirrigação.

PALAVRAS-CHAVE: Controle de qualidade, nitrogênio, aspersores.

NITROGEN FERTIGATION EVALUATED BY THE INDEX OF CAPACITY OF PROCESS

ABSTRACT: To analyze irrigation uniformity besides being a source of evaluation good operation, is also a form of verifying implantation viability and operation of the system. The objective this work was to use the index of capacity of process to evaluate the uniformity of fertigation by sprinkler. They were used 2 sprinklers model Super10, by NAANDAN, spaced 9 m amongst themselves. 25 irrigations were accomplished with time of 1 h each, and climatic factors were monitored by meteorological station without thread of mark La Crosse. Along the irrigations, was found a medium CUC of 77,14%. The index of capacity of process was calculated for values of CUC. It can be affirmed that index of capacity of process becomes an auxiliary powerful tool in evaluation of overhead irrigations and fertigations.

KEYWORDS: Quality control, nitrogen, sprinklers.

INTRODUÇÃO

Devido à grande necessidade de produção, tornou-se comum a aplicação de fertilizantes via água de irrigação, levando o nome de fertirrigação, que segundo KLAR (2000), é uma técnica que tomou impulso muito grande, principalmente devido ao aparecimento do pivô central e dos túneis de plástico, do incremento da irrigação localizada e das pesquisas,

¹ Engenheiro Agrícola, Doutorando em Agronomia – UNESP, Caixa Postal 237 - CEP 18610-307, Botucatu, SP. Fone (14) 8129-7970. e-mail: aljusti@fca.unesp.br

² Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UNIOESTE, Cascavel, PR.

³ Prof. Doutor, Depto de Fitossanidade Engenharia Rural e Solos., UNESP, Ilha Solteira, SP.

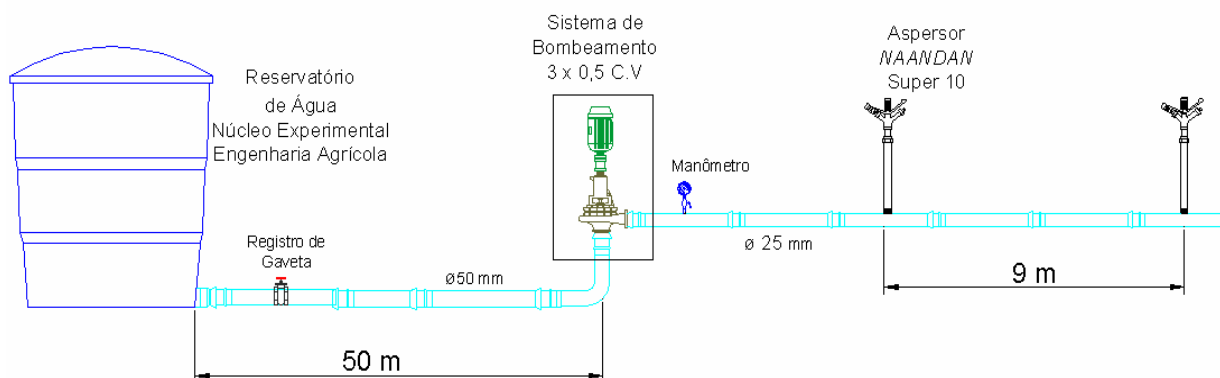
reforçando a idéia de que a aplicação de adubos líquidos é mais adequada às plantas, ao solo e, inclusive em relação à análise dos aspectos econômicos envolvidos e, apesar dos adubos solúveis serem mais caros, a quantidade de fertilizantes utilizados por este processo chega a ser metade daquela usada pelo método de aplicação convencional, pois se coloca o fertilizante diretamente no volume de solo ocupado pelas raízes, principalmente se o sistema de irrigação for o gotejamento, sendo que os métodos de irrigação pressurizados são os mais indicados para aplicação de fertilizantes junto à água de irrigação.

Aplicar fertilizantes via irrigação exige controle dos fatores que possam afetar a uniformidade de distribuição de água do mesmo, pois de acordo com CARRIÓN et al. (2001) a mesma possui um papel importante na otimização do uso da água, com repercussões diretas na eficiência e na produção, e geralmente, a uniformidade de distribuição é a principal maneira usada para determinar se um sistema de irrigação é viável ou não (BRENNAN, 2008).

Ao avaliar um sistema de irrigação utilizando o CUC, os resultados obtidos representam apenas um ensaio, em função disso, buscou-se utilizar o índice de capacidade do processo para obter resultados de uniformidade ao longo do tempo, pois as técnicas de controle estatístico de qualidade foram desenvolvidas para avaliar a variabilidade ao longo de um ciclo ou tempo de um processo (MONTGOMERY, 2001).

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos no Núcleo Experimental de Engenharia Agrícola, pertencente à UNIOESTE, avaliando uma linha lateral com dois aspersores marca NAANDAN, modelo Super10, não compensante, bocal azul, que, utilizando o espaçamento de 9 x 0 m, conforme apresenta a Figura 1.



7970. e-mail: aljusti@fca.unesp.br

² Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UNIOESTE, Cascavel, PR.

³ Prof. Doutor, Depto de Fitossanidade Engenharia Rural e Solos., UNESP, Ilha Solteira, SP.

Figura 1 Layout do sistema avaliado.

A pressão foi monitorada tomando as precauções para a sua variação não ultrapassar os 4% admitidos pela NBR 7749 (ABNT, 1999) para ensaios de aspersores, mantendo-a em 200 KPa.

Foi utilizado Nitrogênio, aplicando-se o mesmo na forma de uréia em concentração de 45% de Nitrogênio a cada quilo e realizados 25 ensaios, número de amostras recomendadas por MONTGOMERY (2001) para aplicação dos testes de controle de qualidade.

Para o cálculo do índice de capacidade do processo, dado pela equação 1:

$$C_{pl} = \frac{LCL - \bar{x}}{3\sigma} \quad (1)$$

Em que

- LCL → Limite Inferior de Especificação, mm;
- \bar{x} → média amostral, mm;
- σ → desvio padrão amostral da variável em estudo;

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a estatística descritiva dos ensaios, onde foi realizado o teste de normalidade de Anderson-Darling ao nível de 5% de significância, e apenas o CUC não apresentou distribuição normal, sendo necessário realizar uma transformação dos dados, utilizando a transformação BOX-COX, com um valor estimado de lambda em 5. O valor médio encontrado de CUC para as 25 fertirrigações foi 77,14% e a velocidade do vento médio, 1,50 m.s⁻¹. Ao longo do experimento os valores máximos de CUC e velocidade do vento foram 81,04% e 2,18 m.s⁻¹, respectivamente. Os valores de desvio padrão obtidos a partir dos dados foram 2,79 e 0,31 % para CUC e velocidade do vento, respectivamente. Quanto ao coeficiente de variação, para o CUC o mesmo foi 3,62 e para a velocidade do vento, 20,84. Quanto aos fatores umidade relativa e temperatura, foram encontrados valores entre 71 e 41 % para umidade relativa e 21,1 e 35,9 °C, e valores médios de 54,24 % e 30,7 °C.

¹ Engenheiro Agrícola, Doutorando em Agronomia – UNESP, Caixa Postal 237 - CEP 18610-307, Botucatu, SP. Fone (14) 8129-7970. e-mail: aljusti@fca.unesp.br

² Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UNIOESTE, Cascavel, PR.

³ Prof. Doutor, Depto de Fitossanidade Engenharia Rural e Solos., UNESP, Ilha Solteira, SP.

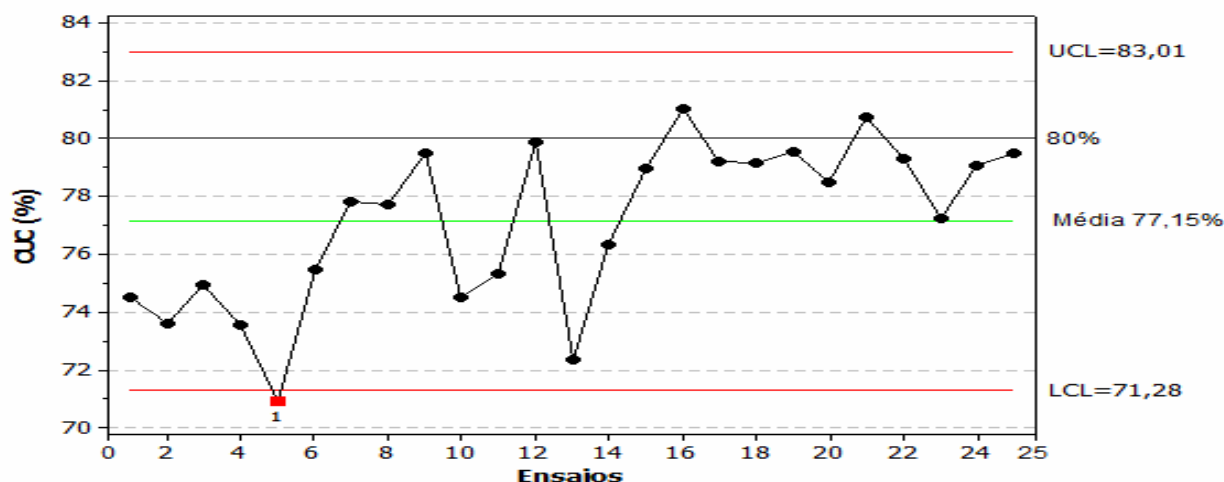
Tabela 1 - Estatística descritiva dos ensaios de fertirrigação.

Análise	CUC (%)	Velocidade do vento (ms ⁻¹)	Umidade Relativa (%)	Temperatura (°C)
Norma para o CUC	80	---	---	---
Média	77,14	1,50	54,24	30,70
Desvio Padrão	2,79	0,31	7,13	3,01
Variância	7,81	0,09	50,77	9,08
Coefficiente De Variação	3,62	20,84	13,14	9,82
Mínimo	70,91	0,86	41,00	21,1
Máximo	81,04	2,18	71,00	35,9
Teste de Normalidade (Anderson –Darling)	Rejeita-se*	Não se rejeita*	Não se rejeita*	Não se rejeita*

* A nível de 5 % de significância.

LI et al (2007), estudando injeção de fertilizante com injetor Venturi, verificaram que a relação entre uniformidade de aplicação de água e uniformidade da fertirrigação está fortemente associada com método de injeção, pois um sistema que produz uma aplicação de água uniforme não significa, necessariamente, uma distribuição de fertilizante uniforme na fertirrigação, sendo semelhante ao encontrado neste estudo, pois aplicando somente água o sistema de irrigação apresentou CUC de 80 %

A Figura 3 mostra o comportamento do sistema ao longo dos 25 ensaios, tendo um dos ensaios um valor menor que o limite inferior de controle (LCL =71,28%) e nenhum ensaio acima do limite superior de controle (UCL =83,01%).



¹ Engenheiro Agrícola, Doutorando em Agronomia – UNESP, Caixa Postal 237 - CEP 18610-307,Botucatu,SP. Fone (14) 8129-7970. e-mail: aljusti@fca.unesp.br

² Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UNIOESTE, Cascavel,PR.

³ Prof. Doutor, Depto de Fitossanidade Engenharia Rural e Solos., UNESP, Ilha Solteira, SP.

Figura 3 Gráfico de controle de qualidade para a fertirrigação.

MONTGOMERY (2001) afirma que se um dos pontos aparecerem, ocasionalmente, fora dos limites em gráficos de controle, pode ser resultado de mudanças climáticas, como vento e temperatura, fadiga do operador, alguma variável no equipamento ou, ainda, flutuações na pressão, sendo que neste caso um dos emissores apresentou defeito e precisou ser substituído.

Na Tabela 2 são apresentados os valores calculados do índice de capacidade do processo (C_{PL}), ao longo dos 25 ensaios. O maior índice ($C_{PL} = 1,60$) foi encontrado quando os valores tiveram a menor variabilidade, indicando que os ensaios com CUC de 75 a 80%.

Tabela 2 Valores do índice de capacidade do processo (C_{PL}) para fertirrigação

	CUC (%)	C_{PL}
FERTIRRIGAÇÃO	70 - 75	1,20
	75 - 80	1,66

No caso do sistema usado para o experimento, foi de um sistema novo implantado em campo e pode ser considerado um processo com capacidade aceitável, pois possui índices com valores superiores aos indicados na literatura especializada. RAFAELLI *et al.*(2002) citam que, quanto maior o valor do índice de capacidade do processo, menor a variabilidade durante o processo, confirmando os resultados encontrados neste experimento.

CONCLUSÕES

i) Nos ensaios realizados, ficou caracterizada uma correlação negativa entre a velocidade do vento e o CUC, pois o aumento da velocidade do vento implica uma diminuição considerável dos valores de CUC.

ii) Para os ensaios realizados com a aplicação de fertilizante, os valores encontrados de CUC estão abaixo do mínimo estabelecido. Neste estudo o CUC foi de 77,14%.

iii) O controle estatístico de qualidade e o índice de capacidade do processo mostraram-se capazes de monitorar a variabilidade da fertirrigação, apontando quando o CUC esteve fora dos limites especificados durante período avaliado, possibilitando diagnosticar se a qualidade da irrigação tem capacidade de se manter sob controle e constante.

¹ Engenheiro Agrícola, Doutorando em Agronomia – UNESP, Caixa Postal 237 - CEP 18610-307, Botucatu, SP. Fone (14) 8129-7970. e-mail: aljusti@fca.unesp.br

² Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UNIOESTE, Cascavel, PR.

³ Prof. Doutor, Depto de Fitossanidade Engenharia Rural e Solos., UNESP, Ilha Solteira, SP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. *NBR 7749* Equipamentos de irrigação agrícola – Aspersores rotativos; Parte 2: Uniformidade de distribuição e métodos de ensaio; projeto de normas. Rio de Janeiro, 1999. 6 p.

BRENNAN, D. Factors affecting the economic benefits of sprinkler uniformity and their implications for irrigation water use. *Irrigation Science*. Heidelberg, n.26, p.109 – 119, 2008

CARRIÓN, P., TARJUELO, J.M., MONTERO, J. SIRIAS: a simulation model for sprinkler irrigation. *Irrigation Science*. Heidelberg, n.20, p. 73 – 84, 2001.

KLAR, A. E. Critérios para escolha do método de irrigação. *Irriga*, Botucatu, SP, v. 5, p. 52-82, 2000

LI, J.; MENG, Y.; LI, B. Field evaluation of fertigation uniformity as affected by injector type and manufacturing variability of emitters. *Irrigation Science*. Heidelberg, v. 25, p. 117-125, 2007.

MONTGOMERY, D.C. *Introduction to statistical quality control*. 4. ed. LTC, 500 p. 2001.

RAFAELLI, D. C.; VILAS BOAS, M. A.; URIBE-OPAZO, M. A.. Controle de qualidade e avaliação da capacidade do processo de fabricação de ração monitorando-se o teor de proteína bruta, teor de água e atividade de uréase do farelo de soja utilizado como matéria prima. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 229-237, 2002

¹ Engenheiro Agrícola, Doutorando em Agronomia – UNESP, Caixa Postal 237 - CEP 18610-307, Botucatu, SP. Fone (14) 8129-7970. e-mail: aljusti@fca.unesp.br

² Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UNIOESTE, Cascavel, PR.

³ Prof. Doutor, Depto de Fitossanidade Engenharia Rural e Solos., UNESP, Ilha Solteira, SP.