

## TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE SEMENTES E DA QUANTIDADE DE ÁGUA PARA SEMENTES DE MILHETO<sup>1</sup>

CAROLINA MARIA GASPAR<sup>2</sup>, JOÃO NAKAGAWA<sup>3</sup>

RESUMO - Foram realizados dois experimentos, com os objetivos de estudar o efeito da correção do valor da condutividade elétrica da solução de embebição ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) em função da condutividade da água e os efeitos do número de sementes e da quantidade de água sobre a condutividade elétrica da solução de embebição, visando o aprimoramento da metodologia deste teste na avaliação do vigor de sementes de milheto. Utilizaram-se três lotes de sementes, sendo o lote 1 representado pela cultivar Comum e os lotes 2 e 3 pela cultivar BN2. No experimento 1 foram avaliadas as condutividades elétricas de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100 sementes do lote 1, embebidas em 100 ml de água. No experimento 2 foram estudadas as combinações de 25, 50 e 100 sementes e 50, 75 e 100 ml de água para os três lotes. Os testes de condutividade foram conduzidos à temperatura de 25°C, com 24h de embebição. Empregou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento. Pode-se concluir que: a condutividade da água exerce influência sobre o valor calculado da condutividade elétrica da solução de embebição de sementes de milheto, quando o valor da condutividade da solução é baixo; a utilização de 100 sementes e 100 ml de água foi a melhor combinação para a realização do teste de condutividade elétrica para as sementes de milheto, pois melhor identificou as diferenças entre os lotes.

Termos para indexação: milheto, *Pennisetum americanum*, sementes, condutividade elétrica, teste de vigor.

### ELECTRICAL CONDUCTIVITY TEST IN FUNCTION OF THE NUMBER OF SEEDS AND THE AMOUNT OF WATER FOR PEARL MILLET SEEDS

ABSTRACT - Two experiments were carried out to study the correction effect of the electrical conductivity value of the imbibition solution ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) as affected by the conductivity of the water used in the test and the effects seed number and volume of water on the electric conductivity of the imbibition solution, to improve the methodology for this test in the evaluation of pearl millet seed vigor. Three seed lots were used, lot 1 represented by cv. Comum and the lots 2 and 3 by cv. BN2. In experiment 1 the electrical conductivities of 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 and 100 seeds of lot 1 were evaluated and placed in 100 ml distilled water. In experiment 2 the combinations of 25, 50 and 100 seeds and 50, 75 and 100 ml of water were studied for the three lots. The conductivity tests were carried out at 25 C°, with 24h imbibition. The statistical model was the complete randomized block, with four replications for all the treatments. The conductivity of the water used in the test influenced the calculated value of the electrical conductivity of the imbibition solution for pearl millet seeds, when the value of the conductivity of the solution is low. The best combination for the electrical conductivity test for pearl millet seeds was 100 seeds and 100 ml of water, because it identified best the differences among the lots.

Index terms: pearl millet, seeds, electrical conductivity test, vigour test, *Pennisetum*

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 04.12.2002.

<sup>2</sup> Graduanda em Eng<sup>a</sup> Agrônômica, Depto. de Produção Vegetal - FCA/UNESP; Cx. Postal 237, 18603-970, Botucatu, SP, Brasil; bolsista da FAPESP; e-mail: carolmgaspar@ig.com.br; fone: 6802-7172.

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Prof. Titular Aposentado, Depto. de Produção Vegetal - FCA/UNESP; bolsista do CNPQ; e-mail: secdamv@fca.unesp.br

## INTRODUÇÃO

O milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br., *P. americanum* (L.) Leeke ou *P. typhoides* (Burm.f.) Stapf et C.E. Hubb), é uma poacea anual e de clima tropical. Recomendada para a produção de palha e cobertura do solo no sistema de plantio direto tem sido também largamente utilizada como forrageira anual de verão e de inverno em pastejo direto por bovinos; além disso, pode ser utilizada para corte, feno, silagem. É cultivada em muitas regiões do mundo para produção de grãos, inclusive para consumo humano (Alcantara & Bufarah, 1986; Salton & Kichel, 1997). Portanto, a produção de suas sementes é importante para assegurar a manutenção e expansão das áreas cultivadas com esta forrageira (Schefer et al., 1985).

A semente é um insumo indispensável na produção agrícola, desempenhando importante papel para o aumento quantitativo e qualitativo de produtividade; sendo assim, a utilização de sementes de alta qualidade é um fator preponderante para o sucesso de qualquer cultura.

Vários testes tem sido utilizados para avaliar a qualidade das sementes de milheto, sendo os testes de germinação e de envelhecimento acelerado os mais utilizados (Lopes et al., 1983; Appa Rao et al., 1993; Kamble et al., 1998; Garcia & Menezes, 1999); mas o teste de tetrazólio mostrou-se confiável também para demonstrar o vigor das sementes de milheto (Carbonera & Lemanski, 1997). O índice de velocidade de emergência foi um dos testes escolhidos por Netto et al. (1997), enquanto que Schefer et al. (1982) testaram o método de estresse por metanol para avaliar o vigor de sementes de milheto, havendo concluído que a concentração de 15% de metanol e 6 h de imersão possibilitaram os melhores resultados.

Dentre os testes de vigor considerados mais importantes pela International Seed Testing Association (Hampton & Tekrony, 1995), destaca-se o teste de condutividade elétrica como um dos mais indicados para estimar o vigor de sementes, devido sua objetividade e rapidez, além da facilidade de execução na maioria dos laboratórios de análise de sementes, sem maiores despesas em equipamento e treinamento de pessoal (Vieira & Krzyzanowski, 1999). Este teste preenche ainda os requisitos básicos de um teste de vigor eficiente (Matthews & Powell citados por Marcos Filho et al., 1990).

Sabe-se, no entanto que vários fatores podem afetar os resultados do teste de condutividade elétrica, por exemplo: qualidade da água, temperatura, duração do período de embebição, grau de umidade e número de sementes testadas (Dias & Marcos Filho, 1995; Vanzolini, 1998; Vieira & Krzyzanowski, 1999), além de genótipo (Vieira et al., 1996).

Para o número de sementes da amostra existem várias

recomendações e Loeffler et al. (1988) propõe a utilização de quatro repetições de 50 sementes para a realização do teste de condutividade elétrica, como forma de reduzir o coeficiente de variação (Vieira & Krzyzanowski, 1999). Alguns trabalhos, visando adequar o teste a determinada espécie, avaliaram diferentes números de sementes. Ribeiro et al. (1997) concluíram que para sementes de milho foi possível detectar diferenças na qualidade fisiológica dos lotes em ambas as temperaturas e tamanho das amostras testados; entretanto, as repetições de 25 sementes apresentaram melhores resultados do que as de 50 sementes. Rodo et al. (1998) observaram em tomate que o teste de condutividade elétrica foi mais eficiente quando foram utilizadas 50 sementes para a cultivar IAC e com 25 sementes para a cultivar Kada. Contudo, Sá (1999) observou que o tamanho da amostra (25, 50 e 100 sementes) não afeta os valores de condutividade elétrica para as cultivares de tomate Petomech e Santa Clara. Menezes & Pasinato (1995) realizaram um experimento associando número de sementes e quantidade de água, para três lotes de sementes de azevém, aveia preta e milheto; no teste de condutividade elétrica obtiveram como melhores resultados: para o milheto, 25 sementes e 30ml de água; para a aveia preta, 25 sementes e 50ml de água e para azevém, 25 sementes e 20 ml de água destilada.

Este trabalho teve o objetivo de estudar, em sementes de milheto, os efeitos do número de sementes e da quantidade de água nos valores de condutividade elétrica da solução de embebição e o efeito da correção do valor da condutividade elétrica da solução de embebição em função da condutividade da água, sobre o grau de precisão deste teste na avaliação do vigor de sementes desta espécie.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho, constitui-se de dois experimentos conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal - Setor Agricultura da Faculdade de Ciências Agrônomicas, da Universidade Estadual Paulista (UNESP), na Fazenda Experimental Lageado, em Botucatu - SP. Foram selecionados três lotes de sementes de milheto, sendo o lote 1 proveniente da safra 1999/2000 e representado pela cultivar Comum, o lote 2, proveniente da safra 1998/1999 e representado pela cultivar BN2 e o lote 3, proveniente da safra 1999/2000 e representado pela cultivar BN2; de cada lote foi retirado 1kg de sementes para a realização dos testes.

Para os três lotes foi determinada a porcentagem de retenção por tamanho das sementes e, para isso, as amostras

passaram por quatro peneiras de malha quadrada, sendo: peneira 1  $\geq 2,00$ mm, peneira 2  $< 2,00$ mm a  $\geq 1,68$  mm, peneira 3  $< 1,68$ mm a  $\geq 1,41$  mm, peneira 4  $< 1,41$ mm a  $\geq 0,71$  mm e fundo  $< 0,71$  mm. A quantidade retida em cada peneira foi pesada e a porcentagem de retenção, calculada. As sementes com diâmetro menor que 1,41 mm, foram eliminadas para obtenção de lotes mais uniformes quanto ao tamanho (Gaspar & Nakagawa, 2001).

Para a caracterização física e fisiológica das sementes, os lotes foram submetidos aos testes de: **peso de 1000 sementes**, baseando-se nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992); **teor de água das sementes**, pelo método da estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  por 24h (Brasil, 1992); **germinação**, realizado sob alternância de temperatura de  $20-30^\circ\text{C}$ , empregando-se rolos de papel toalha, umedecido com água destilada na proporção de duas vezes o peso do papel seco, com 100 sementes por repetição, sendo quatro repetições por lote; seguiram-se os demais procedimentos recomendados pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992); **primeira contagem do teste de germinação**, considerada como teste de vigor, e avaliada no terceiro dia após a semeadura; **condutividade elétrica**, sendo separadas quatro repetições de 50 sementes, inteiras e sem as glumas, pesadas e colocadas em copos plásticos descartáveis, com capacidade de 200ml; adicionaram-se 75ml de água destilada e foram mantidos por 24 horas em câmara a  $25^\circ\text{C}$ . Após este período, determinou-se a condutividade da solução na qual encontravam-se imersas as sementes e os resultados foram calculados em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  (Vieira & Krzyzanowski, 1999); **envelhecimento acelerado**, realizado empregando-se gerbox modificado com 40ml de água destilada (Marcos Filho et al., 1987), mantido em câmara a  $41^\circ\text{C}$  por 48 horas (Garcia & Menezes, 1999). Após o período de envelhecimento, realizou-se o teste de germinação (Brasil, 1992), utilizando-se quatro repetições de 100 sementes por lote; **emergência de plântulas**, realizado utilizando-se quatro repetições de 100 sementes, semeadas em solos contidos em bandejas plásticas mantidas sob a proteção de chuvas em túnel plástico pelo período do teste. Avaliou-se diariamente o número de plântulas emergidas, até a estabilização da emergência (10 dias). Foram consideradas a porcentagem de emergência e a velocidade, calculada pelo índice de velocidade de emergência (IVE) (Maguire, 1962).

No experimento 1, utilizaram-se quatro repetições de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100 sementes, sendo estas inteiras e sem as glumas, e 100ml de água destilada; assim cada número de sementes testadas constitui-se em um tratamento. As amostras foram pesadas e colocadas em copos plásticos descartáveis com capacidade de 200ml e mantidas em câmara

a  $25^\circ\text{C}$  por 24 h. As sementes utilizadas provieram do lote 1. A condutividade elétrica foi calculada em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  (Vieira & Krzyzanowski, 1999), sem e com correção da leitura em função da condutividade da água, isto é, descontando-se do valor da leitura da solução o valor da leitura da água ( $2,0 \mu\text{S}$ ), antes dos cálculos. Após a leitura da condutividade elétrica, as sementes foram separadas da solução e o excesso de água das sementes retirada com papel toalha para que fosse determinado o teor de água (embebição), pelo método da estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  por 24h (Brasil, 1992).

No experimento 2 foram feitas quatro repetições de 25, 50 e 100 sementes, sendo estas inteiras e sem as glumas, e 50, 75 e 100 ml de quantidade de água, empregando-se os três lotes de sementes (L1, L2 e L3). As amostras foram pesadas e colocadas em copos plásticos descartáveis, com capacidade de 200ml, e mantidas por 24 horas em câmara a  $25^\circ\text{C}$ . A leitura da condutividade foi realizada em condutivímetro e os resultados calculados em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  (Vieira & Krzyzanowski, 1999), sem e com correção da leitura em função da condutividade da água, baseando-se em resultados do experimento 1.

Após a leitura, as sementes foram separadas da solução e o excesso de água das sementes retirada com papel toalha para que fosse determinado o teor de água (embebição), pelo método da estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  por 24h (Brasil, 1992).

**Procedimento Estatístico** - O delineamento experimental empregado em todos os testes foi o inteiramente casualizado. Na análise estatística dos dados, para caracterização dos lotes, consideraram-se 3 lotes e 4 repetições. Para o experimento 1, consideraram-se 10 tratamentos (números de sementes) e 4 repetições. Para o experimento 2, foi utilizado esquema fatorial, lotes x número de sementes x quantidade de água ( $3 \times 3 \times 3$ ), com quatro repetições. Entretanto, como houve interação tripla para este fatorial, optou-se por fazer outro esquema de análise, desta vez em fatorial de lotes x quantidade de água ( $3 \times 3$ ), mantendo o número de sementes fixo. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Os dados em porcentagem foram transformados em  $\arcsen(x/100)^{1/2}$  (Pimentel - Gomes, 1973), porém os dados médios apresentados nas tabelas são os dados originais. Foram realizados estudos de correlação simples entre os resultados de condutividade elétrica com os de caracterização dos lotes, no experimento 2.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A porcentagem de retenção nas peneiras 1, 2, 3, 4 e fundo para os lotes de semente de milho (Tabela 1) mostrou que a maior porcentagem de sementes foi retida pela peneira 2 nos

**TABELA 1. Frações (em % do peso) de sementes de milho, retidas por peneiras de orifícios quadrado, para três lotes.**

Lotes	Peneira 1*	Peneira 2	Peneira 3	Peneira 4	Fundo
	..... (%).....				
1	12,37	63,40	21,82	0,95	1,46
2	26,27	40,98	27,31	4,61	0,83
3	5,92	52,16	38,61	3,06	0,25
Médias	14,85	52,18	29,25	2,87	0,85

\* peneira 1  $\geq 2,00$ mm, peneira 2  $< 2,00$ mm a  $\geq 1,68$  mm, peneira 3  $< 1,68$ mm a  $\geq 1,41$  mm, peneira 4  $< 1,41$ mm a  $\geq 0,71$  mm e fundo  $< 0,71$  mm.

três lotes; para peneira 1, o lote 2 foi o que apresentou maior porcentagem das suas sementes nesta peneira, seguido pelos lotes 1 e 3; já para a peneira 3, o lote 3 foi o que apresentou maior porcentagem de suas sementes nesta peneira, seguido pelo lote 1 e o lote 2. Analisando-se a Tabela 1 pode-se observar que em geral o lote 2 apresentou maior proporção de sementes graúdas, enquanto o lote 3 maior quantidade de sementes miúdas, ficando o lote 1 em posição intermediária, concordando com os pesos de 1000 sementes obtidos para estes lotes (Tabela 2).

Verificou-se que o teor de água (Tabela 2) dos lotes situou-se em torno de 10%, ou seja dentro da faixa que não influenciaria no teste de condutividade, de acordo com Vieira & Krzyzanowski (1999). Apesar de mostrarem diferença estatística entre os lotes, pode-se considerá-los semelhantes, pois as diferenças foram pequenas, e portanto não devem ter interferido nas avaliações.

**TABELA 2. Caracterização dos três lotes de sementes de milho (dados médios) quanto ao, peso de 1000 sementes (g), teor de água (%), 1ª contagem do teste de germinação (%), germinação (%), envelhecimento acelerado (%), condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ), emergência de plântulas (%) e índice de velocidade de emergência (IVE).**

Testes	Lotes			CV (%)
	1	2	3	
Peso de 1000 sementes	6,154 B <sup>1</sup>	6,874 A	5,273 C	3,12
Teor de água	10,2 A	9,8 C	10,0 B	0,14
1ª Contagem	81 A	54 AB	42 B	21,89
Germinação	82 A	66 AB	57 B	12,83
Envelhecimento	42 A	42 A	33 A	13,60
Condutividade	60,12 B	80,11 A	68,45 AB	10,67
Emergência	59 AB	68 A	47 B	8,11
IVE	6,17 AB	7,94 A	5,08 B	18,24

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

A partir dos resultados da Tabela 2, pode-se observar que o lote 1 demonstrou ser o mais vigoroso, pois apresentou melhores resultados para germinação e vigor, pelos testes de 1ª contagem do teste de germinação, condutividade elétrica, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência, embora nestes dois últimos tenha se mostrado mais sensível às condições de campo que o lote 2, apresentando-se semelhante estatisticamente a esse. Germinação inferior foi exibida pelo Lote 3. Pelos testes de vigor o Lote 3 foi inferior em 1ª contagem do teste de germinação, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência, enquanto o Lote 2 apresentou-se menos vigoroso pelo teste de condutividade elétrica. Pelo teste de envelhecimento acelerado (Tabela 2) não houve diferença estatística entre os lotes. O experimento 1 foi realizado ao ter-se observado que os valores da condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) aumentavam com a redução do número de sementes embebidas em um mesmo volume de água.

Na Tabela 3 são mostrados os resultados do teste de condutividade elétrica do experimento 1, no qual observou-se o comportamento do valor da condutividade, em função da quantidade de sementes, fixando-se a quantidade de água para o mesmo lote de sementes de milho (lote 1). Esperava-se que o valor da condutividade obtida em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  (sem correção) fosse o mesmo independente da quantidade de sementes, já que os cálculos são feitos considerando-se o peso das sementes, e a embebição (Tabela 3) ter sido semelhante.

Observou-se, no entanto, grande diferença entre os valores da condutividade, sendo que 10 sementes resultaram na maior condutividade e 100 sementes na menor ( $p < 0,05$ ). Isso ocorreu porque a leitura de condutividade para poucas sementes, principalmente quando se trata de sementes miúdas, é muito baixa e neste caso, a condutividade da água exerce uma grande influência sobre o resultado da condutividade da solução, aumentando o valor da leitura e da condutividade calculada em até mais de 40%. Assim sendo, com o desconto do valor da condutividade da água, corrigindo as leituras, os valores de condutividade enquadraram-se dentro do esperado, ou seja, semelhantes independentemente da quantidade de sementes envolvidas no teste (Tabela 3).

Avaliando-se os resultados do experimento 2 (Tabela 4), foram observadas variações ( $p < 0,05$ ) nos valores de condutividade elétrica, tanto entre lotes quanto entre números de sementes envolvidas no teste. O maior valor resultou de 50ml de água,

**TABELA 3. Dados médios de condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) das sementes de milho do lote 1, em função do número de sementes para 100ml de água, sem e com correção da leitura em função da condutividade da água (2,00  $\mu\text{S}$ ) e dados médios de teor de água (%) após o teste de condutividade. (experimento 1).**

Número de sementes	Condutividade		Teor de água
	sem correção	com correção	
10	81,58 A <sup>1</sup>	42,80 A	42,2 A
20	66,91 B	45,74 A	42,3 A
30	61,45 BC	49,28 A	42,7 A
40	55,12 BC	46,17 A	42,0 A
50	58,98 BC	52,11 A	41,7 A
60	57,01 BC	51,06 A	42,5 A
70	56,22 BC	51,26 A	41,7 A
80	57,15 BC	52,67 A	42,2 A
90	52,53 C	48,54 A	42,0 A
100	49,64 C	46,01 A	42,2 A
CV%	8,36	10,44	1,24

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

seguido por 75 ml e o menor valor para 100ml, devido à diluição da solução. No que diz respeito à quantidade de sementes, verificou-se que para 100, houve interação entre lotes x quantidade de água. Desta interação, para todas as quantidades de água o lote 1 apresentou-se mais vigoroso; já para os lotes 2 e 3, com 50 ml estes não apresentaram diferença entre si; com 75ml, o lote 2 foi o menos vigoroso e o lote 3 apresentou valor intermediário entre 1 e 2, e com 100ml o lote 3 foi o menos vigoroso e o lote 2 apresentou valor intermediário.

Os valores de condutividade, para todas as quantidades de água, utilizando 50 sementes revelaram ser o lote 2 o menos vigoroso, enquanto os lotes 1 e 3 não apresentaram diferença entre si; para 25 sementes os três lotes não diferiram. Diferença significativas entre o número de sementes e os valores de condutividade foram encontradas por Ribeiro et al. (1997) com sementes de milho, mas não foram verificadas por Sá (1999), utilizando sementes de tomate. Menezes & Pasinato (1995), relacionando número de sementes (25 e 50 sementes) e quantidade de água (20, 30 e 50ml de água destilada) para a embebição com os resultados do teste de condutividade elétrica, encontraram diferenças significativas entre os valores de condutividade e esses fatores, para sementes de milho, aveia preta e azevém, sendo para sementes de milho 50 sementes e 30ml de água as quantidades que possibilitaram melhor

discriminação da qualidade fisiológica dos lotes.

O coeficiente de variação do teste de condutividade (Tabela 4) apresentou-se alto para 25 sementes, intermediário para 50 sementes e o mais baixo para 100 sementes, provavelmente por esses terem dado maior representatividade do lote, concordando com Loeffler et al. (1988) e com Vieira & Kryzanowski, (1999), que observam que a utilização de um maior número de sementes e quatro repetições resulta em uma redução no coeficiente de variação.

A Tabela 5 mostra correlações negativas significativas entre os resultados dos testes de caracterização e os da condutividade elétrica somente para os valores de 100 sementes e 100ml; pode-se dizer então que este tratamento seguiu as mesmas tendências da discriminação dos lotes, da germinação e da 1ª contagem (Tabelas 2 e 3). Os valores de condutividade elétrica 50 sementes/média da quantidade de água e os de condutividade elétrica da caracterização dos lotes apresentaram correlação positiva significativa, pois estatisticamente apresentaram resultados semelhantes.

Os valores de teor de água atingidos pelas sementes após a embebição no teste de condutividade (Tabela 6), aparentemente, não apresentaram efeitos sobre os valores de condutividade,

**TABELA 4. Dados médios de condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) em função do número de sementes e da quantidade de água, para três lotes de sementes de milho. (experimento 2).**

Lotes	Quantidade de água			
	50 ml	75 ml	100 ml	Média
..... 100 sementes.....				
Lote 1	83,13 B a <sup>1</sup>	61,09 B b	40,73 B c	61,65
Lote 2	111,23 A a	75,08 A b	47,11 AB c	77,81
Lote 3	113,88 A a	68,12 AB b	50,29 A c	77,43
Média	102,74	68,10	46,04	
CV% = 7,31				
..... 50 sementes.....				
Lote 1	90,32	60,12	47,56	66,00 B
Lote 2	103,58	80,11	62,67	82,12 A
Lote 3	86,80	68,45	53,24	72,83 B
Média	96,90 a	69,56 b	54,49 c	
CV% = 11,36				
..... 25 sementes.....				
Lote 1	106,55	66,71	57,16	76,81 A
Lote 2	99,97	91,09	67,46	86,17 A
Lote 3	115,37	77,10	62,46	84,98 A
Média	107,30 a	78,31 b	62,36 c	
CV% = 13,68				

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, maiúscula para lotes e minúscula para quantidade de água, não diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

**TABELA 5. Coeficiente de correlação simples (r) entre os valores médios de germinação, 1ª contagem, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência (IVE) e os valores médios de condutividade variando número de sementes / quantidade de água. (experimento 2).**

Tratamentos (nº sementes/ml água)	Germinação	1ª Contagem	Envelhecimento	Condutividade	Emergência	IVE
100/100	-0,9998**	-0,9996**	-0,7860	0,5799	-0,1951	-0,3782
100/75	-0,6427	-0,6780	-0,0509	0,9951	0,6108	0,0177
100/50	-0,9626	-0,9743	-0,6048	0,7666	0,0058	-0,1327
50/média <sup>1</sup>	-0,5706	-0,6086	0,0398	0,9999***	0,1252	0,5280
25/média <sup>1</sup>	-0,8920	-0,9122	-0,4391	0,8764	0,2508	0,0618

<sup>1</sup>média das quantidades de água para cada número de sementes; \*\*significativo a 2%; \*\*\*significativo a 1%.

apesar de se observar alguma variação nos mesmos. Constatase que o menor valor de condutividade apresentado pelo Lote 1 não foi resultante das sementes deste terem embebido menos, por presença por exemplo de sementes dormentes, mas um indicativo da melhor qualidade de suas sementes, pois estas apresentaram maior teor de água que os demais lotes.

Face aos resultados obtidos no Experimento 1 (Tabela 3),

**TABELA 6. Dados médios de teor de água (%) após o teste de condutividade elétrica, em função do número de sementes e da quantidade de água, para três lotes de sementes de milho. (experimento 2).**

Lotes	Quantidade de água			
	50 ml	75 ml	100 ml	Média
..... 100 Sementes .....				
Lote 1	42,9 A b <sup>1</sup>	43,4 A b	50,1 A a	45,5
Lote 2	42,3 A a	44,1 A a	42,3 B a	42,9
Lote 3	41,9 A a	42,5 A a	43,1 B a	42,5
Média	42,4	43,3	45,2	
CV% = 3,92				
..... 50 Sementes .....				
Lote 1	44,3	43,8	44,1	44,1 A
Lote 2	42,3	43,2	42,4	42,7 AB
Lote 3	41,6	42,5	42,1	42,1 B
Média	42,8 a	43,2 a	42,9 a	
CV% = 2,07				
..... 25 Sementes .....				
Lote 1	43,6	45,9	43,4	44,3 A
Lote 2	40,5	43,9	42,2	42,2 B
Lote 3	42,1	42,8	43,9	42,9 AB
Média	42,1 b	44,2 a	43,2 ab	
CV% = 2,36				

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, maiúscula para lotes e minúscula para quantidade de água, não diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

os valores da condutividade elétrica (Tabela 4) foram recalculados subtraindo-se o valor da condutividade da água das leituras obtidas da solução de embebição de cada repetição (Tabela 7).

A Tabela 7 apresenta os valores de condutividade do Experimento 2 corrigida a leitura em função da leitura da condutividade da água que foi de 2,00 mS. Pode-se observar que, com a correção, os valores da condutividade tornaram-se próximos independente da quantidade de sementes para um mesmo lote e mesma quantidade de água. Todavia, o comportamento dos lotes quanto a qualidade neste caso (Tabela 7), apresentou-se semelhante ao observado independente de corrigir-se a leitura (Tabela 4), o que sugere a não necessidade dessa correção quando se comparam lotes, empregando-se o mesmo número de sementes.

Observando os resultados obtidos de condutividade e dos coeficientes de correlação simples e comparando com os resultantes da caracterização dos lotes, pode-se concluir que 100 sementes e 100 ml de água mostraram-se a melhor combinação para a realização do teste de condutividade elétrica (a 25°C por 24h) para as sementes de milho, pois melhor identificaram as diferenças de qualidade fisiológica entre os lotes, além de apresentar menor coeficiente de variação. Estas conclusões, no entanto, discordam dos resultados de Menezes & Pasinato (1995) que obtiveram, para milho, 25 sementes e 30ml de água como a melhor combinação para a realização do teste de condutividade elétrica, apesar de que os referidos autores estudaram um menor número de combinações de números de sementes e quantidade de água do que os do presente experimento.

## CONCLUSÕES

A condutividade elétrica da água exerce influência sobre o valor calculado da condutividade elétrica da solução de embebição ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) de sementes de milheto, principalmente quando o valor da condutividade da solução é baixo.

A utilização de 100 sementes com 100 ml de água destilada mostra-se promissora para a realização do teste de condutividade elétrica em sementes de milheto, quando conduzido à temperatura de 25°C, com 24 h de embebição das sementes.

## REFERÊNCIAS

- ALCANTARA, P.B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras**: gramíneas e leguminosas. 3.ed. São Paulo: Nobel, 1986. 162p.
- APPA RAO, S.; KAMESWARA RAO, N.; MENGESHA, M.H. Germinability and seedling vigor of pearl millet seeds harvested at different stages of maturity. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.32, p. 141-145, 1993.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLV, 1992. 365p.
- CARBONERA, R.; LEMANSKI, E. B. Comparação entre os testes de germinação e de tetrazólio na análise de rotina. **Informativo Abrates**, Londrina, v.7, n. 1/2, p.105, 1997. Trabalho apresentado no X Congresso Brasileiro de Sementes, Foz do Iguaçu, PR, 1997.
- DIAS, D.C.F.S.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: I. Condutividade elétrica. **Informativo Abrates**, Londrina, v.5, n.1, p. 26-36, 1995.
- GARCIA, D.C.; MENEZES, N.L. de. Teste de envelhecimento precoce para sementes de azevém, aveia preta e milheto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n. 2, p.233-237, 1999.
- GASPAR, C.M.; NAKAGAWA, J. Influência do tamanho na germinação e no vigor de sementes de milheto (*Pennisetum americanum* L. Leeke). In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 13., 2001, Bauru. **Anais e resumo**. Bauru: UNESP, 2001, p.231.
- HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigour test methods**. 3.ed. Zurich: ISTA, 1995. 117p.
- KAMBLE, H.G.; SRIVASTAVA, A.P.; PANWAR, J.S. Threshing studies on pearl millet seed in relation to its germination. **Seed Research**, New Delhi, v.26, n. 1, p. 6-10, 1998.
- LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as na indicator of soybean seed quality. **Journal Seed Technology**, Boise, v.12, n. 1, p. 37-53, 1988.
- LOPES, A.L.R.; GIARETTA, H.; da SILVA, A.V.; FAGUNDES, A.C. Efeito do armazenamento em câmara com umidade e temperatura controlada e em armazém sobre a qualidade de sementes de milheto. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.19, n.1, p. 57-69, 1983.
- MAGUIRE, J.D. Speeds of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; da SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade de sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230 p.
- MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R.; NOVEMBRE, A.C.; CHAMA, H.C.P.C. Estudo comparativo de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n. 12, p. 1805-1815, 1990.
- MENEZES, N. L.; PASINATTO, P.R. Protocolo do teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de azevém, aveia preta e milheto. **Informativo Abrates**, Londrina, v.5, n.2, p.123. 1995. Trabalho apresentado no X Congresso Brasileiro de Sementes, Foz do Iguaçu, PR, 1997.
- NETTO, D.A.; ANDRADE, R.V.; OLIVEIRA, A.C.; AZEVEDO, J.T.; BORBA, C.S.; ANDREOLI, C. Qualidade de sementes de milheto (*P. glaucum* (L.) R. Br.) de diferentes procedências. **Informativo Abrates**, Londrina, v.7, n.3, p. 48-53, 1997.
- PIMENTEL - GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz", 1973. 430p.
- RIBEIRO, D.M.C.A.; CARVALHO, M.L.M.; SALGADO, K.C.C. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho através do teste de condutividade elétrica (bulk). **Informativo Abrates**, Londrina, v.7, n.1/2, p. 187, 1997. Trabalho apresentado no X Congresso Brasileiro de Sementes, Foz do Iguaçu, PR, 1997.
- RODO, A.B.; TILLMANN, M.A.A.; VILLELA, F.A.; SAMPAIO, N.V. Teste de condutividade elétrica em sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n.1, p.29-38, 1998.
- SÁ, M.E. Condutividade elétrica em sementes de tomate (*Lycopersicon lycopersicum* L.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.1, p.13-19, 1999.
- SALTON, J.C.; KICHEL, A.N. Milheto: alternativa para cobertura do solo e alimentação animal. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n.80, p. 8-9, 1997.
- SCHEFER, S.M.; LIN, S.S.; SAIBRO, J.C. Estresse por metanol como método para avaliar o vigor de sementes de milheto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 19., 1982, Piracicaba. **Anais**.. Piracicaba: SBZ, 1982. p. 402-403.
- SCHEFER, S.M.; SAIBRO, J.C.; RIBOLDI, J. Efeito do nitrogênio, métodos de sementeira e regimes de corte no rendimento e qualidade da forragem e da semente de milheto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.3, p. 309-317, 1985.
- VANZOLINI, S. **Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim (*Arachis hypogea* L.)**. 1998. 103f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas - Universidade Estadual Paulista, Botucatu
- VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1, 4, 26.
- VIEIRA, R.D.; PANOBIANCO, M.; LEMOS, L.B.; FORNASIERI FILHO, D. Efeito de genótipos de feijão e de soja sobre os resultados da condutividade elétrica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n. 2, p. 220-224, 1996.