

CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE SORGO

Marli Tieme Koyanagui¹, Thiago Barbosa Batista², Giovana Carolina Dourado Cruciol¹, Flávio Ferreira da Silva Binotti³, Soraia Werneck Moraes¹.

¹Programa de Pós-Graduação “Stricto Sensu” em Agronomia Área de Concentração: Sustentabilidade na Agricultura, UEMS, Cassilândia - MS, Brasil.

E-mail: m.koyanagui@hotmail.com

²Graduando em Agronomia, UEMS, Cassilândia – MS, Brasil.

³Prof. Adjunto, UEMS, Unidade de Cassilândia - MS, Brasil.

Recebido em: 30/09/2014 – Aprovado em: 15/11/2014 – Publicado em: 01/12/2014

RESUMO

O sorgo é uma espécie de grande importância, uso dessa gramínea no Brasil é voltado para a sucessão de culturas, para o corte com o uso de fabricação de silagens com intenção de oferecer ao gado uma alimentação balanceada. E a grande dificuldade é produzir sementes saudáveis e com grande potencial de plantas saudáveis. Objetivo foi avaliar o condicionamento fisiológico e a deterioração controlada sobre a qualidade fisiológica de sementes de sorgo cultivar Catissorgo Precioso. O delineamento experimental em esquema fatorial 5 x 4, sendo constituído pela combinação de condicionamento fisiológicos com cinco produtos (testemunha - sem condicionamento, água, Ca(NO₃)₂ 0,2% e Cellerate 0,2%) e quatro níveis de deterioração (0, 12, 36, 48 e 60 horas) após o condicionamento fisiológico, com quatro repetições. As sementes foram avaliadas por meio dos seguintes testes: primeira contagem de germinação, teste de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), teste de condutividade elétrica, emergência de plântulas, primeira contagem de emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), fitomassa seca do vegetal. Conclui que o condicionamento fisiológico de sementes de sorgo associado a períodos crescentes de deterioração prejudica o vigor e a germinação.

PALAVRAS-CHAVE: Condicionamento, deterioração controlada, *Sorghum bicolor*.

PHYSIOLOGICAL CONDITIONING SORGHUM SEEDS

ABSTRACT

Sorghum is a species of great importance, use this grass in Brazil is facing succession planting to cutting with the use of silage manufacturing with intent to deliver a balanced diet to cattle. And the great difficulty is to produce healthy and with great potential for healthy plants seeds. Objective was to evaluate the physiological conditioning and controlled deterioration on physiological seed quality of sorghum cultivar Catissorgo Precious. The experimental design in 5 x 4 factorial scheme, being formed by the combination of physiological conditioning with five products (witness - without conditioning, water, Ca (NO₃)₂ 2 and 0.2% Cellerate 0.2%) and four levels of deterioration (0, 12, 36, 48 and 60 hours) after physiological conditioning with four replications. Seeds were evaluated using the following tests: first germination, germination, germination speed index (GSI), the electrical conductivity test, seedling emergence, emergency first count, emergence rate index (IVE), dry

weight of the plant. Concludes that the physiological conditioning of seeds of sorghum associated with increased periods of deterioration affects the vigor and germination.

KEYWORDS: Conditioning, controlled deterioration, Sorghum bicolor.

INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) tem origem do centro da África e da Ásia, e é uma espécie de grande importância mundial por ser tolerante à seca e produzir elevada quantidade de massa verde, sementes ricas em proteínas, vitaminas e sais minerais (CARVALHO et al., 2000). Devido à sua facilidade de cultivo e de manejo, tanto para corte, quanto para pastejo direto, o sorgo tem sido muito bem aceito pelos pecuaristas, na intenção de oferecer ao gado um alimento nutritivo (GONTIJO NETO et al., 2002). Por ser menos rentável que o milho em plantios de verão, o cultivo de sorgo tem se limitado ao cultivo em sucessão com outras culturas de verão (SOUZA, 2006).

Existe, no entanto, fatores que limitam a produção de sorgo, das quais se destacam dificuldades na obtenção de sementes saudáveis, vigorosas, com alto potencial genético, que proporcionarão lavouras com elevada produção e número de plantas adequado e uniforme (CARVALHO, 2000). MARCOS FILHO (2005) define sementes de qualidade como sendo aquelas cujas capacidades germinativas e vigor são elevadas, com grau de umidade adequado.

Na tentativa de aumentar a capacidade de germinação de sementes de sorgo, tolerância a situações adversas e de diminuição de tempo entre a semeadura e a emergência, várias técnicas vêm sendo utilizadas. Um dos tratamentos mais utilizados com essa finalidade é o condicionamento osmótico, onde as sementes são hidratadas lentamente, permitindo um maior tempo para a reparação ou reorganização das membranas. Isso possibilita o desenvolvimento dos tecidos de maneira ordenada e reduz os possíveis riscos de danos ao eixo embrionário que pode ser causado pela rápida embebição.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o condicionamento fisiológico e a deterioração controlada sobre a qualidade fisiológica de sementes de sorgo cultivar Catissorgo Precioso.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas sementes de Sorgo Catissorgo, lote do núcleo de produção de sementes "Ataliba Leonel" da CATI, fazenda localizada em Mandurí – SP, sem tratamento prévio, cuja qualidade está apresentada na Tabela 1.

TABELA 1. Grau de umidade, massa de 1000 sementes e qualidade fisiológica inicial de sementes de *S. bicolor*.

Grau de umidade (%)	Massa 1000 sementes (g)	1ª contagem germinação		Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	IVG
		germinação	Germinação		
		-----(%)-----	-----		
10	28	93	96	5,70	5,0

¹Índice de velocidade de germinação.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 5 x 4, sendo constituído pela combinação de condicionamento fisiológicos com cinco produtos (testemunha - sem condicionamento, água,

Ca(NO₃)₂ 0,2% e Cellerate 0,2%) e quatro níveis de deterioração (0, 12, 36, 48 e 60 horas) após o condicionamento fisiológico, com quatro repetições.

O condicionamento fisiológico foi realizado pela hidratação de sementes entre papéis, por 20 horas a 25°C. As sementes foram colocadas entre folhas de papel tipo germitest, umedecidos com 3 vezes a massa dos mesmos, com as diferentes soluções. Posteriormente à realização da hidratação das sementes, houve a secagem para restabelecer a umidade inicial.

As sementes passaram por diferentes períodos de deterioração controlada segundo metodologia de VIEIRA & KRZYZANOWSKI (1999). Foi ajustado o grau de umidade para 20%. Para atingir esse grau, as sementes foram hidratadas entre folhas de papéis do tipo germitest umedecidos 3 vezes a sua massa. Atingido o valor desejado, as sementes foram colocadas em sacos de alumínio no interior de sacos plásticos. Todos os sacos foram para geladeira onde permaneceram por um período de 24h. Passado esse tempo, os sacos foram colocados em condição de banho-maria a 42°C, onde ficaram por períodos determinados (12h, 36h, 48h e 60h). Passado o tempo, foram armazenados em câmara seca por 48h antes de se prosseguir às avaliações.

As sementes foram avaliadas por meio dos seguintes testes:

Primeira contagem de germinação - Realizada juntamente com o teste de germinação. Sendo o registro da porcentagem de plântulas normais verificadas quatro dias após a instalação do teste (BRASIL, 2009).

Teste de germinação - Realizado com quatro sub-amostras de 50 sementes. As contagens foram realizadas aos quatro e dez dias após a semeadura, de acordo com os critérios estabelecidos pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Índice de velocidade de germinação (IVG) - Foi realizado em conjunto com o teste de germinação, onde o índice de velocidade para cada tratamento foi calculado conforme Maguire (1962).

Teste de condutividade elétrica - Realizado por meio de quatro subamostras de 50 sementes, em cada subamostra (repetição) foi mensurado a massa com precisão de pelo menos duas casas decimais, a seguir colocadas para embeber em um recipiente contendo 75 mL de água deionizada (3-5 µS cm⁻¹ de condutividade), e então mantida em uma câmara (germinador) à temperatura de 25°C durante 24 horas. Após o período de 24 horas foi realizada a leitura da condutividade elétrica na solução de embebição em condutímetro. Os resultados foram expressos em µS cm⁻¹ g⁻¹ de sementes (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

Emergência de plântulas - Foi conduzido em casa de vegetação com quatro subamostras de 50 sementes por tratamento, sendo a semeadura realizada a 1 cm de profundidade em bandejas, utilizando como substrato areia grossa. A porcentagem de plântulas emergidas foi registrada até a estabilização da emergência das mesmas, com limite de 21 dias após a semeadura, considerando-se como plântulas emergidas com comprimento da parte aérea não inferior a 20 mm. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas emergidas.

Primeira contagem de emergência - Foi conduzido em casa de vegetação juntamente com o teste de emergência, registrando-se a porcentagem de plântulas emergidas aos 4 dias após a instalação do ensaio, considerando-se como plântulas emergidas com comprimento da parte aérea não inferior a 20 mm. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas emergidas.

Índice de velocidade de emergência (IVE) - Foi conduzido em casa de vegetação juntamente com o teste de emergência de plântulas. As avaliações foram realizadas mediante a contagem diária do número de plântulas emergidas até estabilização do número das plântulas emergidas com limite de 21 dias após a semeadura e o cálculo do índice de velocidade foi efetuado, conforme Maguire (1962).

Fitomassa seca do vegetal – A fitomassa seca das plântulas que foi determinada após a submissão das amostras à secagem em estufa de circulação forçada de ar, à uma temperatura média de 65°C, até atingir massa constante. Os valores foram expressos em miligramas por plântula.

A significância dos efeitos dos tratamentos foi verificada por meio do Teste F. Para o fator "períodos de deterioração" foram ajustadas regressões polinomiais. E para o fator "condicionamento fisiológico" houve a comparação de médias por meio do Teste de tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 se encontra os valores do teste F de primeira contagem de germinação, germinação total, índice de velocidade de germinação, emergência total, índice de velocidade de emergência e fitomassa seca de plântulas.

TABELA 2. Teste de F para as médias de primeira contagem de germinação (PG), germinação total (GT), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência total (ET), índice de velocidade de emergência (IVE) e fitomassa seca de plântulas (FS) de sementes de *Sorghum bicolor* L. em função de condicionamento e período de deterioração.

Teste F	PG	GT	IVG	ET	IVE	FS
Condicionamento (C)	1,35 ^{N.S.}	0,18 ^{N.S.}	0,52 ^{N.S.}	3,1,40**	76,64**	10,70**
Período de deterioração (PD)	19,08**	7,98	5,64**	59,82**	140,28**	1207,59**
C x PD	5,05**	3,46	3,06**	14,07**	35,27**	12,38**

**significativo a 1% de probabilidade; ^{N.S.} Não significativo

Na Tabela 3 se verifica o desdobramento da interação significativa para primeira contagem de germinação, germinação total e índice de velocidade de germinação.

Na primeira contagem de germinação, considerando-se o período de 36 h, a testemunha – sem condicionamento, obteve 90% de sementes germinadas contra 73% do Ca(NO₃)₂. No período de 48 h, o condicionamento com água propiciou 90% de germinadas contra 56%, 75% e 73% da testemunha, cellerate e Ca(NO₃)₂, respectivamente. Já no período de 60 h, a ausência de condicionamento proporcionou 82% de germinação contra 66% (água), 66% (cellerate) e 79% (Ca(NO₃)₂).

O aumento do período de deterioração, das sementes condicionadas com cellerate, propiciou uma queda na precocidade de germinação e germinação total. Enquanto, o condicionamento com água e Ca(NO₃)₂ propiciou respostas quadráticas na precocidade de germinação, com pontos de máximo de 1,55 h e 3,8 h, respectivamente. A maior germinação total no período de deterioração de 48 h ocorreu pelo condicionamento com Ca(NO₃)₂ com 94% de germinação contra 74% e 86% da testemunha e cellerate, respectivamente. Já em 60 h, a testemunha obteve maior germinação com 91% contra 74% de germinação do condicionamento com água, não se diferindo dos demais.

A diminuição na precocidade de germinação (medida pela primeira contagem de germinação) e germinação ocorreu em razão do aumento da sensibilidade das sementes condicionadas, decorrente, de acordo com CHOJNOWSKI et al. (1997), de que o condicionamento seguido de secagem, pode afetar os mecanismos protetores que atuam sobre os radicais livres.

A maior velocidade de germinação ocorreu com a combinação ausência de condicionamento fisiológico e 36 horas de deterioração. No período de 48 h a água e o $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ proporcionaram os maiores índices com 11,51 e 11,43%, respectivamente, contra 8,35% da testemunha.

Sementes com qualidade fisiológica superior (não envelhecida) apresentaram respostas positivas ao condicionamento aumentando o percentual de germinadas. Estes dados divergem dos obtidos por CARVALHO et al. (2000) que verificaram que sementes de sorgo com alta qualidade fisiológica não respondem ao condicionamento osmótico.

TABELA 3. Desdobramento da análise de variância de primeira contagem de germinação (%), germinação total (%) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Sorghum bicolor* L. em função de condicionamento e período de deterioração.

Período de deterioração (horas)	Primeira contagem de germinação (%)			
	Condicionamento			
	Testemunha	H ₂ O	Cellerate	Ca(NO ₃) ₂
Zero	90	93	90	92
12	90	91	88	90
36	90a	84ab	81ab	73b
48	56c	90a	75b	73b
60	82a	66b	66b	79ab
Ajuste de regressão	N.S.	R.Q ^{(1)*}	R.L ^{(2)**}	R.Q ^{(3)*}
C.V.(%)	9,52			
	Germinação total (%)			
Zero	92	92	92	95
12	93	94	92	95
36	93	90	91	82
48	74b	92a	86ab	94a
60	91a	74b	80ab	84ab
Ajuste de regressão	N.S.	R.Q ^{(4)*}	R.L ^{(5)**}	N.S
C.V.(%)	7,55			
	Índice de velocidade de germinação (IVG)			
Zero	11,47	11,74	11,51	11,76
12	11,67	11,75	11,36	11,75
36	14,06a	11,12b	11,17b	10,02b
48	8,35b	11,51a	10,53ab	11,43a
60	10,96	9	9,21	10,33
Ajuste de regressão	N.S.	R.L ^{(6)*}	R.L ^{(7)*}	N.S.
C.V.(%)	12,50			

^MMédias seguidas de letras diferentes nas linhas, dentro do fator nível de vigor, diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade; RL – Regressão Linear; RQ – Regressão Quadrática; **significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; N.S. Não significativo; ⁽¹⁾ $y = -2,35714286x^2 + 8,6428571x + 85,100000$ e $R^2 = 0,76$; ⁽²⁾ $y = -6,0500000x + 98,450000$ e $R^2 = 0,97$; ⁽³⁾ $y = 2,50000000x^2 - 19,3000000x + 112,000000$ e $R^2 = 0,79$; ⁽⁴⁾ $y = -1,82142857x^2 + 6,4785714x + 90,000000$ e $R^2 = 0,82$; ⁽⁵⁾ $y = -3,0000000x + 97,600000$ e $R^2 = 0,84$; ⁽⁶⁾ $y = -0,5734999x + 12,748999$ e $R^2 = 0,60$; ⁽⁷⁾ $y = -0,5422502x + 12,386250$ e $R^2 = 0,83$.

Interação significativa entre os fatores empregados foi verificada para emergência e índice de velocidade de emergência (IVE) (Tabela 4).

Maior emergência no período de 48 h foi verificada com testemunha e $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, apresentando 83% e 75%, respectivamente, contra 17% da água. Para o período de 60 h a testemunha obteve maior emergência com 83% contra 29% (água), 41% (cellerate) e 35% ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), ou seja, o condicionamento fisiológico vem a prejudicar a emergência se as sementes forem passar pelo processo de deterioração acima do períodos de 48 h.

A emergência, resultante da aplicação de água no condicionamento, se ajustou a uma equação linear negativa, evidenciando decréscimo da emergência com aumento da deterioração. O condicionamento com cellerate e $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ajustaram – se a uma equação quadrática com ponto máximo de emergência com 0,81 h e 0,68, respectivamente.

O IVE no período de 36 h tem maior índice com a testemunha, cellerate e $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, com 9,55; 9,81 e 10,38, respectivamente, contra 8,24 da água. No período de 48 h e 60 h não houve influencia do condicionamento, uma vez que a testemunha obteve maior índice com 9,95 e 9,95, respectivamente, em relação aos demais.

O índice de velocidade de emergência resultante das sementes embebidas em água se ajustou a uma equação linear negativa, onde conforme aumento do período de deterioração IVE decaía linearmente. Já o cellerate e $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ se ajustaram a uma equação quadrática com máximo de índice obtido com 7,51 h e 5,50, respectivamente.

TABELA 4. Desdobramento da análise de variância de emergência (%) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de *Sorghum bicolor* L. em função de condicionamento e período de deterioração.

Período de deterioração (horas)	Índice de velocidade de emergência (IVE)			
	Condicionamento			
	Testemunha	H ₂ O	Cellerate	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
Zero	9,89	9,85	10,25	10,76
12	9,54	10,14	9,54	9,59
36	9,55a	8,24b	9,81a	10,38a
48	9,95a	1,94c	8,09b	8,90ab
60	10,15a	3,25c	5,14b	3,80c
Ajuste de regressão	N.S.	R.L ^{(1)**}	R.Q ^{(2)**}	R.Q ^{(3)**}
C.V.(%)	7,85			
	Emergência (%)			
Zero	84	82	75	89
12	81	84	82	83
36	80	74	81	85
48	83a	17c	65b	75ab
60	83a	29b	41b	35b
Ajuste de regressão	N.S.	R.L ^{(4)**}	R.Q ^{(5)**}	R.Q ^{(6)**}
C.V.(%)	11,87			

^MMédias seguidas de letras diferentes nas linhas, dentro do fator nível de vigor, diferem estatisticamente entre si pelo teste F a 5% de probabilidade; RL – Regressão Linear; RQ – Regressão Quadrática; **significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; N.S. Não significativo; ⁽¹⁾ $y = -2,1409999x + 13,107999$ e $R^2 = 0,78$; ⁽²⁾ $y = -0,46196440x^2 + 1,6030365x + 8,842999$ e $R^2 = 0,96$; ⁽³⁾ $y = -0,72321439x^2 + 2,8777864x + 8,009999$ e $R^2 = 0,89$; ⁽⁴⁾ $y = -17,3000000 + 109,100000$ e $R^2 = 0,74$; ⁽⁵⁾ $y = -5,42857143x^2 + 23,9714286x + 56,700000$ e $R^2 = 0,99$; ⁽⁶⁾ $y = -5,82142857x^2 + 23,2785714x + 67,800000$ e $R^2 = 0,93$.

Na Tabela 5 se encontra o desdobramento da interação significativa para fitomassa seca de plântulas. No período de 48 h maior fitomassa seca foi verificada com o condicionamento empregando água, com 148 mg.plântula⁻¹, contra 118 mg.plântula⁻¹ (testemunha), 117 mg.plântula⁻¹ (cellerate) e 110 mg.plântula⁻¹ (Ca(NO₃)₂). A matéria seca se ajustou a equações quadráticas, para todos os tratamentos, sendo que a testemunha obteve máximo de fitomassa seca com 0,39 h, a água com 0,52 h, cellerate com 0,45 e o Ca(NO₃)₂ com 0,34h.

Contrario aos dados obtidos neste trabalho OLIVEIRA & GOMES FILHO (2011) verificaram que em sementes condicionadas de sorgo com qualidade superior ocorre incremento na fitomassa seca, todavia vale ressaltar que a pratica de condicionamento utilizado é o osmocondicionamento.

TABELA 5. Desdobramento da análise de variância de fitomassa seca de plântulas de *Sorghum bicolor* L. em função de condicionamento e período de deterioração.

Período de deterioração (horas)	Fitomassa seca de plântulas (mg.plântula ⁻¹)			
	Condicionamento			
	Testemunha	H ₂ O	Cellerate	Ca(NO ₃) ₂
Zero	180	177	178	181
12	182	178	181	176
36	178	179	181	181
48	118b	148a	117b	110c
60	113	114	113	109
Ajuste de regressão	R.Q ^{(1)**}	R.Q ^{(2)**}	R.Q ^{(3)**}	R.Q ^{(4)**}
C.V.(%)	2,54			

^MMédias seguidas de letras diferentes nas linhas, dentro do fator nível de vigor, diferem estatisticamente entre si pelo teste F a 5% de probabilidade; RL – Regressão Linear; RQ – Regressão Quadrática; **significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; N.S. Não significativo; ⁽¹⁾ $y = - 4,83928571x^2 + 9,1607143x + 180,400000$ e $R^2 = 0,85$; ⁽²⁾ $y = - 6,98214286x^2 + 25,7678571x + 158,200000$ e $R^2 = 0,97$; ⁽³⁾ $y = - 5,58928571x^2 + 14,1107143x + 173,650000$ e $R^2 = 0,82$; ⁽⁴⁾ $y = - 4,76785714x^2 + 7,7321429x + 180,950000$ e $R^2 = 0,80$.

As diferentes técnicas de hidratação das sementes podem influenciar a resposta ao condicionamento. Em algumas espécies, como feijão, a imersão completa das sementes por 8 horas, reduziu 55 pontos percentuais na germinação e diminuiu o vigor, causando prejuízos irreversíveis às sementes (Custódio et al., 2002). Por outro lado, sementes de feijão hidratadas por 24 horas até 15,6% de umidade, utilizando o método adaptado do teste de envelhecimento acelerado, e submetido à secagem até 9,3%, germinaram mais rápido em relação aquelas sem hidratação (Aragão et al., 1999).

CONCLUSÕES

O condicionamento fisiológico de sementes de sorgo associado a períodos crescentes de deterioração prejudica o vigor e a germinação.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, C.; MORAIS, O.M.; VALLE LIMA, E.; LOMOS, L.B.; CARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Efeito da hidratação seguida de secagem na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 180-186, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

CARVALHO, L.F.; MEDEIROS FILHO, S.; ROSSETTI, A.G.; EÓFILO, E.A. Condicionamento osmótico em sementes de sorgo. **Revista Brasileira e Sementes**, v. 22, n.1, p.185-192, 2000.

CHOJNOWSKI, M.; CORBINEAU, F.; CÔME, D. Physiological and biochemical changes induced in sunflower seeds by osmopriming and subsequent drying, storage and aging. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 7, p. 323-331, 1997.

CUSTÓDIO, C.C.; MACHADO NETTO, N.B; MASSAKITTO, H.; VIVAN, M.R. Efeito da submersão em água de sementes de feijão na germinação e no vigor: **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina,v. 24, n. 2, p. 49-54, 2002.

GONTIJO NETO, M. M.; OBEID, J. A.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; CÂNDIDO, M. J. D.; MIRANDA, L. F. Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescente de adubação. Rendimento, proteína bruta e digestibilidade in vitro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p.1640- 1647, 2002.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba-SP: FEALQ, 2005.495 p.

OLIVEIRA, A. B.; GOMES FILHO, E. Estabelecimento de plântulas de sorgo oriundas de sementes osmocondicionadas de diferentes qualidades fisiológicas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 2, p. 223-229, 2011.

VIEIRA, R.D.; KRYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina-PR: ABRATES, 1999. cap.4, p.4.1-4.26.

VIEIRA, R.D.; KRYZANOWSKI, F.C. Teste de deterioração controlada. In: KRYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina-PR: ABRATES, 1999. cap.6, p.6.1. 129.