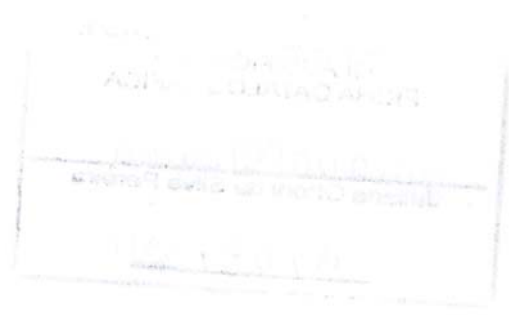


PATRÍCIA MARLUCI DA CONCEIÇÃO

**SISTEMA RADICAL DE PLÂNTULAS COMO INDICATIVO DE VIGOR E
EFEITO DE BIOESTIMULANTE EM SEMENTES DE FEIJÃO E MILHO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2011



**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

C744s
2011

Conceição, Patrícia Marluci da, 1981-

Sistema radical de plântulas como indicativo de vigor e
efeito de bioestimulante em sementes de feijão e milho /
Patrícia Marluci da Conceição. – Viçosa, MG, 2011.
viii, 68f. : il. ; 29cm.

Orientador: João Carlos Cardoso Galvão.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Raízes. 2. Milho - Semente - Fisiologia. 3. Feijão -
Semente - Fisiologia. 4. Fisiologia vegetal. 5. Germinação.
6. Leguminosa - Qualidade. 7. Leguminosa - Fisiologia.
8. Sementes - Testes. 9. Sementes - Qualidade.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 631.53

PATRÍCIA MARLUCI DA CONCEIÇÃO

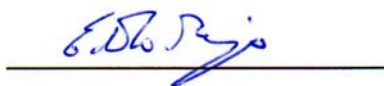
**SISTEMA RADICAL DE PLÂNTULAS COMO INDICATIVO DE VIGOR E
EFEITO DE BIOESTIMULANTE EM SEMENTES DE FEIJÃO E MILHO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

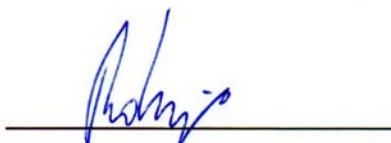
APROVADA: 25 de março de 2011.



Pesq. Rogério Faria Vieira
(Co-orientador)



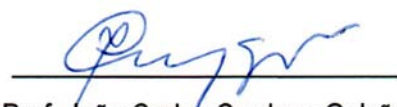
Prof. Eduardo Fontes Araújo
(Co-orientador)



Pesq. Roberto Fontes Araújo



Prof. Roberto Ferreira da Silva



Prof. João Carlos Cardoso Galvão
(Orientador)

Aos meus pais,
Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo que tem feito por mim.

Aos meus pais, Benedito da Conceição e Mirian Alves do Espírito Santo Conceição, pela vida, pelo amor, dedicação e apoio em mais esta conquista.

A minha irmã Priscila Soraia da Conceição e ao meu cunhado Fabiano de Jesus Ribeiro pela amizade, carinho e incentivo.

Ao meu namorado Thiago Vicente Lima, pelo amor, amizade e incentivo.

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de aperfeiçoamento.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor João Carlos Cardoso Galvão, pela dedicada orientação, pela amizade e pelos ensinamentos.

Ao Professor Eduardo Fontes Araújo e ao Pesquisador Rogério Faria Vieira, pelos conselhos, pelas sugestões e pela amizade.

Ao Professor Fernando Luiz Finger, à professora Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias e a professora Eveline Mantovani Alvarenga.

Aos demais professores do Departamento de Fitotecnia, pelos ensinamentos.

Ao funcionário do laboratório de sementes José Custódio da Silva, aos funcionários do Laboratório de Melhoramento de Soja e Pesquisa de Sementes: José Bernardino Luiz Pires e Paulo Afonso Paiva, e aos funcionários do Laboratório de Pós-Colheita Geraldo e Sebastião, agradeço pela amizade, dedicação e eficiente ajuda na realização deste trabalho.

À Tatiani Gomes Gouvêa e Vicente Madaleno, pela presteza.

Às amigas Juliane Karsten, Camilla Atsumi Zanuncio Sedyama, Girlaine Pereira Oliveira, Maristela Aparecida Dias, Elaine Heberle e Daniela Vieira Chaves, pela amizade e pela ajuda na realização deste trabalho.

Aos amigos que ganhei durante minha permanência em Viçosa, com os quais tive o prazer e a felicidade de conviver.

Aos amigos de Pós-Graduação em Fitotecnia.

Às companheiras de república, pela amizade, incentivo e paciência.

Aos familiares e amigos de Porto Feliz pelo incentivo.

E por fim, agradeço a todos aqueles que participaram de alguma forma do longo caminho percorrido até a conclusão do presente trabalho.

BIOGRAFIA

Patrícia Marluci da Conceição, filha de Benedito da Conceição e Mirian Alves do Espírito Santo Conceição, nasceu no dia 03 de junho de 1981, em Porto feliz, no estado de São Paulo.

Em abril de 1999 ingressou na Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em Engenharia Agrônômica em Janeiro de 2004.

Em março de 2005, iniciou o curso de Mestrado em Produção Vegetal, na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, concluindo em março de 2007.

Em março de 2007, iniciou o curso de Doutorado em Fitotecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concluindo em março de 2011.

SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT	1
Introdução Geral.....	1
Referências Bibliográficas	3

AVALIAÇÃO DO SISTEMA RADICAL DE PLÂNTULAS DE MILHO PARA ESTIMAR O VIGOR DAS SEMENTES..... 6

RESUMO.....	6
ABSTRACT	7
Introdução	7
Material e Métodos.....	8
Resultados e Discussão.....	11
Conclusões.....	16
Referências Bibliográficas	16

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA RADICAL COMO TESTE DE VIGOR EM SEMENTES DE FEIJÃO DO TIPO MANTEIGÃO 18

RESUMO.....	18
ABSTRACT	19
Introdução	19
Material e Métodos.....	21
Resultados e Discussão.....	24
Conclusões.....	28
Referências Bibliográficas	28

CARACTERÍSTICAS DE RAÍZES E QUALIDADE FISIOLÓGICA EM FUNÇÃO DA MASSA DA SEMENTE DE FEIJÃO DO TIPO MANTEIGÃO ... 31

RESUMO.....	31
ABSTRACT	31
Introdução	32
Material e Métodos.....	33
Resultados e Discussão.....	35
Conclusões.....	38
Referências Bibliográficas	38

AÇÃO DO STIMULATE EM SEMENTES DE FEIJÃO DE ORIGEM ANDINA 40

RESUMO.....	40
ABSTRACT	40
Introdução	41
Material e Métodos.....	42
Resultados e Discussão.....	44
Conclusões.....	46
Referências Bibliográficas	46

AÇÃO DO BIOESTIMULANTE NA QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHO

RESUMO.....	49
ABSTRACT	50
Introdução	50
Material e Métodos.....	52
Resultados e Discussão.....	59
Conclusões.....	66
Referências Bibliográficas	66

RESUMO

CONCEIÇÃO, Patrícia Marlucci da, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2011. Sistema radical de plântulas como indicativo de vigor e efeito de bioestimulante em sementes de feijão e milho. Orientador: João Carlos Cardoso Galvão. Co-orientadores: Rogério Faria Vieira, Eduardo Fontes Araújo e Glauco Vieira Miranda.

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar a qualidade fisiológica das sementes de milho e feijão utilizando como referência o sistema radical das plântulas; verificar o efeito da massa das sementes de feijão na sua qualidade fisiológica e no sistema radical das plântulas; avaliar o efeito do biestimulante Stimulate em sementes de milho e feijão. Para obter lotes de diferentes qualidades fisiológicas e assim avaliar o sistema radical das plântulas de milho, as sementes da variedade UFV-M100 Nativo foram colhidas em diferentes épocas ou submetidas a diferentes métodos de debulha. A massa das raízes seminais secas apresentou potencial para diferenciar o vigor de lotes colhidos em diferentes épocas de colheita; no entanto, as características das raízes seminais não diferenciaram os lotes submetidos a danos mecânicos durante a debulha. Para obter lotes de sementes de feijão de diferentes qualidades, e assim avaliar o sistema radical das plântulas, as sementes da cultivar 'Carnaval MG' foram secas em diferentes temperaturas ou submetidas a diferentes métodos de debulha. O número de verticilos, o número e comprimento das raízes basais diferenciaram o vigor de lotes submetidos a diferentes temperaturas, mas não foram eficientes para diferenciá-los em relação aos danos mecânicos. A massa das sementes de feijão não influenciou a qualidade fisiológica das sementes, mas tem efeito sobre o sistema radical, especificamente sobre o comprimento e a massa das raízes basais. Nas avaliações com Stimulate, o tratamento das sementes de feijão e de milho com ele não influenciou a qualidade fisiológica das sementes e o sistema radical das plântulas.

ABSTRACT

CONCEIÇÃO, Patrícia Marlucci da, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2011. **Root system of seedlings as vigor indicative and biostimulant effect in bean and corn seeds.** Adviser: João Carlos Cardoso Galvão. Co-advisers: Rogério Faria Vieira, Eduardo Fontes Araújo and Glauco Vieira Miranda.

The objective of this work was to evaluate physiology quality of corn and bean seeds by using root system of seedlings as reference; to verify the effect of beans seed mass on its physiologic quality and on the root system of seedlings; to evaluate the effect of Stimulate biostimulant on seeds of corn and beans. To obtain lots with different physiologic quality and thus to evaluate root system of corn seedlings, UFV-M100 seeds were harvested at different seasons or submitted to different threshing methods. Mass of dry seminal roots presented potential to differentiate vigor of lots harvested in different season; however characteristics of seminal roots did not differentiate lots submitted to mechanical damage. To obtain lots of bean seeds with different qualities and therefore to evaluate root system of the seedlings, 'Carnaval MG' cultivar seeds were dried at different temperatures or submitted to different threshing methods. The number of whorls, the number and length of basal roots differentiate vigor of lots submitted to different temperatures but they were not efficient to differentiate them in relation to mechanical damage. Mass of bean seeds did not influence physiologic quality of the seeds but it does have effect on root system, specifically on length and mass of basal roots. In evaluations with Stimulate, treatment with bean and corn seeds with Stimulate did not influence physiologic quality of seeds and root system of seedlings.

INTRODUÇÃO GERAL

A qualidade fisiológica das sementes tem como componentes o potencial genético, a germinação e o vigor (Lima, 1997). Segundo Afonso Júnior e Corrêa (2000), a época adequada de colheita tem grande importância na qualidade fisiológica das sementes, uma vez que a porcentagem de sementes infectadas por microrganismos e/ou atacadas por insetos aumenta, enquanto a germinação e o vigor diminuem, à medida que se prolonga seu tempo de permanência no campo após a maturação fisiológica. Para evitar tais perdas, é imperativo antecipar o momento de colheita, efetuando-a quando as sementes estão com elevado teor de água. Nesse caso, a secagem e o beneficiamento adequado das sementes e um armazenamento seguro lhes garantem a qualidade até a próxima semeadura.

A secagem é a etapa, dentro do processamento de sementes, que reduz o teor de água de forma a propiciar condições adequadas para o seu beneficiamento, armazenamento e comercialização. É uma importante prática pós-colheita, pois, ao diminuir o teor de água do produto, reduz o risco de infestação por microrganismos e a ocorrência de reações enzimáticas, o que contribui para preservar a qualidade, o valor nutritivo e o poder germinativo (Andrade et al, 2006). A secagem pode causar alterações químicas, físicas e fisiológicas nas sementes o que a torna uma etapa crítica do processo de produção (José et al., 2004).

A injúria mecânica é outro fator que diminui a qualidade fisiológica das sementes. Quando os danos mecânicos são visíveis (sementes partidas e com rupturas no tegumento), essas sementes podem ser separadas, durante a limpeza, por máquinas apropriadas que as separam de acordo com as suas propriedades físicas. Danos nas estruturas internas e ruptura de pequena proporção no tegumento são difíceis de serem detectados e predisõem as sementes a fungos e insetos (Chaves et al., 1992).

A densidade das sementes também pode influenciar na qualidade fisiológica das sementes. Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), sementes de maior tamanho, ou de maior densidade em uma mesma espécie são,

potencialmente, mais vigorosas do que as menores e menos densas e originam plântulas mais desenvolvidas.

Para avaliação da qualidade fisiológica das sementes, existem os testes de vigor baseados no desempenho ou características de plântulas, como o comprimento de plântulas ou de suas partes constituintes (raiz primária, hipocótilo e/ou epicótilo). Nestas avaliações, o sistema radical não é avaliado considerando a existência de diferentes raízes que compõem um mesmo sistema radical.

O sistema radical do feijão é típico de uma dicotiledônea anual. É composto da raiz primária, das basais (primeiras raízes que nascem na base do sistema radical), das adventícias (nascem da porção subterrânea do hipocótilo e crescem horizontalmente no solo mais superficial) e de raízes laterais (que se originam das raízes citadas).

As raízes basais desenvolvem-se de dois a quatro verticilos localizados na interface raiz-caule. Em geral, genótipos contendo sementes pequenas, de origem Mesoamericana, têm dois verticilos, enquanto as de origem Andina (sementes grandes) têm três. O conjunto das raízes basais e suas laterais compreendem a maior parte do total do comprimento do sistema radical do feijão. As raízes adventícias são importantes na exploração da camada superficial do solo e os genótipos de feijão diferem no número e extensão dessas raízes (Ochoa et al., 2006).

No milho, a raiz primária e as raízes seminais laterais (denominadas sistema radical seminal no conjunto) iniciam seu crescimento diretamente a partir da semente. O crescimento dessas raízes é mais lento após o estágio VE (germinação e emergência), tornando-se praticamente inexistente em torno do estágio V3 (terceira folha). Embora o sistema radical seminal continue a funcionar durante a maior parte da vida da planta de milho, sua mais importante contribuição ocorre antes que as raízes nodulares tornem-se bem estabelecidas. O sistema radical nodular é iniciado em torno do estágio VE e o primeiro conjunto de raízes nodulares começa sua alongação a partir do primeiro nó durante o estágio V1 (primeira folha). Em torno do estágio V6 (sexta folha), o sistema radical nodular torna-se o principal fornecedor de água e de nutrientes para a planta. No estágio V18 (décima oitava folha), as raízes adventícias ou de sustentação estão crescendo a partir dos nós acima da

superfície do solo. Elas ajudam a dar suporte para a planta e a explorar as camadas superficiais do solo em busca de água e nutrientes durante os estádios reprodutivos (Ritchie et al., 2003).

O objetivo dos testes de vigor é detectar diferenças significativas na qualidade fisiológica em lotes de sementes. A atividade enzimática também pode indicar transformações degenerativas entre os lotes. Copeland e McDonald (2001) destacaram que, para detectar o início da deterioração das sementes, as avaliações mais sensíveis são aquelas relacionadas à atividade de enzimas associadas à biossíntese em tecidos novos, uma vez que, com o processo de deterioração das sementes, as enzimas tornam-se menos eficientes para exercer sua atividade catalítica.

Para melhorar a qualidade das sementes e o enraizamento das plantas, a aplicação de bioestimulantes via semente tem sido proposta por várias empresas (Silva et al., 2008). Os bioestimulantes são complexos que promovem o equilíbrio hormonal das plantas, favorecendo a expressão do seu potencial genético e estimulando o desenvolvimento do sistema radical (Ono et al., 1999). Eles agem na degradação de substâncias de reserva das sementes, na diferenciação, na divisão e no alongamento celular (Castro e Vieira, 2001).

Os objetivos deste trabalho foram avaliar a qualidade fisiológica das sementes de milho e feijão utilizando como referência o sistema radical das plântulas; verificar o efeito da massa das sementes de feijão na sua qualidade fisiológica e no sistema radical das plântulas; avaliar o efeito do biestimulante Stimulate em sementes de milho e feijão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO JÚNIOR, P.C.; CORRÊA, P.C. Efeitos imediato e latente da secagem de sementes de feijão colhidas com diferentes níveis de umidade. **Ciência e Agrotecnologia**, v.24, número especial, p.33-40, 2000.

ANDRADE, E.T.; CORRÊA, P.C.; TEIXEIRA, L.P.; PEREIRA, R.G. Cinética de secagem e qualidade de sementes de feijão. **Engevista**, v.8, n.2, p. 83-95, 2006.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 424p.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001. 132 p.

CHAVES, M.A.; MOREIRA, S.M.C.; ALVARENGA, L.C.; OLIVEIRA, L.M. Efeito de múltiplos impactos na germinação de três cultivares de sementes de soja. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.17, n. 1/2, p. 2-9, 1992.

COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. **Principles of seed science and technology**. New York, Chapman & Hall, 2001. 467p.

JOSÉ, S.C.B.R.; PINHO, E.V.R.V.; PINHO, R.G.V.; SILVEIRA, C.M. Padrões eletroforéticos da enzima α -amilase em sementes de milho submetidas a alta temperatura de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 1, p.77-83, 2004.

LIMA, R.M. Efeito do tamanho das sementes sobre alguns atributos fisiológicos e agronômicos. **Anuário ABRASEM**. Brasília, p.168, 1997.

OCHOA I.E.; BLAIR M.W.; LYNCH J.P. QTL Analysis of adventitious root formation in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under contrasting phosphorus availability. **Crop Science**, v. 46, n. 4, p. 1609–1621, 2006.

ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D.; SANTOS, S.O. Efeito de fitorreguladores sobre o desenvolvimento de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Carioca. **Revista Biociências**, v. 5, n. 1, p. 7-13, 1999.

PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; LABBÉ-BAUDET, L. Secagem de sementes de hortaliças. In. **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília, 2009. p. 137-151.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. Como a planta de milho se desenvolve. **Arquivo do Agrônomo**, nº 15. **Informações Agronômicas** nº 103, 2003. 20 p.

SILVA, T.T.A.; PINHO, E.V.R.V.; CARDOSO, D.L.; FERREIRA, C.A.; ALVIM, P.O.; COSTAS, A.A.F. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 3, p. 840-846, 2008.

AVALIAÇÃO DO SISTEMA RADICAL DE PLÂNTULAS DE MILHO PARA ESTIMAR O VIGOR DAS SEMENTES

RESUMO

O comprimento da raiz primária das plântulas é usado como teste de vigor de sementes de gramíneas. No entanto, além da raiz primária, existe um número variável de raízes seminais, as quais também poderiam ser usadas. Objetivou-se com este trabalho a avaliação das raízes seminais de plântulas de milho como indicativo do vigor das sementes. Para obter lotes de diferentes qualidades, as sementes da variedade de milho UFV-M100 Nativo foram colhidas em diferentes épocas (experimento 1) ou submetidas a diferentes métodos de debulha (experimento 2). No experimento 1, as sementes foram colhidas em quatro épocas: quando atingiram o teor de água de 25 % e 10, 20 e 30 dias depois. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. No experimento 2, as sementes foram colhidas com teor de água de 25 % e submetidas à debulha manual, em debulhador estacionário manual e em debulhador estacionário. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. No experimento 1, as massas das raízes seminais secas das plântulas diminuíram com o atraso da colheita e correlacionaram-se positivamente com o teste de emergência em leito de areia. No experimento 2, os métodos de debulha não influenciaram as características de raiz e não houve correlação entre elas e a emergência em leito de areia. Conclui-se que a massa das raízes seminais secas pode diferenciar o vigor de lotes colhidos em diferentes épocas, mas nenhuma característica de raiz foi eficiente para diferenciar lotes de sementes com variações no dano mecânico.

Palavras chave: raiz primária, raízes seminais, lotes

EVALUATION OF ROOT SYSTEM OF CORN SEEDLINGS TO ESTIMATE SEED VIGOR

ABSTRACT

Length of primary root of seedlings is used as seed vigor test of poaceae. However, besides primary root, there is a variable number of seminal roots, which could have been used. The objective of this work was to evaluate seminal root of corn seedlings as indicative of seed vigor. To obtain lots with different qualities, UFV-M100 Nativo variety corn seeds were harvested in different seasons (experiment 1) or submitted to different threshing methods (experiment 2). In experiment 1, seeds were harvest in four seasons: when they reached water content of 25%, 10, 20 and 30 days later. In experiment 2, seed were harvested with water content of 25% and submitted to manual threshing, in manual stationary threshing and in stationary threshing. In experiment 1, mass of dry seminal roots of seedlings was reduced as harvest was delayed and they were positively correlated with emergency test in sand. In experiment 2, methods of threshing did not influence root traits and there was no correlation between them and emergence in sand. It is concluded that mass of dry seminal roots can differentiate vigor of lots harvested in different seasons, but no root trait was efficient to differentiate lots of seeds with mechanical damage variations.

Key-words: primary root, seminal roots, lots

INTRODUÇÃO

O teste de germinação é o procedimento oficial para avaliação da capacidade das sementes produzirem plântulas normais em condições ideais, mas nem sempre revela diferenças de desempenho entre lotes de sementes durante o armazenamento ou em campo (Carvalho e Nakagawa, 2000). Para análise da qualidade de sementes há necessidade de complementar as informações fornecidas pelo teste de germinação com testes de vigor, os quais

possibilitam selecionar os melhores lotes para comercialização (Dias et al., 2006).

Os objetivos básicos dos testes de vigor são avaliar ou detectar diferenças significativas na qualidade fisiológica de lotes com germinação semelhante; distinguir, com segurança, lotes de alto dos de baixo vigor; separar ou classificar lotes em diferentes níveis de vigor (Marcos Filho, 1999).

Nos testes de vigor baseados no desempenho ou características de plântulas incluem-se os testes de primeira contagem e velocidade de germinação, comprimento de plântulas ou de suas partes constituintes (raiz primária, hipocótilo e/ou epicótilo), massa de matéria seca de plântulas e classificação do vigor de plântulas (Marcos Filho, 2005). Segundo Nakagawa (1999), o comprimento médio da plântula ou das suas partes é obtido avaliando-se plântulas normais.

Nas gramíneas, nos testes de vigor baseados em características do sistema radical, mede-se o comprimento da raiz primária. No entanto, o sistema radical embrionário do milho consiste da raiz primária e de um número variável de raízes seminais (Hochholdinger et. al., 2004). Assim, objetivou-se nesse estudo avaliar as raízes seminais de plântulas de milho como indicativo do vigor das sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

Para obtenção de sementes de milho, variedade UFV-M100 Nativo, com diferente qualidade fisiológica, as sementes foram colhidas em diferentes épocas (experimento 1) ou submetidas a diferentes tipos de debulha (experimento 2).

Experimento 1. As sementes foram colhidas em quatro épocas. A primeira colheita ocorreu quando as sementes atingiram o teor de água de 25 %; outras colheitas foram realizadas 10, 20 e 30 dias após a primeira (com 21 % de teor de água). As sementes foram debulhadas manualmente e secas ao sol até apresentarem teor de água de 13%. Depois de secas, foram limpas, classificadas, acondicionadas em embalagem de papel multifoliado e armazenadas em câmara fria (20 °C e 75% UR), até o momento das avaliações da qualidade fisiológica e do sistema radical.

Experimento 2. As sementes foram colhidas com teor de água de 25%, e submetidas à debulha manual, debulhador estacionário manual (rotação de 250 rpm) e debulhador estacionário com fonte de alimentação elétrica (rotação de 1500 rpm). Após as debulhas, as sementes foram secas ao sol até atingirem teor de água de 13%. Depois de secas, foram limpas, classificadas, acondicionadas em embalagem de papel multifoliado e armazenadas em câmara fria (20 °C e 75% UR), até o momento das avaliações da qualidade fisiológica e sistema radical.

Para avaliação da qualidade fisiológica, as sementes foram submetidas aos testes de germinação, primeira contagem da germinação, frio sem solo, envelhecimento acelerado, emergência em leito de areia e índice de velocidade de emergência.

Teste de germinação: realizado conforme critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). Foram utilizadas três subamostras de 50 sementes por repetição. Utilizou-se como substrato o rolo de papel germiteste umedecido com volume de água equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco. Após a sementeira, os rolos foram mantidos em germinador a 25 °C. As avaliações foram feitas no 4º e 7º dias após a sementeira, quando foi anotada a porcentagem de plântulas normais (Brasil, 2009).

Primeira contagem de germinação: realizado concomitantemente com o teste de germinação, computando-se a porcentagem de plântulas normais encontradas na primeira contagem do referido teste.

Teste de frio sem solo: as sementes foram distribuídas em papel germiteste umedecido com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes a massa do papel. Após a sementeira, os rolos foram colocados no interior de sacos plásticos e estes foram mantidos em incubadora BOD regulada a 10 °C, durante sete dias. Após esse período, os rolos no interior dos sacos plásticos foram transferidos para um germinador regulado a 25 °C, onde permaneceram por mais quatro dias. A avaliação da germinação foi realizada de acordo com as recomendações contidas nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). Foram utilizadas três subamostras de 50 sementes por repetição.

Teste de envelhecimento acelerado: as sementes foram distribuídas sobre tela de arame no interior de caixas gerbox com 40 ml de água destilada. As caixas foram acondicionadas em BOD a 45 °C por 72 horas. Após esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação por 4 dias, conforme descrito anteriormente. Foram utilizadas três subamostras de 50 sementes por repetição.

Emergência em leito de areia: conduzido em bandejas plásticas com areia, onde 50 sementes foram distribuídas em sulcos com 2 cm de profundidade e distantes 2 cm entre si. O substrato foi umedecido sempre que necessário e a avaliação final das plântulas foi realizada até a estabilização da emergência das plântulas. Foram utilizadas três subamostras de 50 sementes por repetição. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Índice de velocidade de emergência: para sua determinação foram realizadas contagens diárias do número de plântulas a partir da emergência da primeira plântula. Foram consideradas emergidas as plântulas com plúmulas visíveis e com 2 cm de parte aérea. O índice foi calculado conforme Maguire (1962).

Para avaliação do sistema radical das plântulas de milho, folhas de papel germiteste foram umedecidas com CaSO_4 (0,5 mM). Quatro sementes foram colocadas a 3 cm do topo do papel (as sementes foram dispostas no comprimento do papel com a camada negra voltada para as laterais do papel). Os papéis foram enrolados como rolos de charuto e colocados em béqueres de 2 L com 200 mL de CaSO_4 (0,5 mM). Os béqueres foram cobertos com plástico perfurado e colocados em BOD, a 28 °C. Quatro dias após a montagem do teste, em quatro plântulas normais de cada repetição, foram avaliados: o número de raízes seminais, o comprimento da raiz primária e raízes seminais e a massa da raiz primária e raízes seminais secas,

O experimento 1 foi instalado no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. Os modelos de regressão foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão com o teste t, adotando-se o nível de 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação (R^2) e no fenômeno biológico a ser descrito. Para fins de análise estatística, os dados obtidos em porcentagem foram previamente transformados em arco seno $\sqrt{\%/100}$, para

atender a distribuição normal dos dados. Nos gráficos são apresentados os dados transformados.

O experimento 2 foi instalado no delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, quando o teste F foi significativo. Para fins de análise estatística, os dados obtidos do teste de emergência em leito de areia foram previamente transformados em arco seno $\sqrt{\%/100}$, para atender a distribuição normal dos dados. Na tabela são apresentados os dados transformados.

Nos dois experimentos foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson (r) entre o resultado do teste de emergência em leito de areia e os resultados dos demais testes de qualidade fisiológica e as avaliações do sistema radical que foram significativos no teste F a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As épocas de colheita não influenciaram significativamente os resultados dos testes de primeira contagem da germinação, frio sem solo, número de raízes seminais, comprimento da raiz primária e massa da raiz primária seca. Com o atraso da colheita das sementes, houve redução no número de plântulas normais nos testes de germinação, envelhecimento acelerado, na porcentagem e velocidade de emergência das plantas (Figura 1). Segundo Santos (1993), os danos à qualidade fisiológica das sementes, com o atraso da colheita, variam de região para região dependendo das condições climáticas, como umidade do ar, temperatura e insolação. Fatores como insetos (gorgulhos e traças), pássaros, chuvas e ventos contribuem para aumentar as perdas pelo atraso da colheita. A ocorrência de chuva na pré-colheita, com a conseqüente penetração de água na espiga, é umas das principais causas de perda da qualidade das sementes.

Em relação às características do sistema radical, o atraso da colheita diminuiu o comprimento das raízes seminais e a massa das raízes seminais secas (Figura 2). Não houve influencia do atraso da colheita nas avaliações da raiz primária. Possivelmente, após os quatro dias do início do processo de germinação das sementes, momento em que as características do sistema

radical foram analisadas, o crescimento da raiz primária já estava mais lento, e com isso não houve diferença no crescimento da raiz primária. No entanto, as raízes seminais, que desenvolvem após a raiz primária, estão em pleno crescimento, o que permite a observação de diferenças entre as características das raízes seminais provenientes de sementes de diferentes qualidades. Segundo Vieira e Carvalho (1994), as partes das plantas observadas no teste de vigor devem estar em pleno crescimento, pois há tendência da estabilização do crescimento das plantas. Assim, as características das raízes seminais podem ser mais utilizadas como indicativo do vigor comparado à raiz primária.

As épocas de colheita não influenciaram significativamente o número de raízes seminais. Segundo Hochholdinger et. al. (2004), o número de raízes seminais por plântula pode variar entre 0 a 13, sendo esse número fortemente influenciável pelo genótipo.

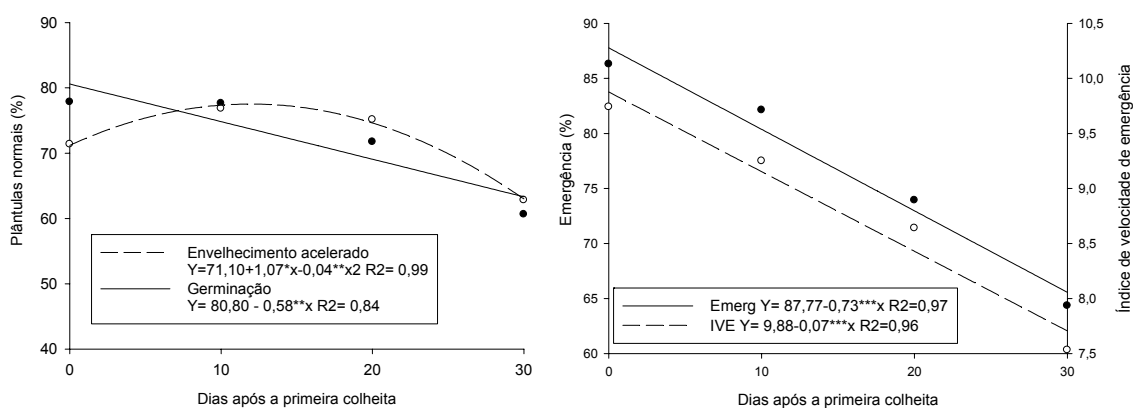


Figura 1. Germinação, envelhecimento acelerado, emergência em leito de areia e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de milho colhidas com teor de água de 25 % e 10, 20 e 30 dias depois. (*) Significativo a 5%; (**) Significativo a 1%, (***) Significativo a 0,1%.

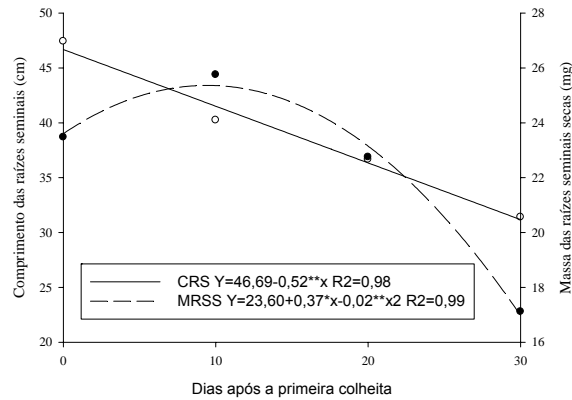


Figura 2. Comprimento das raízes seminais e massa das raízes seminais secas de sementes de milho colhidas com teor de água de 25 % e 10, 20 e 30 dias depois. (*) Significativo a 5%; (**) Significativo a 1%.

Para ser considerado eficiente como teste de vigor, este deve representar o que acontece com a emergência das plântulas originadas das sementes avaliadas (Marcos-Filho, 1999). O teste de germinação, apesar de não ser um teste de vigor e avaliar a capacidade das sementes produzirem plântulas normais em condições ideais, mostrou correlação positiva e significativa com o teste de emergência. Os testes de envelhecimento acelerado e índice de velocidade de emergência também apresentaram correlação positiva e significativa com o teste de emergência em leito de areia (Tabela 1). Nas avaliações do sistema radical, somente a massa das raízes seminais secas mostrou correlação significativa com o teste de emergência (Tabela 1).

Tabela 1. Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre os resultados do teste de emergência de plântulas em leito de areia e os seguintes testes: germinação (GERM), envelhecimento acelerado (EA), Índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento das raízes seminais (CRS) e massa das raízes seminais secas (MRSS) de sementes de milho colhidas em quatro épocas.

Testes	GERM	EA	IVE	CRS	MRSS
r	0,90***	0,67**	0,97***	0,55 ^{ns}	0,64*

(*) Significativo a 5%; (**) Significativo a 1%; (***) Significativo a 0,1%, (ns) Não significativo a 5% de probabilidade.

Não houve efeito significativo dos métodos de debulha nas avaliações das características do sistema radical das plântulas. As sementes submetidas ao debulhador estacionário manual apresentaram menor qualidade fisiológica pelos testes de germinação, primeira contagem, frio sem solo, envelhecimento acelerado, na porcentagem e velocidade de emergência das plantas (Tabela 2). O debulhador estacionário manual é pouco eficiente na debulha das sementes e muitas espigas tiveram que passar duas vezes pelo debulhador, o que possivelmente aumentou os danos às sementes. O teor de água de 25 % dificultou a debulha no debulhador estacionário manual (rotação de 250 rpm) comparado ao debulhador estacionário com fonte de alimentação elétrica (rotação de 1500 rpm), pois quanto mais úmidas as sementes, maior a dificuldade de debulhá-las, exigindo maior rotação do cilindro debulhador.

Na colheita, as injúrias mecânicas ocorrem no momento da debulha, na colhedora, no momento em que forças consideráveis são aplicadas sobre a semente, a fim de separá-las da estrutura que as contém.

Os danos mecânicos podem destruir estruturas essenciais das sementes, aumentar a suscetibilidade a microrganismos e a sensibilidade a fungicidas, além de reduzir a germinação, o vigor, o potencial de armazenamento e o desempenho em campo (Mantovani e Fontes, 1989).

Os efeitos dos danos mecânicos durante a debulha não foram observados no sistema radical porque nem todas as sementes recebem as injúrias durante a debulha. Nas avaliações do sistema radical somente as

plântulas normais foram avaliadas, e estas, possivelmente, originaram-se de sementes que não sofreram danos mecânicos. Logo as características de raiz foram ineficazes para diferenciar lotes com variações de danos mecânicos.

Tabela 2. Teste de germinação (GERM), primeira contagem da germinação (PC), teste de frio sem solo (TF), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântulas em leito de areia (EMERG) e Índice de velocidade de emergência (IVE) em sementes de milho submetidas a três métodos de debulha: manual (1), com debulhador estacionário manual (2) ou debulhador estacionário (3).

Tratamentos	GERM (%)	PC (%)	TF (%)	EA (%)	EMERG (%)	IVE
1	97 A	94 A	93 A	72 A	77 A	9,15 A
2	55 B	45 B	42 B	33 B	47 B	5,04 B
3	88 A	83 A	79 A	61 A	69 A	8,43 A
CV(%)	10,67	15,3	13,98	15,5	7,37	9,53

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Os testes de germinação, primeira contagem da germinação, envelhecimento acelerado e índice de velocidade de emergência tiveram correlação positiva e significativa com o teste de emergência em leito de areia (Tabela 3).

Tabela 3. Coeficientes de correlação de Pearson (r), entre os resultados do teste de emergência de plântulas em leito de areia e os seguintes testes: germinação (GERM), primeira contagem de germinação (PC), envelhecimento acelerado (EA) e Índice de velocidade de emergência (IVE) das sementes submetidas a debulha manual (T1), debulhador estacionário manual (T2) e debulhador estacionário (T3).

Testes	GERM (%)	PC (%)	TF (%)	EA (%)	IVE
r	0,96***	0,96***	0,95***	0,95***	0,98***

(***) Significativo a 0,1% de probabilidade.

Os resultados deste trabalho sugerem que, para identificar danos mecânicos nas sementes, as avaliações do sistema radical não são eficientes. Portanto, não são indicadas, para avaliar os efeitos de danos mecânicos ocorridos durante a colheita, beneficiamento, armazenamento e transporte das sementes.

CONCLUSÕES

A massa das raízes seminais secas das plântulas pode diferenciar o vigor de lotes submetidos a diferentes épocas de colheita.

As características das raízes seminais não diferenciam os lotes de sementes de milho submetidas a danos mecânicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 397p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 424p.

DIAS, D.C.F.S.; BHERING, M.C.; TOKUHISA, D.; HILST, P.C. Teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de cebola. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.1, p.154-162, 2006.

HOCHHOLDINGER, F.; PARK, W.J.; SAUER, M.; WOLL, K. From weeds to crops: genetic analysis of root development in cereals. **TRENDS in Plant Science**, v. 9, n.1, p. 42-48, 2004.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MANTOVANI, B. H. M.; FONTES, R. A. **Secagem e armazenamento de milho**. Campinas, Fundação Cargill, 1989. 35p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba, Fealq., 2005. 495 p.

MARCOS-FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B.F. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. p.1.1-1.21.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.

SANTOS, J.P. dos. Recomendações para o controle de pragas de grãos e de sementes armazenadas. In: BÜLL, L.T.; CANTARELLA, H. (Ed.). **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafos, 1993. p.197-236.

VIEIRA, R.D., CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164 p.

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA RADICAL COMO TESTE DE VIGOR EM SEMENTES DE FEIJÃO DO TIPO MANTEIGÃO

RESUMO

Nas leguminosas, usa-se a medida da extremidade da raiz até a inserção dos cotilédones, ou parte da plântula (raiz primária, hipocótilo, epicótilo) como teste de vigor. Na literatura não foram encontrados trabalhos utilizando outras características das raízes de feijoeiro para avaliar o vigor das sementes. Objetivou-se com este trabalho avaliar características das raízes basais do feijoeiro para ser um indicativo do vigor das sementes. Para obter lotes de diferentes qualidades, as sementes da cultivar 'Carnaval MG' (Tipo Manteigão) foram secas em diferentes temperaturas (experimento 1) ou submetidas a diferentes métodos de debulha (experimento 2). No experimento 1, as sementes foram colhidas e secas em quatro temperaturas: 35, 45, 55 e 65 °C. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. No experimento 2, as sementes foram colhidas com teor de água de 15 %. e foram submetidas a debulha manual, debulha mecânica com velocidade do rotor de 860 rpm e debulha mecânica com velocidade do rotor de 1150 rpm. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. No experimento 1, o número de verticilos e o número e comprimento de raízes basais correlacionam positivamente com o teste de emergência em leito de areia. No experimento 2, não houve correlação entre as características das raízes basais e emergência em leito de areia. Conclui-se que as características do sistema radical, mais especificamente o número de verticilos e o número e comprimento das raízes basais, apresentam potencial para diferenciar o vigor de lotes submetidos a diferentes temperaturas de secagem, mas não são eficientes para diferenciá-los em relação a danos mecânicos durante a debulha.

Palavras-Chave: verticilos, raízes basais, qualidade fisiológica

RADICAL SYSTEM TRAITS AS VIGOR TEST IN MANTEIGÃO TYPE BEAN SEEDS

ABSTRACT

In legumes, it is used measure from root extremity to cotyledon insertion of cotyledons or part of the seedling (primary root, hypocotyl, and epicotyl) as vigor test. It was not found in literature works using other bean root traits to evaluate seed vigor. The objective of this work was to evaluate traits of basal roots of bean plant in order to be a seed vigor indicative. To obtain lots with different qualities, 'Carnaval MG' (Manteigão type) cultivar seeds were dried at different temperatures (experiment 1) or submitted to different methods of threshing (experiment 2). In experiment 1, seeds were harvested and dried at four temperatures: 35, 45, 55 and 65 °C. In experiment 2, seeds were harvested with water content of 15% and submitted to manual threshing, mechanical threshing at rotor speed of 860 rpm and mechanical threshing with 1150 rpm rotor velocity. In experiment 1, number of whorl and number of basal root length positively correlated with emergency test in sand. In experiment 2, there was no correlation between basal root traits and emergency in sand. It is concluded that root system traits, more specifically number of whorl and number of basal roots, present potential to differentiate vigor of lots submitted to different drying temperatures, but they are not efficient to differentiate them in relation to mechanical damage during threshing.

Key-words: whorl, basal roots, physiological quality

INTRODUÇÃO

A qualidade fisiológica das sementes tem sido um dos aspectos mais pesquisados, em decorrência de as sementes estarem sujeitas a uma série de mudanças degenerativas de origem bioquímica, fisiológica e física após a sua maturação, que estão associadas com a redução do vigor (Abdul-Baki e Anderson, 1972).

O teste de germinação é utilizado para avaliar a qualidade dos lotes de sementes a serem comercializados. Este teste é realizado em condições ideais e artificiais que permitem a manifestação do máximo potencial de germinação (Association of Official Seeds Analysts, 1983). Porém, no campo, as sementes estão sujeitas a condições adversas. Logo, a porcentagem de emergência de plântulas geralmente é menor do que os resultados obtidos no teste de germinação. Em razão disso, e na procura de metodologia com sensibilidade suficiente para estimar com maior precisão a qualidade das sementes, foram desenvolvidos diversos testes de vigor (Alizaga et al., 1990).

No grupo dos testes de vigor baseados no desempenho ou características de plântulas incluem-se os testes de primeira contagem e velocidade de germinação, comprimento de plântulas ou de suas partes constituintes (raiz primária, hipocótilo e/ou epicótilo), massa de matéria seca de plântulas e classificação do vigor de plântulas (Marcos Filho, 2005).

Os testes que avaliam o crescimento de plântulas são testes sugeridos pelas duas associações mundiais que congregam tecnologistas de sementes a Association of Official Seed Analysts (AOSA) e a International Seed Testing Association (ISTA) (Vanzolini et al., 2007). O Comitê de Vigor da ISTA constatou que alguns laboratórios empregavam o teste de crescimento de plântulas para compor, junto com outros testes, um índice de vigor em sementes de algodão, de ervilha e de milho (Hampton, 1992). O princípio desses testes baseia-se no pressuposto de que sementes mais vigorosas germinarão mais rapidamente do que outras em condições inferiores (Vieira e Carvalho, 1994).

Nas leguminosas, toma-se a medida da extremidade da raiz até a inserção dos cotilédones, ou parte da plântula (raiz primária, hipocótilo, epicótilo). A escolha da estrutura adequada para avaliação é importante para obtenção de resultados consistentes e comparáveis (Nakagawa, 1999).

O sistema radical do feijão é composto da raiz primária, das basais (raízes que resultam da porção basal do hipocótilo), das adventícias (nascem da porção subterrânea do hipocótilo, acima do ponto onde as raízes basais se desenvolvem) e de raízes laterais (que se originam das raízes citadas). As raízes basais desenvolvem-se de dois a quatro verticilos localizados na interface raiz-caule. Em geral, genótipos de sementes pequenas, de origem

mesoamericana, têm dois verticilos, enquanto as de origem andina (sementes grandes) têm três. O conjunto das raízes basais e suas laterais compreendem a maior parte do total do comprimento do sistema radical do feijão.

Na literatura foram encontradas avaliações do comprimento do hipocótilo, da raiz primária e das plântulas (Zabot et al., 2008; Lima et al., 2005; Alizaga et al., 1990) como teste de vigor. No entanto, não foram encontrados trabalhos utilizando outras características das raízes de feijoeiro como: comprimento e número de raízes basais, número de verticilos e massa das raízes basais secas. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar as características das raízes basais do feijoeiro para ser um indicativo do vigor das sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

Para obter lotes com diferentes qualidades fisiológicas, as sementes de feijão foram colhidas e secas em diferentes temperaturas (experimento 1) ou submetidas a diferentes métodos de debulha (experimento 2). Foi usada a cultivar 'Carnaval MG' (sementes grandes, tipo rajado), lançada pela Epamig em 2003.

Experimento 1. As plantas foram colhidas manualmente, com sementes com teor de água de 56 %. Após a colheita, as plantas foram secas à sombra até as sementes no interior das vagens atingirem teor de água de 27%. Em seguida, as vagens foram trilhadas manualmente, colocadas em bandejas de plástico para secarem à sombra, até 18% de teor de água. Durante o processo de trilha manual, as sementes imaturas, deterioradas ou danificadas foram eliminadas, para melhorar a homogeneidade do lote e a qualidade das sementes. Por não ter sido possível secar, simultaneamente, as sementes, estas foram, após homogeneizadas, acondicionadas em sacos de polietileno e conservadas por um período máximo de dois dias, à temperatura de 20°C e 75% UR, até o momento da secagem. As sementes foram secas em quatro temperaturas (35, 45, 55 e 65 °C), em estufa de circulação forçada. As temperaturas foram monitoradas com o uso de um termômetro de mercúrio. Durante a operação de secagem, foram realizadas pesagens periódicas das amostras até atingir o teor de água de 11 %. Depois da secagem, as sementes foram mantidas em dessecador até atingirem a temperatura ambiente. Foram

aconditionadas em embalagem de papel multifoliado e conservadas em câmara fria (20 °C e 75% UR) até o momento das avaliações da qualidade fisiológica e do sistema radical.

Experimento 2. As sementes foram colhidas manualmente com teor de água de 15 %, e depois debulhadas por três métodos: manual, debulha mecânica com velocidade do rotor de 860 rpm e debulha mecânica com velocidade do rotor de 1150 rpm. A debulha mecânica foi realizada com a bateadeira de cereais BC-30 Júnior, marca NUX. Depois da debulha, foram limpas e acondicionadas em embalagem de papel multifoliado e conservadas em câmara fria (20 °C e 75% UR) até o momento das avaliações da qualidade fisiológica e do sistema radical.

Para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes, estas foram submetidas ao teste de germinação, primeira contagem da germinação, condutividade elétrica e emergência em leito de areia.

Teste de germinação: realizado conforme critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). Foram utilizadas três subamostras de 50 sementes. As sementes foram previamente tratadas com fungicida (Derosal Plus), na proporção de 300 mL para 100 kg de sementes. Utilizou-se como substrato rolo de papel germitest umedecido com volume de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco. Após a semeadura, os rolos foram mantidos em germinador a 25°C. As avaliações foram feitas no 5º e 9º dia após a semeadura, quando se anotou a porcentagem de plântulas normais (Brasil, 2009).

Primeira contagem de germinação: realizado concomitantemente com o teste de germinação, computando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas na primeira contagem do referido teste.

Condutividade elétrica: foi empregado o método de massa (AOSA, 1983). As sementes foram previamente pesadas e imersas em 75 mL de água destilada permanecendo em incubadora BOD, a 25°C por 24 h. Após esse período, realizou-se a leitura da condutividade elétrica em condutímetro, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de semente. Foram usadas três subamostras de 50 sementes.

Emergência em leito de areia: conduzido em bandejas plásticas com areia, com três subamostras de 50 sementes. As sementes foram distribuídas

em sulcos com 2 cm de profundidade e distantes 2 cm entre si. O substrato foi umedecido sempre que necessário e a avaliação final das plântulas foi realizada aos 13 dias após a semeadura.

Para as avaliações do sistema radical, as sementes foram esterilizadas com NaOCl (0,5%) por um minuto, depois lavadas com água destilada e escarificadas abaixo da micrópila com um estilete. As folhas de papel germiteste foram umedecidas com CaSO₄ (0,5 mM), e quatro sementes foram colocadas a 3 cm do topo do papel. Os papéis foram enrolados como rolos de charuto e colocados em béqueres de 2 L com 200 mL de CaSO₄ (0,5 mM). Os béqueres foram cobertos com plástico perfurado e colocados em BOD, a 28 °C. Após 24 horas da montagem do teste, foram retirados os hilos das sementes. Quatro dias após a retirada dos hilos, foram realizadas as seguintes avaliações nas raízes das plântulas: número de verticilos e de raízes basais, comprimento da raiz primária e das basais, e massa da raiz primária e raízes basais secas.

O experimento 1 foi instalado no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. Os modelos de regressão foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão com o teste t, adotando-se o nível de 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação (R²) e no fenômeno biológico a ser descrito. Para fins de análise estatística, os dados obtidos em porcentagem foram previamente transformados em arco seno $\sqrt{\%/100}$, para atender a distribuição normal dos dados. Nos gráficos são apresentados os dados transformados.

O experimento 2 foi instalado no delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas com o teste de Tukey, a 5% de probabilidade, quando o teste F foi significativo.

Nos dois experimentos foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson (r) entre o resultado do teste de emergência em leito de areia e os resultados dos testes de qualidade fisiológica e as avaliações do sistema radical que foram significativos no teste F a 5% de probabilidade ou menos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o aumento da temperatura de secagem das sementes houve redução na velocidade de germinação, redução da emergência em leito de areia e aumento da condutividade elétrica (Figura 1).

A condutividade elétrica baseia-se no princípio de que com o avanço do processo de deterioração das sementes, há perda na integridade dos sistemas de membranas da célula, aumentando, assim, sua permeabilidade e, conseqüentemente, a lixiviação de eletrólitos (Vieira e Krzyzanowsky, 1999). As concentrações médias e baixas de lixiviados não implicam em alterações na integridade das membranas, mas altas concentrações e a liberação de moléculas maiores (polipeptídeos e polinucleotídeos) podem implicar em ruptura das membranas (Rosa et al., 2000). Assim, os resultados da condutividade elétrica indicam que com o aumento da temperatura de secagem há aumento da perda da integridade das membranas. Possivelmente tal fato seja conseqüência das tensões às quais as camadas superficiais das sementes foram submetidas, uma vez que, no início da secagem, as temperaturas mais elevadas proporcionam taxas de secagem mais rápidas nas camadas mais externas das sementes (Afonso Júnior e Corrêa, 2000).

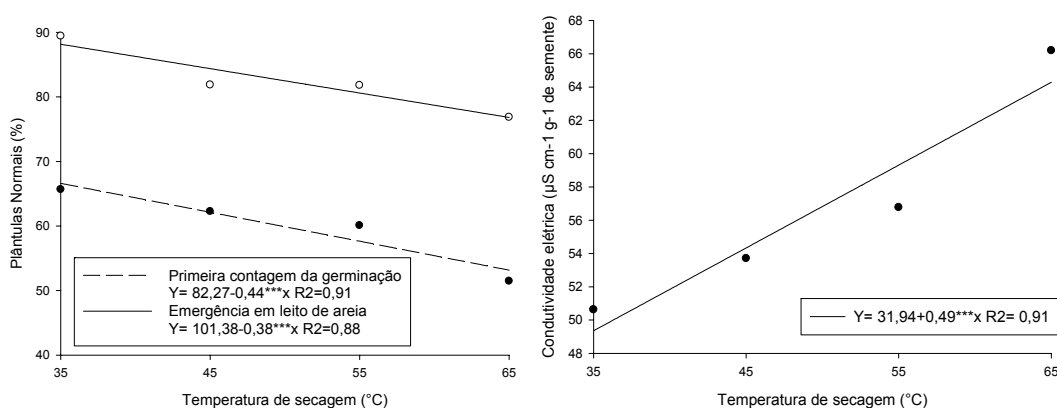


Figura 1. Primeira contagem da germinação, emergência em leito de areia e condutividade elétrica de sementes do feijão 'Carnaval MG' submetidas a diferentes temperaturas de secagem. (*) Significativo a 5%; (**) Significativo a 1%, (***) Significativo a 0,1%.

Em relação às características do sistema radical, com o aumento da temperatura de secagem houve redução do número de verticilos e raízes basais e o comprimento destas (Figura 2). O menor desenvolvimento do sistema radical mais superficial, ou seja, menor desenvolvimento das raízes basais pode prejudicar a nutrição das plantas. No solo o conteúdo e a disponibilidade de P são grandes na superfície ou próxima a ela, diminuindo nas camadas mais profundas do solo (subsolo).

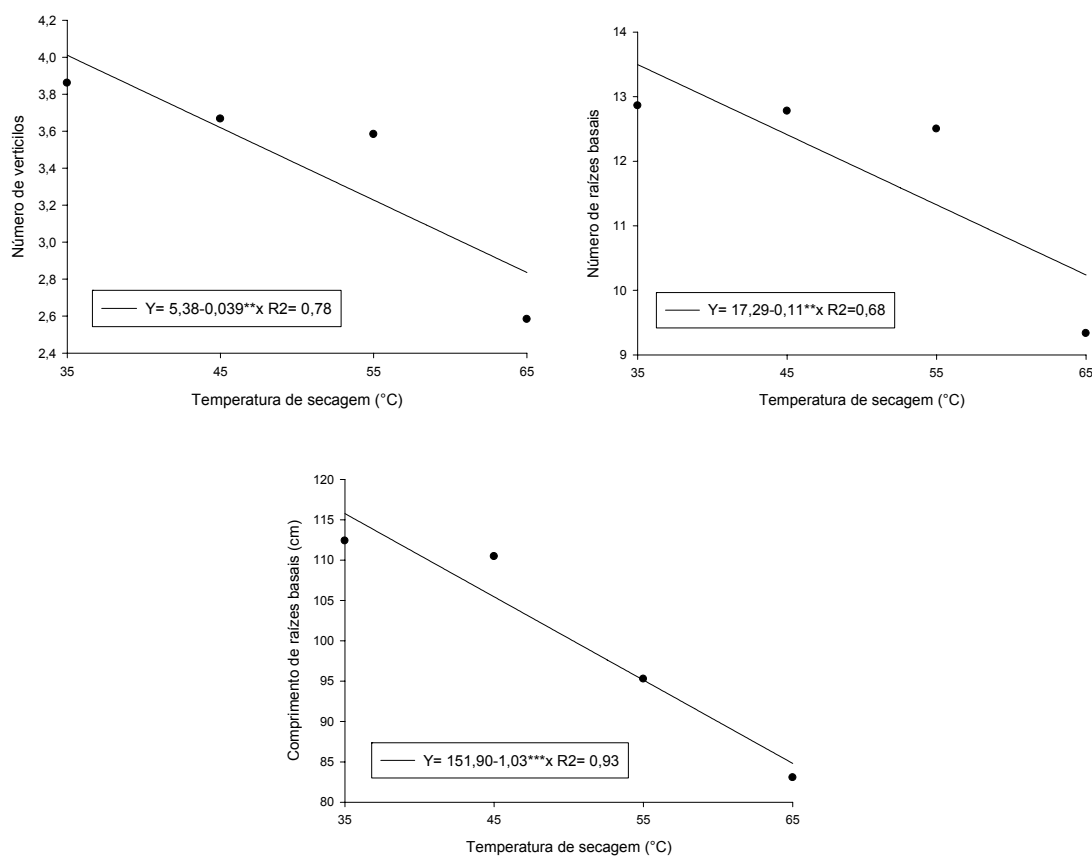


Figura 2. Número de verticilos, número e comprimento de raízes basais de plântulas originadas de sementes de feijão ‘Carnaval MG’ submetidas a diferentes temperaturas de secagem. (*) Significativo a 5%; (**) Significativo a 1%, (***) Significativo a 0,1%.

A primeira contagem da germinação, o número de verticilos, o número e comprimento das raízes basais apresentaram correlação positiva e significativa com o teste de emergência em leito de areia (Tabela 1). O teste de condutividade elétrica apresentou correlação negativa e significativa com o

teste de emergência (Tabela 1), o que mostra o aumento da perda da integridade das membranas, e conseqüente diminuição da qualidade fisiológica das sementes.

O número de verticilos, o número e o comprimento de raízes basais das plântulas originadas de sementes submetidas a diferentes temperaturas de secagem mostraram ser eficientes como testes de vigor. Segundo Marcos Filho (1999), os objetivos básicos dos testes de vigor são avaliar ou detectar diferenças significativas na qualidade fisiológica de lotes com germinação semelhante; distinguir, com segurança, lotes de alto vigor dos de baixo vigor; separar ou classificar lotes em diferentes níveis de vigor. Para tal, os resultados do teste devem correlacionar-se com a emergência das plântulas em campo.

Tabela 1. Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre os resultados do teste de emergência de plântulas em leito de areia e os seguintes testes: primeira contagem da germinação (PC) e condutividade elétrica (CE) das sementes; número de verticilos (NV), número de raízes basais (NRB) e comprimento das raízes basais (CRB) de plântulas provenientes de sementes submetidas a quatro temperaturas de secagem.

Testes	PC	CE	NV	NRB	CRB
r	0,86***	-0,75**	0,65*	0,62*	0,63*

(*) Significativo a 5%; (**) Significativo a 1%; (***) Significativo a 0,1%, (ns) Não significativo a 5% de probabilidade.

As debulhas mecânicas (velocidade do rotor de 860 e 1150 rpm) reduziram a qualidade fisiológica das sementes; as sementes desses tratamentos apresentaram menor germinação e emergência (Tabela 2).

Segundo Andrade et al. (1999), a colheita é considerada uma das principais causas de injúria mecânica. Na colhedora, a injúria às sementes ocorre principalmente no momento da debulha, ou seja, no momento em que forças consideráveis são aplicadas sobre a semente, a fim de separá-las da estrutura que as contém.

Tabela 2. Teste de germinação (GERM), primeira contagem da germinação (PC), condutividade elétrica (CE), emergência de plântulas em leito de areia (EMERG) e massa da raízes basais secas (MRBS) em sementes de feijão ‘Carnaval MG’ submetidas a debulha manual (1), debulha mecânica com velocidade do rotor de 860 rpm (2) e debulha mecânica com velocidade do rotor de 1150 rpm (3).

Tratamentos	GERM (%)	PC (%)	CE ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$)	EMERG (%)	MRBS (mg)
1	88 A	82 A	67,18 B	97 A	12,40 A
2	76 B	72 B	63,07 B	88 B	11,40 AB
3	80 B	75 AB	82,90 A	91 B	9,00 B
CV(%)	4,52	6,33	1,79	2,12	17,19

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

A germinação e a primeira contagem da germinação apresentaram correlação positiva e significativa com a emergência das plântulas em leito de areia. O teste de condutividade mostrou correlação negativa e significativa com a emergência. No entanto a massa das raízes basais secas não apresentou correlação significativa com esta última variável (Tabela 3).

Os efeitos dos danos mecânicos durante a debulha possivelmente não foram observados no sistema radical porque nem todas as sementes recebem as injúrias durante a debulha. Nas avaliações do sistema radical somente as plântulas normais foram avaliadas. Logo, muitas das sementes avaliadas não sofreram os danos mecânicos, o que limita o uso das avaliações do sistema radical como teste de vigor.

Tabela 3. Coeficientes de correlação de Pearson (r), entre os resultados do teste de emergência de plântulas em leito de areia e os seguintes testes: primeira contagem da germinação (PC), germinação (GERM), condutividade elétrica (CE), massas das raízes basais secas (MRBS) das sementes feijão 'Carnaval MG' submetidas a debulha manual, debulha mecânica com velocidade do rotor de 860 rpm e debulha mecânica com velocidade do rotor de 1150 rpm.

Testes	GERM	PC	CE	MRBS
r	0,78***	0,74**	-0,72**	-0,03 ^{ns}

(**) Significativo a 1% de probabilidade (Pr); (***) Significativo a 0,1% de probabilidade (Pr).

CONCLUSÕES

Características do sistema radical como número de verticilos, o número e comprimento das raízes basais podem diferenciar o vigor de lotes de sementes submetidos a diferentes temperaturas, mas não são eficientes para diferenciá-los em relação a danos mecânicos durante a debulha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDUL-BAKI, A.A.; ANDERSON, J.D. Physiological and biochemical deterioration of seeds. In: KOZLOWSKI, T.T., ed. **Seed biology**. New York: Academic Press, v.2, p.283-315, 1972.

AFONSO JÚNIOR, P.C.; CORRÊA, P.C. Efeitos imediato e latente da secagem de sementes de feijão colhidas com diferentes níveis de umidade. **Ciência e Agrotecnologia**, v.24, número especial, p.33-40, 2000.

ALIZAGA, R.; MELLO, V.D.C.; SANTOS, D.S.B.; IRIGON, D.L. Avaliação de testes de vigor em sementes de feijão e suas relações com a emergência a campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 12, n. 2, p. 44-58, 1990.

ANDRADE, E.T.; CORRÊA, P.C.; MARTINS, J.H.; ALVARENGA, E.M. Avaliação de dano mecânico em sementes de feijão por meio de condutividade elétrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.1, p.54-60, 1999.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALISTS. **Seed vigour testing handbook**. S.I., 1983. 88p. (AOSA. Handbook on Seed Testing. Contribution, 32).

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 397p.

HAMPTON, J.G. Vigour testing within laboratories of the international seed testing association: a survey. **Seed Science and Technology**, v.20, p.199-203, 1992 (Supplement, 1).

LIMA, E.R.; SANTIAGO, A.S.; ARAÚJO, A.P.; TEIXEIRA. Effects of the size of sown seed on growth and yield of common bean cultivars of different seed sizes. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 17, n. 3. p. 273-281, 2005.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba, Fealq., 2005. 495 p.

MARCOS-FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B.F. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. p.1.1-1.21.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.

ROSA, S.D.V.F.; PINHO, E.V.R. V.;VIEIRA, M.G.G.C.; VEIGA, R.D. Eficácia do teste de condutividade elétrica para uso em estudos de danos de secagem em sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 1, p. 54-63, 2000.

VANZOLINI, S.; ARAKI, C.A.S.; SILVA, A.C.T.M.; NAKAGAWA, J. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p.90-96, 2007.

VIEIRA, R.D., CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164 p.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Brasília: ABRATES, 1999, Cap. 4, p. 1-26.

ZABOT, L.; DUTRA; L.M.C.; MENEZES, N.L.; GARCIA, D.C.; LUDWIG, M.P.; SANTOS, V.J. Uso de imagens digitais para avaliação de plântulas de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p.184-192, 2008.

CARACTERÍSTICAS DE RAÍZES E QUALIDADE FISIOLÓGICA EM FUNÇÃO DA MASSA DA SEMENTE DE FEIJÃO DO TIPO MANTEIGÃO

RESUMO

Sementes mais densas geralmente possuem melhor qualidade fisiológica e emitem mais rápida e uniformemente a raiz primária no processo de germinação e permitem maior taxa de crescimento das plântulas. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da massa das sementes de feijão do tipo manteigão na qualidade fisiológica das sementes e em características do sistema radical de plântulas de feijão. Foi utilizado o cultivar 'Carnaval MG'. As plantas foram colhidas manualmente, quando as sementes tinham 15% de teor de água, e trilhadas mecanicamente. As sementes foram divididas em três faixas de massa pela pesagem de cada semente: 0,38 a 0,43 g, 0,48 a 0,53 g e 0,58 a 0,63 g. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições. Os valores da condutividade elétrica das sementes leves foram maiores que a das sementes pesadas. Esse fato pode ser explicado pela maior superfície de contato por unidade de massa nas sementes leves, o que poderia ocasionar maiores perdas de soluto para o meio exterior. As sementes pesadas e intermediárias apresentaram maior comprimento e massa das raízes basais. Conclui-se que a massa das sementes de feijão cultivar 'Carnaval MG' não influencia a qualidade fisiológica das sementes, mas tem efeito sobre o sistema radical do feijão, especificamente sobre as raízes basais.

Palavras-chave: raízes basais, sistema radical, lotes

ROOT TRAITS AND PHYSIOLOGIC QUALITY IN FUNCTION OF MASS OF MANTEIGÃO TYPE BEAN SEEDS

ABSTRACT

More dense seeds usually have better physiologic quality and they emit more rapidly and uniformly primary root in germination process and they permit

greater growth rate of seedlings. The objective of this work was to evaluate effect of mass of “manteigão” type bean seed on physiologic quality of seeds and on root system traits of bean seedlings. It was used ‘Carnaval MG’ cultivar. Plants were harvested manually when seeds had 15% of water content, and they were threshed mechanically. Seeds were grouped in three mass bands by weighing each seed: from 0.38 to 0.43 g; 0.48 to 0.53 g and 0.58 to 0.63 g. Values of electric conductivity of light seeds were greater than heavy seeds. This fact can be explained by the greater contact surface per unity of mass in light seeds, which could cause greater losses from the solute the outer medium. Heavy and intermediary seeds presented greater length and basal root mass. It is concluded that mass of ‘Carnaval MG’ cultivar bean seed does not influence physiologic quality of seeds, but it has an effect on bean root system, specifically on basal roots.

Key-words: basal roots, root system, lots

INTRODUÇÃO

A classificação das sementes por tamanho é uma estratégia que pode ser adotada para uniformizar a emergência das plântulas. Além disso, sementes de tamanho uniforme aumentam a precisão da semeadura mecânica (Krzyzanowski et al., 1991).

Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), sementes de maior tamanho, ou de maior densidade em uma mesma espécie são, potencialmente, mais vigorosas do que as menores e menos densas e originam plântulas mais desenvolvidas. Sementes de tamanho relativamente grande geralmente possuem melhor qualidade fisiológica, o que pode ser vantajoso em condições de estresse hídrico ou de sombreamento (White e González, 1990). Sementes de alto vigor apresentam maior velocidade nos processos metabólicos, propiciando emissão mais rápida e uniforme da raiz primária no processo de germinação e maior taxa de crescimento, produzindo plântulas com maior tamanho inicial (Schuch et al., 1999; Munizzi et al, 2010). Em soja, Yan et al. (1995) observaram correlação positiva entre a massa das sementes e a produção da biomassa da parte aérea e da raiz.

O sistema radical do feijão é composto da raiz primária, das basais (raízes que resultam da porção basal do hipocótilo), das adventícias (nascem da porção subterrânea do hipocótilo, acima do ponto onde as raízes basais se desenvolvem) e de raízes laterais (que se originam das raízes citadas). As raízes basais desenvolvem-se de dois a quatro verticilos localizados na interface raiz-caule. Em geral, genótipos de sementes pequenas, de origem mesoamericana, têm dois verticilos, enquanto as de origem andina (sementes grandes) têm três. O conjunto das raízes basais e suas laterais compreendem a maior parte do total do comprimento do sistema radical do feijão.

Não foram encontrados na literatura trabalhos que relacionassem a massa de sementes de feijão do tipo manteigão com a qualidade fisiológica das sementes e as características das raízes de feijoeiro como: comprimento da raiz primária, comprimento e número de raízes basais, número de verticilos e massa de raiz primária e raízes basais secas. Assim, o objetivo foi verificar o efeito da massa das sementes de feijão nessas características das raízes de feijoeiro e na qualidade fisiológica das sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na Unidade Regional Epamig Zona da Mata (UREZM). Foi empregada a cultivar 'Carnaval MG' (sementes grandes, tipo rajado), lançada pela Epamig em 2003. As plantas foram colhidas em julho de 2008, em Oratórios, MG, e a debulha foi feita com trilhadora mecânica quando as sementes tinham 15 % de água, em seguida, foram removidas as impurezas e as sementes foram expurgadas.

As sementes foram divididas em três faixas de variação da massa pela pesagem de semente por semente: 0,38 a 0,43 g, 0,48 a 0,53 g e 0,58 a 0,63 g.

As sementes foram acondicionadas em sacos de papel, por dois dias, a 20 °C, e foram submetidas aos seguintes testes: germinação, primeira contagem de germinação, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas em leito de areia e índice de velocidade de emergência.

Teste de germinação: realizado conforme critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). As sementes foram previamente tratadas com fungicida (Derosal Plus), na proporção de 300 mL para 100 kg de sementes. Utilizou-se como substrato rolo de papel germitest umedecido com volume de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco. Após a semeadura, os rolos foram mantidos em germinador a 25°C. As avaliações foram feitas no 5º e 9º dia após a semeadura, quando se anotou a porcentagem de plântulas normais (Brasil, 2009).

Primeira contagem de germinação: realizado concomitantemente com o teste de germinação, computando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas na primeira contagem do referido teste.

Condutividade elétrica: foi empregado o método de massa (AOSA, 1983). As sementes foram previamente pesadas e imersas em 75 mL de água destilada permanecendo em incubadora BOD, a 25°C por 24 h. Após esse período, realizou-se a leitura da condutividade elétrica em condutivímetro, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de semente.

Envelhecimento acelerado – as sementes foram distribuídas sobre tela de arame no interior de caixas gerbox contendo 40 ml de água destilada. As caixas foram acondicionadas em BOD a 45 °C por 72 horas. Após esse período as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente.

Emergência em leito de areia: conduzido em bandejas plásticas com areia. As sementes foram distribuídas em sulcos com 2 cm de profundidade e distantes 2 cm entre si. O substrato foi umedecido sempre que necessário e a avaliação final das plântulas foi realizada aos 13 dias após a semeadura.

Índice de velocidade de emergência: para a sua determinação foram realizadas contagens diárias do número de plântulas a partir da emergência da primeira plântula. Foram consideradas emergidas as plântulas que apresentavam cotilédones acima do solo, com as folhas primárias abertas. A contagem prosseguiu até a estabilização da emergência das plântulas. O índice foi calculado conforme Maguire (1962).

Para as avaliações no sistema radical, as sementes foram esterilizadas com NaOCl (0,5%) por um minuto, depois lavadas com água destilada e escarificadas abaixo da micrópila com um estilete. As folhas de papel

germiteste foram umedecidas com CaSO_4 (0,5 mM), e quatro sementes foram colocadas a 3 cm do topo do papel. Os papéis foram enrolados como rolos de charuto e colocados em béqueres de 2 L com 200 mL de CaSO_4 (0,5 mM). Os béqueres foram cobertos com plástico perfurado e colocados em BOD, a 28 °C. Após 24 horas da montagem do teste, foram retirados os hilos das sementes. Cinco dias após a retirada dos hilos, foram realizadas as seguintes avaliações nas raízes das plântulas: número de verticilos e de raízes basais, comprimento da raiz primária e das basais, e massa da raiz primária e raízes basais secas.

Foi empregado o delineamento inteiramente casualizado, com 6 repetições. Os dados da emergência em leito de areia foram previamente transformados em arco seno $\sqrt{\%/100}$ para atender a distribuição normal dos dados. Nas tabelas são apresentados os dados originais. Nas avaliações do sistema radical os dados de cada repetição corresponderam à média de quatro plântulas. Os dados foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas avaliações da qualidade fisiológica das sementes, os tratamentos mostraram diferença somente nos valores da condutividade elétrica (Tabela 1). Os valores da condutividade elétrica das sementes leves foram maiores que a das sementes pesadas. Esse fato pode ser explicado pela maior superfície de contato por unidade de massa nas sementes leves (sementes visualmente menores que as sementes intermediárias e pesadas), o que poderia, proporcionalmente, ocasionar maiores perdas de soluto. Assim, a maior condutividade elétrica, não necessariamente, significa menor qualidade das sementes leves.

Tabela 1. Germinação (GERM), primeira contagem da germinação (PC), condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado (EA), emergência em leito de areia (EMERG) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de feijão da cultivar ‘Carnaval MG’ com diferentes massas.

Massa da semente	GERM (%)	PC (%)	CE ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)	EA (%)	EMERG (%)	IVE
0,38 a 0,43	93	91	53,80 a	80	84	9,50
0,48 a 0,53	95	93	51,80 ab	85	90	9,68
0,58 a 0,63	93	89	49,99 b	85	89	9,40
CV (%)	3,40	3,60	3,49	7,91	4,79	2,18

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve efeito significativo das massas das sementes sobre o comprimento da raiz primária, o número de verticilos e o número de raízes basais. No entanto, as sementes leves apresentaram menor comprimento e menor massa de raízes basais secas, em relação às sementes intermediárias e pesadas (Tabela 2). Nos estudos nos quais são avaliados efeitos diversos da semente sobre o sistema radical, este é considerado como um todo. Os resultados deste estudo são os primeiros que demonstram que o efeito das diferenças de massas da semente ocorre nas raízes basais, não na primária. Portanto, em estudos de raízes, pode-se tolerar certa variação no tamanho ou massa das sementes sem que haja efeito significativo nas raízes basais, mas diferenças muito grandes entre massas de sementes podem influenciar os resultados referentes a essas raízes.

Este estudo foi realizado com cultivar de origem andina (semente grande) que, por ter 3-4 verticilos, pode dar origem a até 16 raízes basais. É provável que o mesmo se dê com cultivares de origem mesoamericana (sementes pequenas, 2 verticilos), mas em razão da menor reserva da semente e do menor número de raízes basais formadas (geralmente 8) pode ser necessário empregar maior número de repetições em estudos que as envolvam para que se consiga diferença significativa entre os tratamentos.

A explicação comumente apresentada para a possível influência do tamanho e densidade das sementes sobre o vigor das plântulas e, posterior comportamento da planta, é que sementes de maior tamanho e mais densas foram mais bem nutridas durante seu desenvolvimento, com maior quantidade de tecido de reserva, podendo, portanto, originar plântulas “mais nutridas” (Carvalho e Nakagawa, 2000). Assim, as sementes de feijão pesadas e intermediárias, devido à maior quantidade de tecido de reserva, podem originar maior sistema radical, ou melhor, maior comprimento e massa das raízes basais.

O maior desenvolvimento do sistema radical mais superficial, ou seja, maior desenvolvimento das raízes basais é importante para a nutrição das plantas. O aumento da absorção de nutrientes tem sido associado com o aumento da exploração do solo por raízes mais superficiais, especialmente no caso de nutrientes imóveis como o fósforo (P) (Lynch e Brown, 2001). No solo o conteúdo e a disponibilidade de P são grandes na superfície ou próxima a ela, diminuindo nas camadas mais profundas do solo. Esse aumento de P nas camadas mais superficiais é resultante de folhas e outros resíduos de plantas que caem na superfície do solo. Além disso, as condições químicas, físicas e biológicas nas camadas mais superficiais são geralmente mais adequadas para a mobilização do P quando comparadas com as condições do subsolo. Nos solos cultivados, a fertilização e o cultivo aumentam a disponibilidade de P nas camadas mais superficiais, mas o movimento do P para as camadas mais profundas é muito lento na maioria dos casos (Miller et al., 2003).

Tabela 2. Comprimento de raiz primária (CRP), comprimento de raiz basal (CRB), número de verticilos (NV), número de raízes basais (NRB) e massa de raiz primária seca (MRPS) e massa de raiz basal seca (MRBS) de sementes de feijão cultivar ‘Carnaval MG’ com diferentes massas.

Massa da semente	CRP (cm)	CRB (cm)	NV	NRB	MRPS (g)	MRBS (g)
0,38 a 0,43	23,74	86,25 b	3,71	12,89	0,009	0,009 b
0,48 a 0,53	23,81	116,28 a	3,97	13,71	0,010	0,015 a
0,58 a 0,63	22,87	122,99 a	4,13	14,25	0,011	0,016 a
CV (%)	7,1	11,62	11,74	7,17	21,73	14,01

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

A massa das sementes de feijão cultivar ‘Carnaval MG’ não influencia a qualidade fisiológica das sementes, mas tem efeito sobre o sistema radical do feijão, especificamente sobre o comprimento e massa das raízes basais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS - AOSA. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 93p. (Contribution, 32).

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, 2009. 365p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargil, 2000. 588p.

KRZYŻANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; COSTA, N.P. Efeito da classificação de sementes de soja por tamanho sobre sua qualidade e a precisão de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v.13, n.1, p.59-68, 1991.

LYNCH, J.P.; BROWN, K.M. Topsoil foraging – an architectural adaptation of plants to low phosphorus availability. **Plant Soil**, v. 237, n. 2, p. 225–237, 2001.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.1, p.176-7, 1962.

MILLER, C.R.; OCHOA, I.; NIELSEN, K.L.; BECK, D.; LYNCH, J.P. Genetic variation for adventitious rooting in response to low phosphorus availability: potential utility for phosphorus acquisition from stratified soils. **Functional Plant Biology**, v. 30, n. 9, p. 973–985, 2003.

MUNIZZI, A; BRACCINI.; A.L.; RANGEL, MA. S; SCAPIM; CA; ALBRECHT, L.P. Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**: v.32, n.1, p.176-185, 2010.

SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N. Crescimento em laboratório de plântulas de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.1, p.229-234, 1999.

WHITE, J. W.; GONZÁLEZ, A. Characterization of the negative association between seed yield and seed size among genotypes of common bean. **Field Crops Research**, v. 23, n. 3, p. 159-175, 1990.

YAN, X.; LYNCH, J. P.; BEEBE, S. E. Genetic variation for phosphorus efficiency of common bean in contrasting soil types - I: vegetative response. **Crop Science**, v. 35, n. 4, p. 1086-1093, 1995.

AÇÃO DO STIMULATE EM SEMENTES DE FEIJÃO DE ORIGEM ANDINA

RESUMO

Pouco se sabe sobre o efeito dos reguladores de crescimento na qualidade fisiológica das sementes. Neste trabalho, objetivou-se avaliar o efeito do bioestimulante Stimulate na qualidade fisiológica das sementes e no sistema radical de plântulas de feijão de origem andina. As sementes foram colhidas manualmente com teor de água de 15 %, e debulhadas em três métodos: manual, debulha mecânica com velocidade do rotor de 860 rpm e debulha mecânica com velocidade do rotor de 1150 rpm. Antes das avaliações de qualidade fisiológica e sistema radical, parte das sementes foi previamente tratada com o bioestimulante Stimulate® (5,0 mL/kg semente). Assim, os tratamentos foram avaliados com e sem o tratamento do Stimulate. O Stimulate tem a seguinte formulação: 0,0009% de cinetina (citocinina), 0,005% de ácido giberélico (giberelina) e 0,005% de ácido indolbutírico (auxina). Não houve interação significativa entre o tratamento das sementes com Stimulate e os diferentes tipos de debulha. O Stimulate não influenciou a qualidade fisiológica das sementes e o sistema radical das plântulas. Conclui-se que o tratamento de sementes com Stimulate não melhora a qualidade fisiológica e não influencia o sistema radical em sementes de feijão de origem andina (sementes grandes).

Palavras-chave: bioestimulante, raiz, sementes, qualidade fisiológica

STIMULATE ACTION OF ANDINA-ORIGIN BEAN SEEDS

ABSTRACT

Little is known on the effect of growth regulators in seed physiologic quality. The objective of this work was to evaluate the effect of Stimulate biostimulant on physiologic quality of the seeds and on the root system of Andean origin bean seedlings. Seeds were manually harvested with water content of 15% and

threshing by using three methods: manually, mechanical threshing with rotor speed of 860 rpm and mechanical threshing with rotor speed of 1150 rpm. Before physiologic quality and root system evaluations, some seeds were previously treated with Stimulate® biostimulant (5.0 mL/kg seed). Thus, treatments were evaluated with or without treatment with Stimulate. Stimulate has the following formulation: 0.0009% of kinetin (cytokinin); 0.005% of gibberellic acid (gibberellin) and 0.005% of indolebutyric acid (auxin). There was no significant interaction among treatments of seed with Stimulate and different types of threshing. Stimulate did not influence seed physiologic quality and root system of seedlings. It is concluded that treatment of seed with Stimulate does not improve physiologic quality and does influence root system in Andean-origin bean seeds (big seeds).

Key-words: biostimulant, root, seed, physiologic quality

INTRODUÇÃO

Os reguladores vegetais são compostos orgânicos que, em pequenas quantidades, inibem ou modificam de alguma forma processos morfológicos e fisiológicos do vegetal (Castro e Vieira, 2001). Em primeira instância, os hormônios agem, não no núcleo, mas na membrana plasmática, onde estão localizadas as proteínas receptoras (Salisbury e Ross, 1994).

Atualmente são reconhecidos cinco grupos de reguladores vegetais: as auxinas, as giberelinas, as citocininas, os retardadores e inibidores, e o etileno (Castro e Vieira, 2001). Essas substâncias naturais ou sintéticas podem ser aplicadas diretamente nas plantas (folhas, frutos, sementes), provocando alterações nos processos vitais e estruturais, com a finalidade de incrementar a produção, melhorar a qualidade dos frutos e sementes, e facilitar a colheita. Essas substâncias interferem em diversos processos, tais como a germinação, o enraizamento, a floração, a frutificação e a senescência. Esta interferência pode ocorrer pela aplicação dessas substâncias via semente, via solo ou via foliar. Para atuar elas precisam ser absorvidas pela planta (Castro e Melotto, 1989). Os aspectos do desenvolvimento radical também são afetados por

hormônios vegetais, com fortes efeitos atribuídos à auxina, citocinina e etileno. (Schiefelbein e Benfey, 1991).

A mistura de dois ou mais reguladores vegetais ou as misturas desses com outras substâncias (aminoácidos, nutrientes, vitaminas), é designada como bioestimulante. Os resultados de pesquisas com bioestimulantes são contraditórios. A utilização do bioestimulante Stimulate® em sementes de feijão, soja e arroz proporcionou efeito positivo na germinação e emergência de plântulas (Vieira, 2001). Contudo, Ferreira et al. (2007) não observaram diferenças significativas na produtividade quando trataram sementes de milho com o bioestimulante.

Com este trabalho, objetivou-se avaliar o efeito do bioestimulante Stimulate na qualidade fisiológica e no sistema radical de sementes de feijão de origem andina.

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes foram colhidas manualmente quando estas apresentaram teor de água de 15 %, e depois debulhadas de três formas: manual, debulha mecânica com velocidade do rotor de 860 rpm e debulha mecânica com velocidade do rotor de 1150 rpm. As debulhas mecânicas foram realizadas com a Batedeira de Cereais BC-30 Júnior, marca NUX. Foi utilizada a cultivar 'Carnaval MG' (sementes grandes, tipo rajado, de origem andina), lançada pela Epamig em 2003. Foi empregado o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Antes das avaliações de qualidade fisiológica e sistema radical, parte das sementes foi previamente tratada com o bioestimulante Stimulate® (5,0 mL/kg semente). O Stimulate tem a seguinte formulação: 0,0009% de cinetina (citocinina), 0,005% de ácido giberélico (giberelina) e 0,005% de ácido indolbutírico (auxina). Assim, os tratamentos foram avaliados com e sem a aplicação do Stimulate. O produto foi aplicado diretamente sobre as sementes, com auxílio de uma pipeta graduada. Para tanto, as sementes foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes com capacidade de 3,0 kg. Após aplicação do produto sobre a massa de sementes, os sacos plásticos

foram inflados e agitados vigorosamente durante um minuto, visando uniformizar a distribuição do produto sobre a massa de sementes. Em seguida, as sementes foram colocadas para secar à sombra, durante uma hora, e acondicionadas em sacos de papel, por dois dias, em câmara fria a 20 °C, até serem submetidas aos seguintes testes: germinação, primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado.

Teste de germinação: realizado conforme critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). Foram utilizadas três subamostras de 50 sementes. As sementes foram previamente tratadas com fungicida (Derosal Plus), na proporção de 300 mL para 100 kg de sementes. Utilizou-se como substrato rolo de papel germitest umedecido com volume de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco. Após a semeadura, os rolos foram mantidos em germinador a 25°C. As avaliações foram feitas no 5º e 9º dia após a semeadura, quando se anotou a porcentagem de plântulas normais (Brasil, 2009).

Primeira contagem de germinação: realizado concomitantemente com o teste de germinação, computando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas na primeira contagem do referido teste.

Envelhecimento acelerado – as sementes foram distribuídas sobre tela de arame no interior de caixas gerbox contendo 40 ml de água destilada. As caixas foram acondicionadas em BOD a 45 °C por 72 horas. Após esse período as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente.

Para as avaliações no sistema radical, folhas de papel germiteste foram umedecidas com CaSO₄ (0,5 mM), e quatro sementes, por repetição, foram colocadas a 3 cm do topo do papel. Os papéis foram enrolados como rolos de charuto e colocados em béqueres de 2 L com 200 mL de CaSO₄ (0,5 mM). Os béqueres foram cobertos com plástico perfurado e colocados em BOD, a 28 °C. Após 24 horas da montagem do teste, foram retirados os hilos das sementes. Cinco dias após a retirada dos hilos, foram realizadas as seguintes avaliações nas raízes das plântulas: número de verticilos e de raízes basais, comprimento da raiz primária e das basais, e massa da raiz primária e raízes basais secas.

Foi empregado o delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial 3 x 2 (três métodos de debulha e sementes tratadas ou não com Stimulate), com 3 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre o tratamento das sementes com Stimulate e os diferentes métodos de debulha. O Stimulate não influenciou o número de plântulas normais nos testes de primeira contagem da germinação, germinação e envelhecimento acelerado (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância dos dados referente à primeira contagem da germinação (PC), germinação (GERM) e envelhecimento acelerado (EA) de sementes de feijão 'Carnaval MG' submetidas a diferentes métodos de debulha e tratadas ou não com bioestimulante.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		PC (%)	GERM(%)	EA(%)
Bioestimulante (B)	1	10,88 ^{ns}	5,55 ^{ns}	4,50 ^{ns}
Debulhas (D)	2	148,39**	84,39**	221,55***
Interação (BxD)	2	12,05 ^{ns}	9,39 ^{ns}	0,66 ^{ns}
Resíduo	12	17,50	10,94	15,50
CV (%)		5,22	3,96	4,69

** significativo a 1%; *** significativo a 0,1%, ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

As debulhas mecânicas nas velocidades do rotor de 860 rpm e 1150 rpm causaram diminuição da qualidade fisiológica das sementes de feijão em relação à debulha manual (Tabela 2). Segundo Mondo et al. (2009), a semente de feijão é muito sensível a danos mecânicos, visto que o eixo embrionário está situado sob um tegumento pouco espesso que praticamente não lhe confere proteção. Nas sementes de feijão a região do hilo é a mais sensível ao

impacto. A região do hilo contém o eixo embrionário, o que a torna mais susceptível a danificações que podem comprometer a viabilidade e vigor da semente (Andrade et al., 1998).

Tabela 2. Teste de germinação (GERM), primeira contagem da germinação (PC) e envelhecimento acelerado (EA) de sementes de feijão 'Carnaval MG' submetidas a debulha manual (1), debulha mecânica com velocidade do rotor de 860 rpm (2) e debulha mecânica com velocidade do rotor de 1150 rpm (3).

Tratamentos	GERM (%)	PC (%)	EA (%)
1	85 A	87 A	90 A
2	77 B	80 B	83 B
3	78 B	82 B	78 B

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve efeito do Stimulate no sistema radical das plântulas de feijão (Tabela 3). Vieira (2001) observou alterações na velocidade de crescimento radical, crescimento radical vertical e no crescimento radical total em plântulas originadas de sementes de feijão cultivar Carioca (origem mesoamericana), tratadas com Stimulate. Evidências indicam que o feijão-comum foi domesticado, independentemente, em dois centros primários, América Central e México e sul dos Andes, e em um centro secundário ao norte dos Andes (Gepts e Debouck, 1991). Múltipla domesticação nos dois centros primários levou à formação de dois conjuntos gênicos principais, um Mesoamericano e um Andino, dentro dos quais, forças evolutivas têm resultado em significantes mudanças morfológicas, fisiológicas e genéticas (Gepts e Debouck, 1991; Singh, 1992). Essas alterações entre os cultivares podem explicar as diferenças entre eles em resposta ao tratamento com Stimulate.

Futuros experimentos devem ser realizados variando-se concentrações do produto com a finalidade de adequar uma concentração às sementes de origem Andina (sementes grandes).

Tabela 3. Análise de variância dos dados referente ao Comprimento de raiz primária (CRP), comprimento de raiz basal (CRB), número de verticilos (NV), número de raízes basais (NRB) e massa de raiz primária seca (MRPS) e massa de raiz basal seca (MRBS) de sementes de feijão ‘Carnaval MG’ submetidas a diferentes métodos de debulha e tratadas ou não com bioestimulante.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		CRP	CRB	NV	NRB	MRPS	MRBS
Bioestimulante (B)	1	0,22 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,041 ^{ns}	6,67 ^{ns}	32,66 ^{ns}	0,67 ^{ns}
Debulhas (D)	2	0,38 ^{ns}	0,40 ^{ns}	145,00 ^{ns}	35,43 ^{ns}	10,32 ^{ns}	3,65 ^{ns}
Interação (BxD)	2	12,08 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,20 ^{ns}	196,71 ^{ns}	16,76 ^{ns}	31,57 ^{ns}
Resíduo	12	4,03	0,25	2,37	76,97	7,67	10,36
CV (%)		17,41	13,98	12,35	17,01	19,84	25,00

^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

CONCLUSÕES

O tratamento de sementes com Stimulate, na dosagem de 5,0 mL/kg semente, não melhora a qualidade fisiológica e não influencia o sistema radical de feijão de origem andina (sementes grandes).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E.T.; CORRÊA, P.C.; ALVARENGA, E.M.; MARTINS, J.H. Efeitos de danos mecânicos controlados sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.23, n.2, p.41-51, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, 2009. 365p.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001. 132 p.

CASTRO, P.R.S.; MELOTTO, E. Bioestimulantes e hormônios aplicados via foliar. In: BOARETO, A.E.; ROSOLEM, C.A. **Adubação foliar**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. v. 1, cap. 8, p. 191-235.

FERREIRA, L.A.; OLIVEIRA, J.A.; PINHO, E.V.R.V.; QUEIROZ, D.L. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p.80-89, 2007.

GEPTS, P.; DEBOUCK, D. Origin, domestication, and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: SCHOONHOVEN, A. van; VOYSEST, O. (Ed.). **Common beans: research for crop improvement**. Wallingford: CAB/CIAT, 1991. p. 7-53.

MONDO, V.H.V.; GOMES JUNIOR, F.G.; PUPIM, T.L.; CÍCERO, S.M. Avaliação de danos mecânicos em sementes de feijão por meio da análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p.27-35, 2009.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Fisiologia vegetal**. Grupo Editorial Iberoamericano, 1994. 759 p.

SCHIEFELBEIN, J.W.; BENFEY, P.N. The development of plant roots: New approaches to underground problems. **The Plant cell**, v.3, n. 11, p.1147-1154, 1991.

SINGH, S. P. Common bean improvement in the Tropics. IN: JANICK, J. (Ed.). **Plant breeding reviews**. New York, 1992. p. 199-269.

VIEIRA, E. L. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.).** Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 122 f, 2001.

AÇÃO DO BIOESTIMULANTE NA QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHO

RESUMO

Pouco se sabe sobre o efeito do Stimulate no tratamento das sementes. Neste trabalho, objetivou-se avaliar o efeito do Stimulate em sementes de milho submetidas a diferentes épocas de colheita ou a métodos de debulha. Foram utilizadas sementes de milho da variedade UFV-M100 Nativo. No experimento 1, as sementes foram colhidas em quatro épocas: quando atingiram teor de água de 25 % e 10, 20 e 30 dias após a primeira colheita. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. No experimento 2, as sementes foram colhidas com teor de água de 25 % e debulhadas manualmente, em debulhador estacionário manual ou em debulhador estacionário. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Nos dois experimentos as sementes foram tratadas ou não com o biostimulante Stimulate (0,0009% de citocinina, 0,005% de giberelina e 0,005% de auxina) na dose de 12,5 mL/kg de semente. O tratamento das sementes com o Stimulate teve ação sobre o sistema enzimático das sementes colhidas em diferentes épocas ou métodos de debulha, mas não melhorou a qualidade fisiológica das sementes. Nas sementes colhidas em diferentes épocas, o tratamento das sementes com Stimulate aumentou o comprimento da raiz primária e das raízes seminais, e aumentou a massa das raízes seminais secas das plântulas, avaliadas quatro dias após a germinação. Nas avaliações realizadas em plantas no estágio V4 (quarta folha), não houve efeito positivo do tratamento das sementes no sistema radical das plântulas provenientes das sementes submetidas a épocas de colheita e diferentes métodos de debulha. Conclui-se que o tratamento das sementes com Stimulate não influencia a qualidade fisiológica das sementes de milho submetidas diferentes épocas de colheita ou métodos de debulha. O tratamento das sementes não influenciou o sistema radical das plântulas de milho no estágio V4.

Palavras-chave: bioestimulante, raiz, sementes, qualidade fisiológica

ACTION OF BIOSTIMULANT ON QUALITY OF CORN SEEDS

ABSTRACT

Little is known on effect of Stimulate on seed treatment. The objective of this work was to evaluate the effect of Stimulate on corn seeds submitted to different harvest seasons or threshing methods. It was used corn seeds of variety UFV-M100. In experiment 1, seeds were harvest in four seasons: when they reached water content of 25%, 10, 20 and 30 days after harvest. In experiment 2, seeds were harvest with water content of 25% and manually threshing or using a manual stationary threshing or stationary threshing. In both experiments, seeds were treated or not with biostimulant Stimulate (0.0009% de cytokinin, 0.005% of gibberellin and 0.005% of auxine) at 12.5 mL/kg of seed. Treatment of seeds with Stimulate acted on enzymatic system of seeds harvested in different seasons or threshing method but it did not improve seed physiologic quality. In seeds harvested in different seasons, treatment of seeds with Stimulate increased length of primary and seminal roots and increased dry seminal root mass of seedlings, evaluated four days after germination. In evaluations performed in V4 stage plants (forth leaf), there was no positive effect of seed treatments in radical system of seedlings from seeds submitted to harvest season and different threshing method. It is concluded that treatment of seeds with Stimulate does not influence physiologic quality of corn seeds submitted to different harvest seasons or threshing methods. Treatment of seeds did not influence root system of V4-stage corn seedlings.

Key-words: biostimulant, root, seeds, physiologic quality

INTRODUÇÃO

A aplicação de reguladores de crescimento via semente tem sido proposta por várias empresas. Esses reguladores são definidos como substâncias naturais ou sintéticas que podem ser aplicadas diretamente nas plantas, em sementes e no solo, com a finalidade de incrementar a produção e

melhorar a qualidade das sementes (Silva et al., 2008). Segundo Castro e Vieira (2001), as classes de reguladores vegetais reconhecidas são as auxinas, giberelinas, citocininas, retardadores, inibidores e o etileno. A mistura de dois ou mais reguladores vegetais, ou a mistura desses com outras substâncias (aminoácidos, nutrientes, vitaminas), é designada bioestimulante.

Segundo Bewley e Black (1994), os reguladores endógenos podem estar envolvidos em vários processos durante o desenvolvimento das sementes e dos tecidos extra seminiais, na acumulação e armazenamento de reservas e diversos efeitos fisiológicos em tecidos e órgãos.

As auxinas são produzidas nos ápices dos caules, nas raízes, nas sementes em germinação, nos meristemas de cicatrização, nas folhas novas e nos frutos. As raízes são mais sensíveis à ação delas. Durante o processo de germinação, as auxinas estão envolvidas na permeabilidade das membranas e possuem relação direta com o crescimento de plântulas (Castro e Vieira, 2001).

As giberelinas constituem uma classe de substâncias reguladoras de crescimento que, segundo Taiz e Zeiger (2004), influenciam vários aspectos da germinação das sementes, como a quebra de dormência e a mobilização das reservas do endosperma. O ácido giberélico é um ativador enzimático endógeno. Portanto, induz a germinação e aumenta a porcentagem e a velocidade de germinação. As giberelinas atuam na expressão gênica, na ativação e na síntese de várias enzimas, dentre elas enzimas que hidrolisam e mobilizam reservas dos tecidos (Bewley e Black, 1994). As giberelinas promovem a síntese de enzimas envolvidas no enfraquecimento dos tegumentos (endo- β -mananases, expansinas) e/ou na hidrólise de reservas (amilases), eventos relacionados principalmente à protrusão da raiz primária (Bewley e Black, 1994).

As citocininas atuam na divisão celular, principalmente quando interagem com as auxinas (Silva et al., 2008). Além disso, têm outros efeitos nos processos fisiológicos, como senescência foliar, mobilização de nutrientes, dominância apical, formação e atividade dos meristemas apicais, desenvolvimento floral, germinação de sementes e quebra da dormência de gemas (Taiz e Zeiger, 2004).

A ação do tratamento das sementes com bioestimulante pode ser avaliada pela qualidade fisiológica das sementes. Esta pode ser avaliada pelo

teste de germinação e pelos testes de vigor. Também se pode avaliar o efeito dos bioestimulantes nos processos metabólicos por meio de análises de sistemas enzimáticos.

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o efeito do Stimulate em sementes de milho submetidas a diferentes épocas de colheita ou métodos de debulha, na qualidade fisiológica e a atividade enzimática das sementes e o sistema radical das plântulas de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

No experimento 1, sementes de milho da variedade UFV-M100 Nativo foram colhidas em quatro épocas: quando as sementes atingiram teor de água de 25 % e 10, 20 e 30 dias após a primeira colheita (com 21 % de teor de água). As sementes foram debulhadas manualmente e secas ao sol até apresentarem teor de água de 13 %. Depois de secas, as sementes foram limpas, classificadas, acondicionadas em embalagem de papel multifoliado e conservadas em câmara fria (20 °C e 75% UR) até o momento das avaliações.

No experimento 2, sementes de milho da variedade UFV-M100 Nativo foram colhidas com teor de água de 25 % e debulhadas manualmente, em debulhador estacionário manual ou em debulhador estacionário com fonte de alimentação elétrica. Após as debulhas, as sementes foram secas ao sol até atingirem teor de água de 13 %. Depois de secas, foram limpas, classificadas, acondicionadas em embalagem de papel multifoliado em câmara fria (20 °C e 75% UR), até o momento das avaliações.

Antes das avaliações da qualidade fisiológica e da atividade enzimática das sementes e do sistema radical das plântulas, parte das sementes foi tratada com o bioestimulante Stimulate® (12,5 mL/kg semente) e parte não. O Stimulate tem a seguinte formulação: 0,0009% de cinetina (citocinina), 0,005% de ácido giberélico (giberelina) e 0,005% de ácido indolbutírico (auxina). O produto foi aplicado diretamente sobre as sementes, com auxílio de uma pipeta graduada. Para tanto, as sementes foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes com capacidade de 3,0 kg. Após aplicação do produto sobre a massa de sementes, os sacos plásticos foram inflados e agitados vigorosamente durante um minuto, visando uniformizar a distribuição do

produto sobre a massa de sementes. Em seguida, as sementes já tratadas foram colocadas para secar à sombra, durante uma hora e acondicionadas em sacos de papel até serem submetidas às avaliações.

Para avaliação da qualidade fisiológica das sementes, estas foram submetidas ao teste de germinação, primeira contagem da germinação, teste de frio sem solo, envelhecimento acelerado, emergência em leito de areia e índice de velocidade de germinação.

Teste de germinação: realizado conforme critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). Foram utilizadas três subamostras de 50 sementes por repetição. Utilizou-se como substrato o rolo de papel germiteste umedecido com volume de água equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco. Após a sementeira, os rolos foram mantidos em germinador a 25 °C. As avaliações foram feitas no 4º e 7º dias após a sementeira, quando foi anotada a porcentagem de plântulas normais (Brasil, 2009).

Primeira contagem de germinação: realizado concomitantemente com o teste de germinação, computando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas na primeira contagem do referido teste.

Teste de frio sem solo: as sementes foram distribuídas em papel germiteste umedecido com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes a massa do papel. Após a sementeira, os rolos foram colocados no interior de sacos plásticos e estes foram mantidos em incubadora BOD regulada a 10 °C, durante sete dias. Após esse período, os rolos no interior dos sacos plásticos foram transferidos para um germinador regulado a 25 °C, onde permaneceram por mais quatro dias. A avaliação da germinação foi realizada de acordo com as recomendações contidas nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). Foram utilizadas três subamostras de 50 sementes por repetição.

Teste de envelhecimento acelerado: as sementes foram distribuídas sobre tela de arame no interior de caixas gerbox com 40 ml de água destilada. As caixas foram acondicionadas em BOD a 45 °C por 72 horas. Após esse período as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente, por quatro dias. Foram utilizadas três subamostras de 50 sementes por repetição.

Emergência em leito de areia: conduzido em bandejas plásticas com areia, 50 sementes foram distribuídas em sulcos com 2 cm de profundidade e distantes 2 cm entre si. O substrato foi umedecido sempre que necessário e a avaliação final das plântulas foi realizada até a estabilização da emergência das plântulas. Foram utilizadas três subamostras de 50 sementes por repetição. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Índice de velocidade de emergência: para sua determinação foram realizadas contagens diárias do número de plântulas a partir da emergência da primeira plântula. Foram consideradas emergidas as plântulas com plúmulas visíveis e com 2 cm de parte aérea. O índice foi calculado conforme Maguire (1962).

Para a avaliação do sistema radical das plântulas de milho, folhas de papel germiteste foram umedecidas com CaSO_4 (0,5 mM), onde quatro sementes foram colocadas a 3 cm do topo do papel (as sementes foram dispostas no comprimento do papel com a camada negra voltada para as laterais do papel). Os papéis foram enrolados como rolos de charuto e colocados em béqueres de 2 L com 200 mL de CaSO_4 (0,5 mM). Os béqueres foram cobertos com plástico perfurado e colocados em BOD, a 28 °C. Quatro dias após a montagem do teste, em quatro plântulas normais de cada repetição, foram avaliados: o número de raízes seminais, o comprimento da raiz primária e raízes seminais e a massa da raiz primária e raízes seminais secas. Na Figura 1, encontra-se uma plântula com quatro dias após a germinação, onde o sistema radical é composto da raiz primária e das raízes seminais.

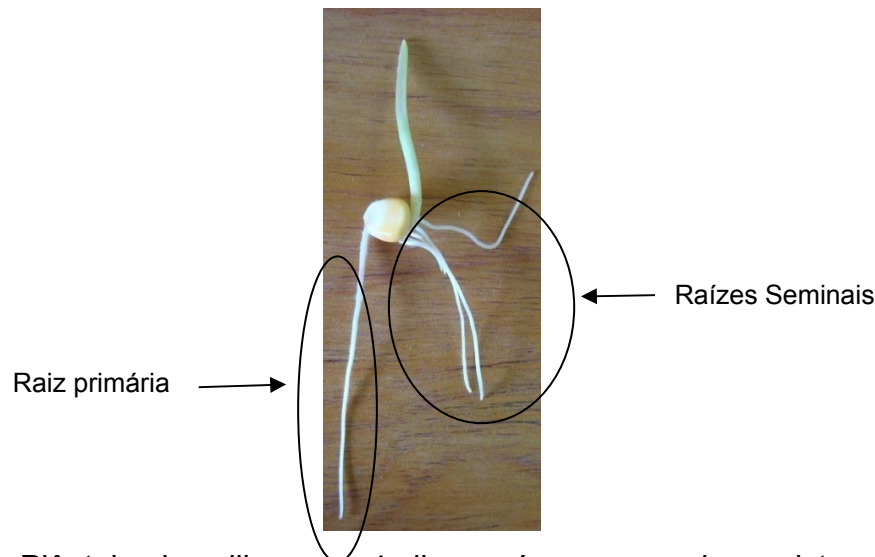


Figura 1. Plântula de milho com 4 dias após a semeadura, sistema radical formado pela raiz primária e raízes seminais.

A avaliação do sistema radical de plantas de milho no estágio V4 (quarta folha totalmente estendida) foi conduzida em vasos de cinco litros, utilizando como substrato areia e vermiculita de textura média (na proporção de 1:1). Foram utilizadas duas repetições. Os vasos foram forrados com plásticos e depois enchidos com o substrato. As sementes foram semeadas numa profundidade de 5 cm. Os vasos foram irrigados diariamente com solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950). No estágio V4, as plântulas foram retiradas dos vasos, a parte aérea foi separada do sistema radical e levada para estufa de ventilação forçada regulada à 60 °C por 72 horas. Em seguida, o material foi pesado para a determinação da massa da parte aérea seca. O sistema radical foi lavado em água corrente, a raiz primária e uma amostra representativa das raízes seminais e nodais foram colocadas em álcool 70% até serem avaliadas com o analisador de imagens *WinRhizo* v. 4.0, Regent Systems, Quebec, acoplado a scanner profissional *Epson XL 10000* (Figura 2) para determinação do comprimento da raiz primária e das raízes seminais e nodais. Depois de escaneadas, as amostras representativas das raízes foram colocadas em estufa de ventilação de ar forçada regulada à 60 °C, por 72 horas. O material foi pesado para a determinação da massa das raízes secas. O restante das raízes seminais e nodais também foi colocado em estufa de ventilação forçada de ar regulada à 60°C por 72 horas para determinação da massa. Para o cálculo do comprimento total das raízes foi feita uma

extrapolação do comprimento das amostras representativas para o comprimento total das raízes seminais e nodais com base na massa das raízes secas. Na Figura 3, o sistema radical das plantas no estágio V4.

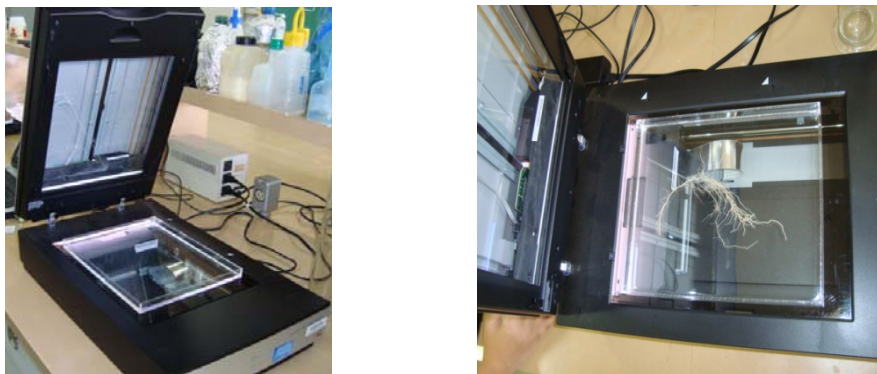


Figura 2. Scanner profissional Epson XL 10000 utilizado para as avaliações do sistema radical das plantas de milho no estágio V4.

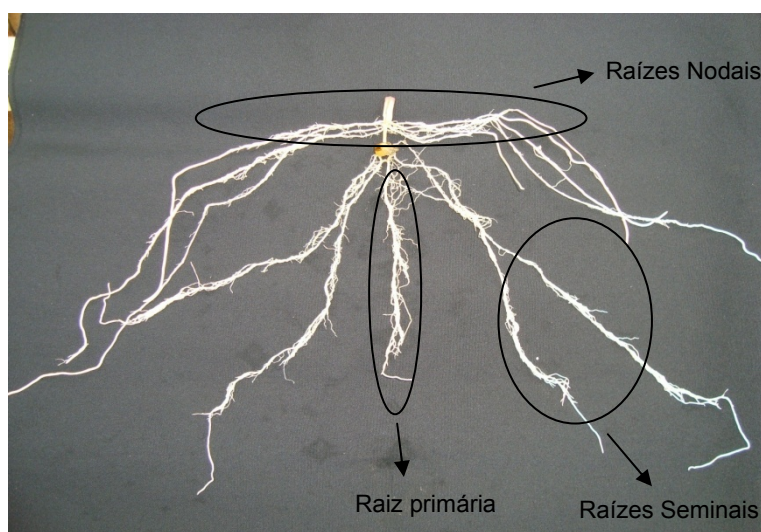


Figura 3. Sistema radical de plântula de milho no estágio V4, formada pela raiz primária, raízes seminais e raízes nodais.

Para as avaliações enzimáticas, as sementes foram previamente germinadas. Para tal, foi utilizado como substrato o rolo de papel germiteste umedecido com volume de água equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco. Os rolos foram mantidos em germinadores à temperatura de 25 °C, por 48 horas, para as análises das enzimas peroxidase, catalase e álcool desidrogenase, e por 70 horas para a análise da enzima α -amilase. Após esse período, o sistema radical e a parte aérea das plântulas foram retirados com o

auxílio de um estilete, e as sementes foram colocadas em pacotes de alumínio e congeladas com a utilização de nitrogênio líquido. Em seguida, foram armazenadas em freezer horizontal (-20 °C) para posterior análise das enzimas.

Para extração das enzimas, 10 mL de tampão de extração foram adicionados a 2 g de material vegetal, triturados no dispersor ultra turrax até a obtenção de massa homogênea, que então foi centrifugada a 17.000 g durante 30 minutos, a 4 °C. O sobrenadante foi utilizado para determinação da atividade enzimática e quantificação das proteínas (Bradford, 1976). Seguem as metodologias utilizadas para a determinação da atividade de cada enzima.

Peroxidase: a composição do tampão de extração utilizado foi: tampão fosfato de sódio 0,1M, pH 6,5; bissulfito de sódio 0,1% e cloreto de sódio 0,15M (Neves, 2003). Para determinação da atividade enzimática foi adicionado uma alíquota de extrato enzimático ao meio de reação contendo 0,5 mL de guaiacol (1,7%), 1,5 mL de tampão fosfato 0,1 M (pH 6,0) e 0,5 mL de H₂O₂ (1,8%). A quantidade de extrato enzimático utilizado variou com a amostra, completando-se 3 mL do meio de reação com água deionizada. O branco apresentou todos os componentes do meio de reação, exceto o extrato enzimático que foi substituído por água. A atividade enzimática foi analisada em espectrofotômetro, observando-se a variação na absorbância em comprimento de onda de 470 nm, a 25 °C e expressa em UA/min/mg de proteína (Neves, 2003).

Catalase: a composição do tampão de extração utilizado foi: tampão fosfato de sódio 50 mM, pH 7,8 e polivinilpirrolidona (PVP) 1% (Hodges, 1997). Para determinação da atividade enzimática da catalase, 0,85 mL de tampão fosfato 50 mM (pH 7,8), 0,5 mL de H₂O₂ 30 mM e 0,15 mL de extrato enzimático foram misturados. O branco apresentou todos os componentes do meio de reação, exceto o extrato enzimático que foi substituído por água. A atividade enzimática foi analisada em espectrofotômetro observando-se a variação na absorbância em comprimento de onda de 240 nm, a 25 °C e expressa em UA/min/mg de proteína (Hodges, 1997).

α -amilase: a composição do tampão de extração utilizado foi: tampão fosfato de sódio 0,02 M, pH 6,9 e cloreto de sódio 0,006 M (Worthington, 1947). Primeiramente foi feita uma curva padrão utilizando uma solução de maltose

(2000 µg/mL). A curva apresentava cinco pontos. Para elaboração desta foram utilizadas quatro diluições da solução de maltose: 250, 500, 750 e 1000 µg/mL. O ponto 0 correspondeu somente à água. Em todos os tubos adicionaram-se 500 µL de solução de ácido dinítrosalicílico - 3,5. Os tubos foram colocados para ferver por cinco minutos. Após resfriarem, receberam 5 mL de água deionizada. A leitura foi realizada em espectrofotômetro, observando-se a absorbância em comprimento de onda de 540 nm. A solução de ácido dinítrosalicílico - 3,5 foi preparada da seguinte forma: 0,5 g de ácido dinítrosalicílico - 3,5 em 25 mL de água deionizada, 15 g de tartarato de potássio e sódio tetra hidratado e 10 mL de hidróxido de sódio 2N. O volume foi completado com água deionizada para 50 mL. Essa solução foi preparada com aquecimento para facilitar a homogeneização. Para avaliação da atividade da enzima, foram adicionados em tubos de vidro 250 µL de extrato (diluído quando necessário para os dados permanecerem dentro dos limites da curva da maltose) e 250 µL de amido 1%; após cinco minutos de reação, foram adicionados 500 µL da solução de ácido dinítrosalicílico - 3,5 e os vidros foram colocados para ferver durante cinco minutos. Depois de resfriados, foram adicionados a todos os tubos 5 mL de água deionizada. A leitura foi realizada em espectrofotômetro, observando-se a absorbância em comprimento de onda de 540 nm, a 25 °C e expressa em UA/min/mg de proteína (Worthington, 1947).

Álcool desidrogenase: a composição do tampão de extração utilizado foi: Tris-HCl 100 mM (pH 8,5), PVP 1%, CaCl₂ 20 mM, ZnSO₄ 0,1 mM e PMSF 0,8 mM (Mitchell e Jelenkovic, 1995). Para determinação da atividade foi adicionado 0,02 mL de extrato enzimático ao meio de reação contendo 0,5 mL de glicina-KOH 200 mM (pH 9,5), 0,1 mL de NAD 13 mM, 0,1 mL de etanol 400 mM e 0,28 mL de água deionizada. A atividade enzimática foi analisada em espectrofotômetro, observando-se a variação na absorbância em comprimento de onda de 340 nm, a 25 °C e expressa em µM NADH/min/mg de proteína (Mitchell e Jelenkovic, 1995).

O experimento 1 foi instalado no delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial 4 x 2 (quatro épocas de colheita, com sementes tratadas ou não com Stimulate), com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. Os modelos de regressão foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de

regressão com o teste t, adotando-se o nível de 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação (R²) e no fenômeno biológico a ser descrito. Para fins de análise estatística, os dados obtidos em porcentagem foram previamente transformados em arco seno $\sqrt{\%/100}$, para atender a distribuição normal dos dados. Nos gráficos são apresentados os dados transformados.

O experimento 2 foi instalado no delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial 3 x 2 (três métodos de debulha com sementes tratadas ou não com Stimulate), com cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, quando o teste F foi significativo. Para fins de análise estatística, os dados obtidos em porcentagem foram previamente transformados em arco seno $\sqrt{\%/100}$ para atender a distribuição normal dos dados. Na tabela são apresentados os dados transformados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento das sementes com Stimulate não melhorou a qualidade fisiológica das sementes colhidas em diferentes épocas. Com o atraso da colheita das sementes houve diminuição do número de plântulas normais obtidas no teste de germinação, primeira contagem da germinação, teste de frio sem solo, emergência em leito de areia e redução da velocidade de emergência em sementes colhidas tardiamente (Figura 4).

O atraso da colheita diminuiu a qualidade fisiológica das sementes, pois, durante o período entre a maturação e a colheita, as sementes permaneceram presas à planta e expostas à ação de fatores bióticos e abióticos tendo o processo de deterioração acelerado. A evolução do processo de deterioração pode ser identificada pelas manifestações fisiológicas, dentre as quais as mais evidentes são: redução da velocidade de emergência, declínio da velocidade de crescimento, redução quantitativa do crescimento da plântula, menor resistência a condições desfavoráveis do ambiente durante a germinação e o início do desenvolvimento das plântulas, decréscimo do potencial de conservação durante o armazenamento, redução da porcentagem de emergência de plântulas em campo, aumento da taxa de anormalidade de

plântulas, redução da porcentagem de germinação em laboratório e perda do poder germinativo (Marcos Filho, 2005).

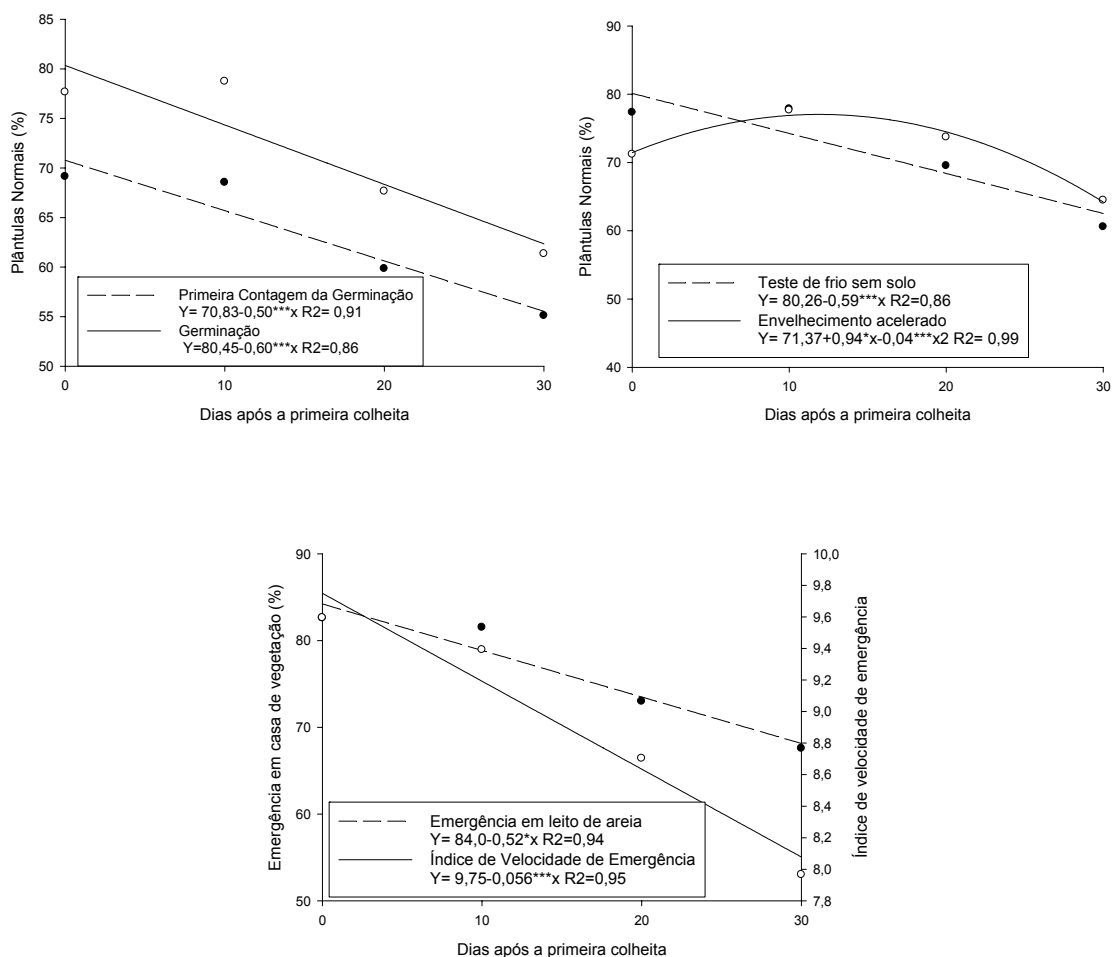


Figura 4. Teste de germinação, primeira contagem da germinação, frio sem solo, envelhecimento acelerado, emergência em leito de areia e índice de velocidade de emergência de sementes de milho colhidas com teor de água de 25 % e 10, 20 e 30 dias após a primeira colheita. (*) Significativo a 5%; (**) Significativo a 1%, (***) Significativo a 0,1%.

O bioestimulante Stimulate não influenciou a atividade das enzimas peroxidase e catalase. Nas sementes tratadas e não tratadas com Stimulate foi observado redução da atividade das enzimas peroxidase e catalase com o atraso da colheita das sementes (Figura 5 e 6). A presença dos reguladores vegetais na composição do Stimulate, possivelmente, evitaria a diminuição da

atividade dessas enzimas que são removedoras de produtos tóxicos das sementes, no entanto, a não ação do Stimulate explica a perda da qualidade das mesmas com o atraso da colheita.

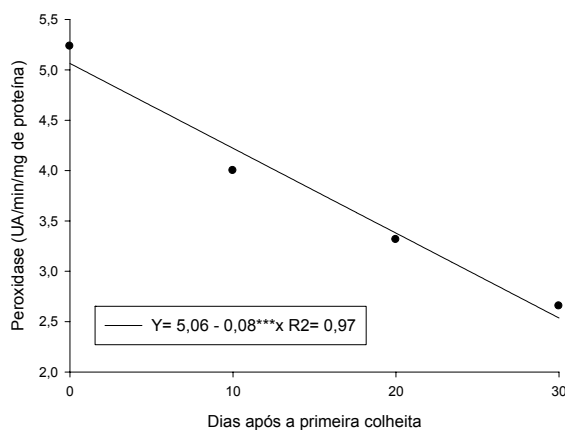


Figura 5. Atividade da peroxidase em sementes de milho colhidas com teor de água de 25 % e 10, 20 e 30 dias após a primeira colheita. (***) Significativo a 0,1%.

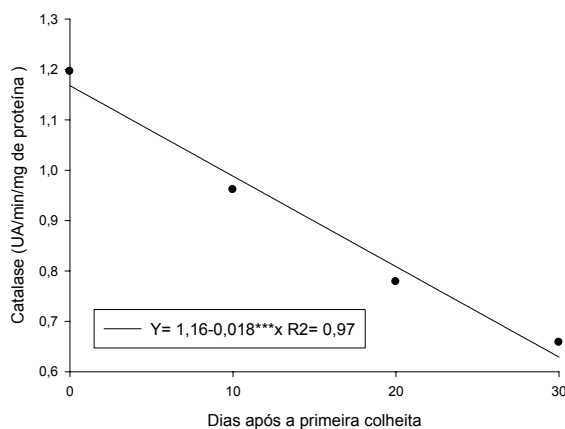


Figura 6. Atividade da catalase em sementes de milho colhidas com teor de água de 25 % e 10, 20 e 30 dias após a primeira colheita. (***) Significativo a 0,1%.

A atividade da enzima álcool desidrogenase aumentou com o atraso da colheita das sementes (Figura 7). O aumento da atividade da álcool desidrogenase pode estar relacionado ao aumento da respiração anaeróbica, e assim, com o aumento da deterioração das sementes com o atraso da colheita.

As condições adversas no campo de produção após as sementes atingirem a maturação fisiológica e o alto teor de água das sementes podem aumentar a taxa respiratória das mesmas, acelerando o processo de deterioração. As condições do ambiente (umidade relativa do ar e temperatura), assim como o teor de água das sementes, são fatores que influenciam a longevidade das mesmas, por manterem o embrião em maior ou menor atividade metabólica (Macedo et al., 1999). Segundo Santos et al. (2005), há aumento da respiração nas sementes que se encontram em processo deteriorativo, uma vez que as enzimas envolvidas na respiração podem ser ativadas em sementes de reduzida qualidade.

A atividade da álcool desidrogenase foi inferior nas sementes tratadas com Stimulate em relação às sementes não tratadas (Figura 7). No entanto, mesmo nas sementes tratadas houve redução da qualidade fisiológica com o atraso da colheita das sementes.

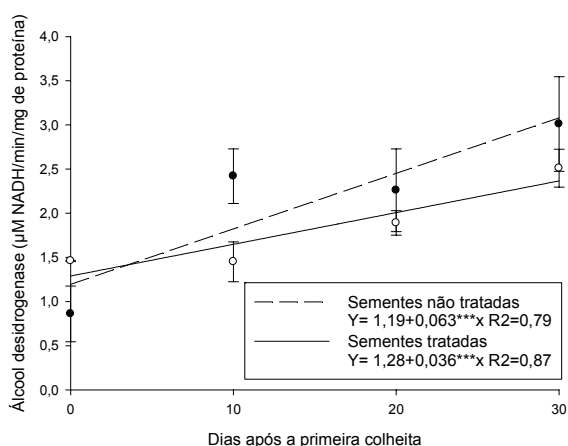


Figura 7. Atividade da álcool desidrogenase em sementes de milho, colhidas com teor de água de 25 % e 10, 20 e 30 dias após a primeira colheita, tratadas e não tratadas com Stimulate (***) Significativo a 0,1%.

A atividade da enzima α -amilase aumentou nas sementes tratadas com Stimulate (Tabela 1). A α -amilase é uma enzima importante na hidrólise do amido, sendo responsável por 90% da atividade amilolítica em sementes de milho (Kigel e Galili, 1995).

O sistema radical das plântulas, avaliadas aos quatro dias após a germinação, originadas de sementes tratadas tiveram aumento do comprimento da raiz primária, comprimento das raízes seminais e massa das raízes seminais secas (Tabela 2). Esse crescimento proporcionado pela aplicação de algum produto com ingrediente ativo é conhecido como efeito fitotônico (Castro et al., 2008). Nas plântulas provenientes de sementes tratadas, o crescimento das raízes seminais foi maior comparado a massa dessas raízes secas. Isso indica que o Stimulate aumentou a número de raízes finas, o que pode proporcionar efeitos positivos ou tônicos, como melhor absorção de nutrientes com pouca mobilidade no solo (Nielsen e Barber, 1978).

Tabela 1. Atividade da α -amilase em sementes de milho não tratadas e tratadas com Stimulate.

Tratamentos	α -amilase (UA/min/mg de proteína)
Não tratadas	0,051**
Tratadas	0,069

Diferença entre médias significativa a 1% (**).

Tabela 2. Comprimento da raiz primária (CRP), comprimento das raízes seminais (CS) e massa das raízes seminais secas (MRSS) de plântulas de milho não tratadas e tratadas com Stimulate.

Tratamentos	CRP (cm)	CS (cm)	MRSS (mg)
Não tratadas	15,87**	37,14***	23,03*
Tratadas	17,85	53,68	26,75

Diferença entre médias significativa a 5% (*), 1% (**) e 0,1% (***).

Nas avaliações realizadas em sementes no estágio V4, não foi observado efeito do tratamento das sementes. Nesse estágio, a diferença entre o comprimento do sistema radical das sementes tratadas e não tratadas pode ter desaparecido, visto que também não houve diferença entre o sistema radical das plântulas originadas de sementes colhidas em diferentes épocas.

Leite et al. (2003) observaram que o comprimento das raízes foram reduzidos com o tratamento de sementes com reguladores vegetais, porém com o decorrer do experimento a diferença no crescimento radical desapareceu.

O tratamento das sementes com Stimulate não influenciou a qualidade fisiológica das sementes submetidas a diferentes tipos de debulha. As sementes debulhadas em debulhador estacionário manual apresentaram menor qualidade fisiológica (Tabela 3) e menor atividade das enzimas peroxidase e catalase (Tabela 4) se comparados àquelas dos demais tratamentos. O debulhador estacionário manual é pouco eficiente na debulha das sementes, pois muitas das espigas tiveram que passar duas vezes por ele. Possivelmente, isto aumentou os danos às sementes, diminuindo a qualidade fisiológica das mesmas e a atividade dessas enzimas importantes para a preservação da qualidade fisiológica das sementes.

Tabela 3. Primeira contagem da germinação (PC), teste de germinação (GERM), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântulas em leito de areia (EMERG), Índice de velocidade de emergência (IVE) e comprimento da raiz primária (CRP) de sementes de milho submetidas a debulha manual (1), a debulhador estacionário manual (2) e a debulhador estacionário (3).

TRAT	PC (%)	GERM (%)	EA (%)	EMERG (%)	IVE	CRP (cm)
1	77 A	81 A	60 A	76 A	9,14 A	17,70 A
2	44 C	49 C	30 C	47 B	5,04 B	14,57 B
3	67 B	71 B	46 B	70 A	8,49 A	15,09 B
CV (%)	9,99	7,92	19,34	8,19	10,87	12,94

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Atividade das enzimas peroxidase e catalase em sementes de milho submetidas a debulha manual (1), a debulhador estacionário manual (2) e a debulhador estacionário (3).

Tratamentos	Peroxidase (UA/min/mg de proteína)	Catalase (UA/min/mg de proteína)
1	3,93 A	1,25 A
2	1,70 C	0,94 B
3	3,03 B	1,26 A
CV(%)	25,55	16,37

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O tratamento das sementes aumentou a atividade das enzimas catalase e α -amilase (Tabela 5). Esses resultados comprovam a ação do Stimulate sobre o sistema enzimático das sementes, pois a α -amilase é sintetizada pela ação das giberelinas que induzem o gene para α -amilase (Marcos Filho, 2005). No entanto, o tratamento das sementes submetidas a diferentes tipos de debulha não melhorou a qualidade fisiológica das sementes e não aumentou o sistema radical das plântulas.

Tabela 5. Atividade das enzimas catalase e α -amilase em sementes de milho não tratadas e tratadas com Stimulate.

Tratamentos	Catalase (UA/min/mg de proteína)	α -amilase (UA/min/mg de proteína)
Não tratadas	1,06*	0,059*
Tratadas	1,27	0,069

Diferença entre médias significativa a 5% (*)

Infere-se, deste trabalho, que o tratamento das sementes com Stimulate não melhorou a qualidade fisiológica das sementes colhidas em quatro épocas ou debulhadas em três métodos de debulha. Não aumentou o

desenvolvimento do sistema radical das plântulas, provenientes das sementes tratadas, quando avaliadas no estágio V4. Leite et al. (2003) afirmou que, quando os reguladores vegetais são aplicados juntos, um regulador pode inibir totalmente a ação do outro, o que talvez explique a não ação do Stimulate.

CONCLUSÕES

O tratamento das sementes com Stimulate não influencia a qualidade fisiológica das sementes de milho submetidas a diferentes épocas de colheita ou métodos de debulha.

O tratamento das sementes não influencia o sistema radical das plântulas de milho no estágio V4.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**. v. 72, p. 248-254, 1976.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, 2009. 365p.

CASTRO, G.S.A.; BOGIANII, J.C.; SILVAII, M.G.; GAZOLAI, E.; ROSOLEMI, C.A. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa agropecuária brasileira**. v. 43, 10, p.1311-1318, 2008.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001. 132 p.

HOAGLAND, D.; ARNON, D.I. **The water culture method for growing plants without soil**. California Agriculture Experimental Station Circular, 1950. 347 p.

HODGES, D.M.; ANDREWS, C.J.; JOHNSON, D.A.; HAMILTON, R.I. Antioxidant enzyme responses to chilling stress in differentially sensitive inbred maize lines. **Journal of Experimental Botany**, v. 48, n. 310, p. 1105-1113, 1997.

KIGEL, J.; GALILI, G. **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. 853p.

LEITE, V.M.; ROSOLEM, C.A.; RODRIGUES, J.D. Gibberellin and cytokinin effects on soybean growth. **Scientia Agricola**, v.60, n.3, p.537-541, 2003.

MACEDO, E.C.; GROTH, D.; SOAVE, J. Influência da embalagem do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n.1, p.67-65, 1999.

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

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba, Fealq., 2005, 495 p.

MITCHELL, W.C.; JELENKOVIC, G. Characterizing NAD- and NADP-dependent alcohol dehydrogenase enzymes of strawberries. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 120, n. 5, p. 798-801, 1995.

NEVES, L. L. de M. **Envolvimento de enzimas oxidativas no escurecimento do quiabo [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench]**. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 72 p., 2003.

NIELSEN, M.E.; BARBER, S.A. Differences among genotypes of corn in the kinetics of P uptake. **Agronomy Journal**, v.70, p.695-698, 1978.

SANTOS, C.M.R.; MENEZES, N.L.; VILLELA, F.A. Modificações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 1, p.104-114, 2005.

SILVA, T.T.A.; PINHO, E.V.R.V.; CARDOSO, D.L.; FERREIRA, C.A.; ALVIM, P.O.; COSTA, A.A.F. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 3, p. 840-846, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

WORTHINGTON, V. **Worthington enzyme manual**. Worthington Biochemical Corp, New Jersey, 401 p., 1947.