

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SEMENTES



TESE

**Recobrimento de sementes de feijão com agrominerais: efeito sobre o
armazenamento de sementes e desempenho de plantas**

Carla Xavier Alves

Pelotas, 2017

Carla Xavier Alves

Recobrimento de sementes de feijão com agrominerais: efeito sobre o armazenamento de sementes e desempe de plantas

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências

Orientador: Prof. Dr. Luis Osmar Braga Schuch

Co-Orientador: Dr. Gilberto Antonio Peripolli Bevilaqua

Pelotas, 2017

À minha mãe Lilia, meu marido Nino
e minhas filhas Laura e Cecília
pelo apoio, incentivo, carinho e por
sempre acreditarem em mim...

Dedico

Agradecimentos

A Deus em primeiro lugar, pela força que representa.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes pelos ensinamentos e ajuda nos momentos que sempre precisei e contribuíram em mais essa etapa da minha formação.

Ao professor Luis Osmar Braga Schuch pela orientação no desenvolvimento do trabalho e pela amizade

Ao pesquisador Gilberto Antonio Peripolli Bevilaqua pela co-orientação, ajuda e amizade

À Embrapa Clima Temperado e seus funcionários pelo apoio na realização do trabalho.

Aos estagiários da faculdade de Agronomia: Priscila, Alexia, Pedro e Patrícia

A CAPES pela concessão de bolsa de estudos.

Ao colega Paulo Eduardo pelo auxílio no desenvolvimento do trabalho

À minha mãe Lilia pelos ensinamentos de toda minha vida.

Ao meu marido Nino e minhas filhas Laura e Cecília pelo carinho, apoio e compreensão nos momentos que não pude estar muito presente.

A todos que mesmo não sendo citados não foram menos importantes para que esse trabalho fosse realizado.

Resumo

Alves, Carla Xavier **Recobrimento de sementes de feijão com agrominerais: efeito sobre o armazenamento de sementes e desempenho de plantas** 2017. 53f. Tese (Doutorado em ciência e tecnologia de Sementes) Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas 2017

O feijão é um produto muito importante na alimentação brasileira. Apresentou nos últimos anos um crescimento em produtividade. Dentre as prováveis causas do crescimento estão o desenvolvimento de novas cultivares e a adoção de práticas agrícolas eficazes, porém esses fatores serão eficientes se forem tomados cuidados com as sementes, que é um dos insumos mais importante na agricultura. Um ponto importante para se manter a qualidade e o vigor de sementes é o armazenamento. O tratamento de sementes é uma técnica antiga e muito usada para esse propósito, onde são usados diferentes elementos para essa finalidade. Como uma alternativa de tratamento surge recobrimento com agrominerais. Alguns trabalhos demonstraram que sementes recobertas com agrominerais tiveram maior taxa de emergência após um período de armazenamento. Os agrominerais apresentam composição multielementar e solubilização lenta para fornecimento de nutrientes além do recobrimento formar uma camada protetora na semente. Devido ao pouco que se sabe sobre o assunto o trabalho objetivou avaliar o efeito dos agrominerais sobre as sementes durante o armazenamento e sobre o desempenho das plantas em campo. Foram usados os agrominerais basalto, granodiorito e fosfato natural. As sementes foram recobertas com os três agrominerais separadamente e um quarto tratamento constou da mistura de basalto e fosfato natural, em partes iguais, com doses de 4% 8% e 12% do peso do agromineral em relação ao peso de semente e um tratamento sem recobrimento. Para avaliação da qualidade das sementes durante o armazenamento foram realizados testes de germinação, envelhecimento acelerado, comprimento de plântulas, emergência a campo e índice de velocidade de emergência. Para o efeito sobre o desempenho de plantas foram semeados experimentos em Capão do Leão e Encruzilhada do Sul e avaliados altura de planta, número de vagens por planta, número de grãos por vagens e rendimento de grãos. O recobrimento das sementes com fosfato natural e com a mistura de fosfato natural com basalto apresentaram os melhores resultados tanto para a qualidade de sementes durante o armazenamento com para o desempenho das plantas em campo. Embora o efeito tenha sido inferior a esses tratamentos, o basalto e o granodiorito também são alternativas promissoras para o recobrimento de sementes. O recobrimento de sementes com os agrominerais não prejudicou a qualidade das sementes durante o armazenamento e apresentou efeito positivo no desempenho das plantas em campo, incluindo o rendimento de grãos.

Palavras-chave: basalto; granodiorito; fosfato natural; tratamento de sementes

Abstract

Alves, Carla Xavier Coating of bean seeds with agrominerals: effect on seed storage and plant development 2017. 53f. Thesis (Doctorate in Seed Science and Technology) Postgraduate Program in Seed Science and Technology, Agronomy College Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas 2017

Beans are a very important product in Brazilian food. Has presented in recent years a growth in productivity. Among the likely causes of growth are the development of new cultivars and the adoption of effective agricultural practices, but these factors will be effective if seeds are taken care of, which is one of the most important inputs in agriculture. An important point to maintain the quality and vigor of seeds is storage. Seed treatment is an ancient and widely used technique for this purpose, where different elements are used for this purpose. As a treatment alternative, coating with agrominerals appears. Some studies have shown that seeds coated with agrominerals had a higher rate of emergence after a period of storage. The agrominerals present multielement composition and slow solubilization to provide nutrients besides the coating to form a protective layer in the seed. Due to the little that is known about the subject the work aimed to evaluate the effect of the agrominerals on the seeds during the storage and on the development of the plants. For this work the agrominerals basalt, granodiorite and natural phosphate were used. The seeds were coated with the three agrominerals separately and a fourth treatment consisted of the mixture of basalt and natural phosphate in equal proportions at doses of 4% 8% and 12% of the weight of the agromineral in relation to the weight of seed and the control, Without coating. To evaluate the effect on storage, germination, accelerated aging, seedling length, field emergence and germination velocity were evaluated. Plant height, number of pods per plant, number of grains per pods and yield of grains were evaluated for the effect on the development of plants. Seed coating did not impair quality during storage and had a positive effect on plant yield. The best treatments were with natural phosphate and the mixture of natural phosphate and basalt, although the effect was inferior to these treatments, basalt and granodiorite are also alternatives for the coating of seeds.

Keywords: basalt; Granodiorite; Natural phosphate; Seed treatment

Lista de Figuras

Figura 1- Germinação de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de basalto nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento.	23
Figura 2- Germinação de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de granodiorito nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento.....	23
Figura 3- Germinação de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de fosfato natural nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento.....	24
Figura 4- Germinação de sementes de feijão recobertas com diferentes doses da mistura de basalto e fosfato natural nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento	25
Figura 5- Envelhecimento acelerado (E.A.) em sementes de feijão recobertas com diferentes doses de basalto nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento.....	26
Figura 6- Envelhecimento acelerado (E.A.) em sementes de feijão recobertas com diferentes doses de granodiorito nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento.	27
Figura 7- Envelhecimento acelerado (E.A.) em sementes de feijão recobertas com diferentes doses de fosfato natural nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento.	28
Figura 8- Envelhecimento acelerado (E.A.) em sementes de feijão recobertas com diferentes doses da mistura de basalto e fosfato natural nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento.	28
Figura 9- Comprimento de raiz (C.R.) em plântulas originadas de sementes feijão recobertas com diferentes doses de basalto nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento.....	29
Figura 10- Comprimento de raiz (C.R.) em plântulas originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de granodiorito nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento	30
Figura 11- Comprimento de raiz (C.R.) em plântulas originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de fosfato natural nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento	31
Figura 12- Comprimento de raiz (C.R.) em plântulas originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses da mistura de basalto e fosfato natural nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento.....	31
Figura 13- Comprimento de parte aérea (C.P.A.) em plântulas originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de basalto nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento	32

Figura 14- Comprimento de parte aérea (C.P.A.) em plântulas originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de granodiorito nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento	32
Figura 15- Comprimento de parte aérea (C.P.A.) em plântulas originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de fosfato natural nos tempos períodos (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento.....	33
Figura 16- Comprimento de parte aérea (C.P.A) e, plântulas originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses da mistura de basalto e fosfato natural nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento.....	33
Figura 17- Emergência em campo (E.C.) de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de basalto nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento.....	34
Figura 18- Emergência em campo (E.C.) de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de granodiorito nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento.....	35
Figura 19- Emergência em campo (E.C.) de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de fosfato natural nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento	36
Figura 20- Emergência em campo (E.C.) de sementes de feijão recobertas com diferentes doses da mistura de basalto e fosfato natural nos períodos zero (00, 60, 120 e 180 dias de armazenamento	36
Figura 21- Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de basalto nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento	37
Figura 22- Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de granodiorito nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento	37
Figura 23- Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de fosfato natural nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento	38
Figura 24- Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de feijão recobertas com diferentes doses da mistura de basalto e fosfato natural nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento.....	38
Figura 25- Altura de plantas de feijão originadas de sementes recobertas com diferentes doses de basalto, granodiorito fosfato natural e mistura de basalto e fosfato natural, no município de Pelotas	40
Figura 26- Número de vagens por planta originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de basalto, granodiorito, fosfato natural e mistura de basalto e fosfato natural, no município de Pelotas.....	40
Figura 27- Número de grãos por vagens em plantas originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de basalto, granodiorito, fosfato natural e mistura de basalto e fosfato natural, no município de Pelotas....	41
Figura 28- Rendimento de grãos em plantas originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de basalto, granodiorito, fosfato natural e mistura de basalto e granodiorito, no município de Pelotas.....	42

- Figura 29- Altura de plantas de feijão originadas de sementes recobertas com diferentes doses de basalto, granodiorito fosfato natural e mistura de basalto e fosfato natural, no município de Encruzilhada do Sul..... 42
- Figura 30- Número de vagens por plantas originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses basalto, granodiorito, fosfato natural e mistura de basalto e fosfato natural, no município de Encruzilhada do Sul43
- Figura 31- Número de vagens por planta originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de basalto, granodiorito, fosfato natural e mistura de basalto e fosfato natural, no município de Encruzilhada do Sul44
- Figura 32- Rendimento de grãos em plantas originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de basalto, granodiorito, fosfato natural e mistura de basalto e fosfato natural, no município de Encruzilhada do Sul44

Sumário

1.INTRODUÇÃO.....	11
2.REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Tratamento de sementes.....	13
2.2 Agrominerais e rochagem	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Análise estatística.....	19
3.2- Testes utilizados para avaliar os efeitos dos tratamentos durante o período de armazenamento	20
3.2.1 -Teste de Germinação	20
3.2.2- Envelhecimento acelerado	20
3.2.3- Comprimento de raiz (C.R) e comprimento de parte aérea (C.P.A) de plântulas.....	20
3.2.4 Índice de velocidade de emergência (IVE) e emergência em campo (E.C). 20	
3.3 Parâmetros utilizados para avaliar efeitos dos tratamentos sobre desempenho das plantas em campo	21
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1 Experimento I - Efeito do recobrimento de semente com agrominerais sobre a qualidade de sementes, durante o armazenamento:.....	22
4.2 Experimento II – Efeito do recobrimento de sementes com agrominerais sobre o desempenho das plantas	39
5.CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1. INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L) é uma espécie anual pertencente à família Fabacea. Típico produto da alimentação brasileira é cultivado por pequenos e grandes produtores em todas as regiões. O Brasil é o maior produtor mundial de feijão com produção média anual de 3,1 milhões de toneladas com produtividade de 1200 Kg.⁻¹, (CONAB, 2016).

A cultura perdeu espaço nas últimas décadas, mas conseguiu se manter estável nos últimos três anos. Esta estabilidade de produção, sobretudo no estado do Rio Grande do Sul, foi conseguida através de aumentos sucessivos da média de produtividade. No caso do Rio Grande do Sul este número saltou de 370 kg.ha⁻¹, no ano agrícola de 1986, para 1600 kg.ha⁻¹ em 2016, (CONAB, 2016).

Dentre as causas prováveis para este aumento de produtividade está o desenvolvimento de novas cultivares por órgãos de pesquisa, com a concomitante difusão por parte da extensão rural e adoção de práticas agrícolas eficazes. De acordo com Antunes et al., (2008), o setor público tem se apresentado como fundamental no aprimoramento tecnológico e conseqüentemente, nos possíveis ganhos econômicos que possam ter ocorrido.

No entanto de nada adianta o desenvolvimento de novas cultivares e novas tecnologias de produção, se não tomarmos cuidado com as sementes utilizadas. A semente é um dos insumos mais importantes para agricultura, pois contém todas as potencialidades produtivas da planta. (POPINIGIS,1985). O máximo potencial fisiológico da semente é atingido no campo, mas após a maturação e colheita da semente é durante o armazenamento que se deve aplicar os cuidados para manter ao máximo a sua qualidade. Quanto maior o período de armazenamento de sementes, maiores os cuidados devem ser tomados quanto a temperatura do ambiente de armazenamento e teor de umidade das sementes (SOUZA et al., 2006). Para tanto, é necessário um local apropriado, seco, seguro, passível de aeração e de fácil combate a roedores, insetos e microrganismos.

O vigor das sementes é uma interação de características que podem também ser considerados como independentes do potencial fisiológico, tais como a velocidade de germinação, o crescimento das plântulas, capacidade de

germinação acima ou abaixo de temperaturas ótimas. Esta situação dificulta o estabelecimento de uma definição precisa, uma vez que muitos fatores estão envolvidos na composição e manifestação do vigor de sementes; talvez por essa razão, alguns cientistas têm tentado, ou seja, alcançado sucesso na tentativa de melhorar o conceito de vigor no sentido de uma definição, porque é mais fácil de entender principais efeitos vigor do que o definir. (MARCOS FILHO, 2015).

Para manter o poder germinativo e vigor das sementes de forma eficiente durante a entressafra, uma medida que pode ser adotada é o uso de tratamento de sementes pós-colheita. O tratamento de sementes é, provavelmente, a medida mais antiga, barata e, às vezes, a mais segura e a que propicia os melhores êxitos no controle das doenças de plantas.

O recobrimento de sementes é uma técnica usada há bastante tempo, principalmente em hortaliças, florestais e ornamentais. Consiste num mecanismo de aplicação de materiais adesivos e inertes, objetivando aumentar o tamanho da semente, bem como alterar sua forma e textura para facilitar a semeadura direta. Além disso, apresenta a vantagem de possibilitar a utilização conjunta de nutrientes, biocidas e micro-organismos benéficos (MAUDE, 1998).

Como uma alternativa para o recobrimento das sementes surgem os agrominerais (pó de rocha). Os pós de rocha apresentam como características a composição multielementar e a capacidade de solubilização lenta, que são apropriadas para a utilização em sistemas de produção alternativos e em condições altamente favoráveis à lixiviação de nutrientes, principalmente em solos tropicais degradados (VAN STRATEN, 2006). Além disso, trabalhos realizados por Bevilaqua et.al., (2012) e Silva e Ahrens (2011) demonstraram que sementes tratadas com agrominerais e armazenadas apresentaram maior porcentagem de emergência em relação as testemunhas, não tratadas. Dessa forma fornecem nutrientes para o desenvolvimento da semente e a camada de pó que a envolve poderá ser uma barreira protetora para as alterações de temperatura e umidade, ataque de microrganismos, reduzindo a velocidade de deterioração durante o armazenamento.

Devido ao pouco que se sabe sobre essa utilização desses produtos, o trabalho objetivou avaliar o efeito do recobrimento de sementes de feijão com distintos agrominerais sobre o desempenho fisiológico delas durante o período de

armazenamento, bem como o desempenho das plantas resultantes de sementes tratadas, incluindo o rendimento de grãos.

2.REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Tratamento de sementes

Utilizando métodos e tecnologias de produção como a de recobrimento e tratamento de sementes, há agregação de valor às sementes, sendo uma exigência do mercado, cada vez mais competitivo. Para isto são necessárias sementes com alta uniformidade de germinação/emergência (vigor) e que produzam plântulas com alto potencial de crescimento (BAUDET; PERES, 2004).

O tratamento de sementes é uma técnica que traz benefícios aos produtores, conferindo proteção às sementes e plântulas na fase inicial de estabelecimento e desenvolvimento, pois utiliza produtos como fungicidas, inseticidas, inoculantes, nematicidas, polímeros e micronutrientes. O tratamento de sementes é uma medida muito utilizada por produtores e também por empresas ligadas ao setor sementeiro. Além de controlar patógenos importantes transmitidos pela semente, é uma prática eficiente para assegurar populações adequadas de plantas, quando as condições edafoclimáticas durante a semeadura são desfavoráveis à germinação e à rápida emergência (Henning et. al. 2010).

É considerado como um dos métodos mais eficientes de uso de inseticidas (GASSEN, 1996). Entretanto, resultados de pesquisas têm evidenciado que alguns produtos, quando aplicados sozinhos ou em combinação com fungicidas, podem, em determinadas situações, ocasionar redução na germinação das sementes e na sobrevivência das plântulas, devido ao efeito da fitotoxicidade (PEREIRA, 1991; NASCIMENTO et al., 1996). Durante o armazenamento, as sementes podem sofrer ações de pragas primárias, sofrendo depreciação qualitativa e quantitativa, pois, apresenta redução de peso, potencial germinativo, vigor e, conseqüentemente, diminuição no valor comercial. A qualidade da semente é avaliada como padrão de excelência para certos atributos que determinam seu desempenho, tanto no armazenamento como na semeadura (DENARDIN, 2010).

No recobrimento de sementes utiliza-se basicamente um material de enchimento seco, de granulometria fina, e um cimentante que deve ser um adesivo não fitotóxico e solúvel em água.

Atualmente, vários materiais como amido, vermiculita, celulose, colas naturais, adesivos à base de polivinil álcool e acetato de polivinil têm sido utilizados para o recobrimento de sementes (SAMPAIO & SAMPAIO, 1997; SILVA, 1997; MAUDE, 1998) Inicialmente, essa técnica foi empregada pelos chineses para evitar que sementes de arroz flutuassem, mas o revestimento, como tecnologia de proteção, desenvolveu-se para melhorar a precisão de plantio, modificando o tamanho e o formato de sementes irregulares e, desta maneira, aumentar a plantabilidade das mesmas sem afetar o poder germinativo dessas (BACON & CLAYTON, 1986; MAUDE, 1998; SILVEIRA, 1998).

O recobrimento de sementes constitui-se em uma das técnicas de tratamento na pré-semeadura mais promissoras, pelo fato de dar proteção às sementes contra agentes exteriores, possibilitar o fornecimento de nutrientes, oxigênio, reguladores de crescimento, proteção fitossanitária, herbicidas e, sobretudo, por permitir uma semeadura de precisão em cultivos com plantio direto (SCOTT, 1989).

O recobrimento de sementes com materiais inertes pode trazer muitas vantagens para a agricultura, possibilitando a melhoria da semeadura de espécies com sementes muito pequenas ou irregulares, além da possibilidade de incorporar nutrientes, agrotóxicos e corantes às mesmas (CONCEIÇÃO, 2007).

Magalhães et al., (1994) constataram que a peletização em sementes de sorgo é uma técnica viável, pois ocorreu um aumento na qualidade e no vigor das sementes peletizadas, devido à possibilidade de aumentar o fornecimento de nutrientes para as raízes das plântulas.

Em estudo com sementes de feijão peletizadas com molibdênio, Berger et al., (1995) verificaram aumento significativo de produtividade em relação as sementes que não receberam o recobrimento.

Da mesma forma Funguetto et al., (2010), observaram que em sementes de arroz recobertas com o zinco, aumentou o número de grãos por panícula e

peso de grãos por planta em casa de vegetação e geraram plântulas com maior crescimento.

Em sementes de arroz tratadas com cobre e zinco Ohse et al., (2001) observaram eficiência do tratamento no vigor das sementes, onde o comprimento de plântula e comprimento de raiz foi superior nas sementes tratadas em relação à testemunha.

Sementes de soja tratadas com molibdênio apresentaram aumento no rendimento de grãos, em solo com ausência de calcário (RUBIN et al., 1995)

Tavares et. al. (2012), observaram em trabalho com tratamento de sementes em arroz que o calcário dolomítico e o silicato de alumínio, usados via recobrimento de sementes, geraram plantas com maior fitomassa seca aos 20 dias após a emergência, na cultivar IRGA 422 CL.

Trabalho realizado por Bevilaqua et al., (2012) indicou que o recobrimento de sementes com pó de rocha granodiorito em sementes de feijão, apresentou a capacidade de manter o vigor das sementes em níveis mais elevados do que sementes não submetidas ao tratamento, durante um período de doze meses de armazenamento.

2.2 Agrominerais e rochagem

Entre as diversas utilizações, os agrominerais apresentam-se como fontes de nutrientes para a recuperação de solos empobrecidos visando-se o fornecimento em longo prazo com inúmeras fontes diferenciadas quanto à composição mineral e granulométrica (SILVA, 2012).

Rochagem é definida como uma prática agrícola de incorporação de rochas ou minerais ao solo, sendo a calagem e a fosfatagem natural, casos particulares desta prática (KRONBERG et. al., 1976) e como um tipo de remineralização (LEONARDOS, 2000), na qual o pó de rocha é utilizado para rejuvenescer solos pobres ou lixiviados, na busca de equilíbrio da fertilidade, na conservação dos recursos naturais e na produtividade naturalmente sustentável.

As rochas agem como remineralizantes no solo, liberando gradualmente os nutrientes de seus minerais (THEODORO et al., 2010).

Os agrominerais são dissolvidos de forma lenta, gradual e complexa, que tem interferência de inúmeros fatores como: composição química e mineralógica da rocha, da granulometria do material, do tempo de reação, e de fatores do solo como o pH e a atividade biológica (OSTERROTH, 2003).

Von Fragstein et al., (1988) observaram que os basaltos apresentam taxas de liberação minerais mais rápidas quando comparadas as do granito. A granulometria da rocha tem grande influência, pois quanto maior a área superficial exposta ao ataque dos agentes químicos, físicos e biológicos do intemperismo, mais rápida é a alteração do material (OSTERROHT. 2003).

A utilização dos agrominerais como produto alternativo na fertilização de solos tem sido relatada há várias décadas, com o intuito de reduzir o custo de produção das culturas pelo uso de adubos minerais (MADELEY, 1999).

No Brasil os estudos sobre rochagem se iniciaram na década de 1950, por meio de Djalma Guimarães e Vladimir Ilchenko, seguidos pelo professor Othon Leonardos (UnB), considerado precursor da rochagem no país. As pesquisas se intensificaram entre as décadas de 1970 e 1980, buscando rochas para o fornecimento de potássio e outros minerais para as plantas e rotas alternativas para obtenção de fertilizantes (CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 2010).

Na década de 1990, por meio de uma parceria com a Embrapa Cerrados e a Universidade de Brasília, foram retomados os estudos sobre o uso de rochas como fontes alternativas de potássio.

Como prova da importância dada a essa linha de pesquisa e do interesse despertado em pesquisadores, em 2003 foi criada uma rede interinstitucional de pesquisa intitulada de Rede Agri-rocha (RESENDE et al., 2006). Um fato marcante, mostrando o fortalecimento das pesquisas sobre rochagem no país, foi a realização do primeiro Congresso Brasileiro de Rochagem em 2009 (PADUA, 2012).

Como a composição química e textural das rochas é bastante variada em espécies minerais, cada uma libera seus elementos em velocidades diferentes. Para que ocorra a liberação dos elementos que compõe as rochas elas devem ser submetidas a alterações físicas e químicas (LUCHESE et al., 2002).

O granodiorito é uma rocha ígnea de composição química semelhante ao granito, mas contendo mais plagioclásio do que feldspato alcalino ou ortoclásio. O basalto, pela sua composição química e abundância, é uma das rochas mais utilizadas em rochagem. As ocorrências de basalto, no Brasil, são numerosas, como no caso da Formação Serra Geral que vai do Sul até o centro leste do Brasil. Os resultados da análise química do basalto de Santa Catarina (amostra da Pedreira Ivo Kerber, Porto União, SC) revelaram a seguinte composição química: SiO₂ 53,62%; Al₂O₃ 13,47%; K₂O 1,17%; MgO 4,83%; CaO 9,00%; P₂O₅ 0,20%; S 139 mg.Kg⁻¹; TiO₂ 1,19%; Fe₂O₃ 11,20%; Cu 71 mg.Kg⁻¹; Zn 93 mg.Kg⁻¹. Este tipo de material é usado na forma de rocha moída com esterco de equinos, na adubação de mudas em viveiros, os quais implicam na necessidade de adubações frequentes, em razão da menor quantidade de substrato utilizado (FERNANDES et al., 2010).

Trabalho realizado por Eberhardt et al. (2014), utilizando um composto de fosfato natural e granodiorito gnáissico junto com a torta de tungue na cultura do feijão, verificou que os valores de massa seca e clorofila aumentaram com o aumento da dosagem do composto e que o uso do composto de rocha com torta de tungue se apresentou como uma alternativa para a adubação.

Grecco et al, (2013) avaliaram o efeito da rocha moída e torta de tungue sobre a concentração e acumulação de nutrientes na parte aérea de plantas de milho de que as doses crescentes do composto de rocha e torta de tungue demonstraram aumento no teor de nutrientes nas folhas, aproximando-se concentração encontrada no tratamento que utilizou a adubação convencional com NPK

Segundo (BUSS, 2012), os tratamentos à base de rochagem Migmatito e Granodiorito, apresentaram resultados satisfatórios quando comparados com a testemunha padrão (NPK concentrado solúvel), seguidos dos tratamentos Basalto Hidrotermalizado e Riólito.

Ribes et al. (2012) verificou que as rochas Migmatito e Granodiorito gnáissico proporcionaram as maiores concentrações de K nas folhas de plantas de milho, quando comparadas com adubação solúvel e outras fontes de adubação alternativas, podendo ser consideradas como fontes de K de liberação rápida

O recobrimento de sementes utilizando agrominerais é uma prática pioneira que ganha força com a inclusão dos agrominerais como uma categoria de insumos destinados a agricultura, conforme a Lei 12.890 de dezembro de 2013, (BRASIL, 2013).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em duas partes. A primeira que avaliou o efeito no armazenamento foi realizada no Laboratório de Análises de Sementes, na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel e na Embrapa Clima Temperado, Estação terras Baixas, ambos localizados no município do Capão do Leão, Rio Grande do Sul. A segunda parte do experimento que avaliou o rendimento de planta no campo foi realizada em dois locais: na Embrapa Clima Temperado, Estação Terras Baixas, no município de Capão do Leão e no município de Encruzilhada do Sul, também no Rio Grande do Sul

Foram utilizadas sementes de feijão da cultivar BRS-Expedito e para o recobrimento, os agrominerais (pós de rocha) basalto, granodiorito e fosfato natural, além de cola branca e água para atuar como adesivo.

Para preparo da solução adesiva foram usadas 6 (seis) partes de cola para 4 (quatro) partes de água, totalizando dez partes da mistura utilizando-se como base metodologia modificada de metodologia utilizada por Voss (2008).

Os tratamentos foram compostos pelas doses 0%,4%,8% e 12% do peso de pó em relação ao peso de sementes, numa relação massa.massa-1, onde foram utilizados o pó de basalto, granodiorito, fosfato natural e uma mistura de basalto e fosfato natural, em partes iguais. O granodiorito apresentava a composição de 70,29% de SiO₂, 13,24% de Al₂O₃, 4,23% de Fe₂O₃, 2,87% de Na₂O, 0,49% de TiO₂, 0,002% de Cr₂O₃, 2,42% de CaO, 4,33% de K₂O, 0,99% de MgO, 0,15% de P₂O₅, 0,07% de MnO, 8,4 ppm de Cu e 51 ppm de Zn. O basalto apresentava a composição de 65,91% de SiO₂, 12,53% de Al₂O₃, 6,94% de Fe₂O₃, 1,04% de TiO₂, 0,006% de Cr₂O₃,

10,79% de CaO, 0,51% de K₂O, 6,7% de MgO, 0,12% de P₂O₅, 0,19% de MnO, 181 ppm de Cu e 92 ppm de Zn.

Os agrominerais foram adequados quanto à granulometria, sendo peneirados em peneira de 0,105mm, utilizando-se apenas as partículas que ultrapassaram a malha da peneira. As quantidades de pó de rocha foram pesadas em balança de precisão nas devidas proporções em relação às quantidades de sementes e colocadas em bandejas plásticas.

O adesivo foi distribuído uniformemente sobre a superfície das sementes, utilizando 1,5 ml da solução para cada 100g de sementes. Foram colocadas 200g de sementes e respectivas quantidades de adesivo dentro de sacos plásticos e agitado manualmente até a perfeita homogeneização. Após, as sementes envolvidas pelo adesivo foram colocadas nas bandejas, contendo a quantidade adequada de pó e agitadas levemente de modo que fossem recobertas uniformemente.

Depois de recobertas, as sementes foram acondicionadas em sacos de papel. Para analisar o efeito do pó sobre o armazenamento das sementes, os sacos de papel foram armazenados em temperatura e umidade ambiente, para posterior análises em períodos de 0, 2,4 e 6 meses de armazenamento. Para a determinação do efeito do recobrimento das sementes sobre o desempenho em campo utilizou-se somente sementes logo após o tratamento.

Para avaliar o efeito dos agrominerais sobre a qualidade das sementes e das plantas produzidas, os tratamentos foram realizados dois dias antes da semeadura.

3.1 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e após realizou-se regressão polinomial, quando houve significância estatística para o fator dose dos pós de rocha dentro de cada época de avaliação, quando avaliou-se a qualidade das sementes. Para a determinação do efeito do recobrimento das sementes sobre o desempenho em campo realizou-se regressão polinomial de doses para cada agromineral. As análises foram realizadas em nível de 5% de probabilidade, utilizando o Sistema de Análise Estatística Winstat versão 1.0 (MACHADO e CONCEIÇÃO, 2003).

3.2- Testes utilizados para avaliar os efeitos dos tratamentos durante o período de armazenamento

3.2.1 -Teste de Germinação

O teste de germinação foi realizado utilizando quatro repetições com 50 sementes por repetição, em rolos de papel para germinação, umedecidos previamente com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel. Os rolos foram colocados no germinador com temperatura de 25°C. A primeira e segunda contagem foram realizadas aos cinco e nove dias, respectivamente, de acordo com as Regras para Análise de Semente (BRASIL, 2009), sendo os resultados apresentados como percentagem de plântulas normais.

3.2.2- Envelhecimento acelerado

Seguindo a metodologia descrita por Marcos Filho, (1999), para o teste foram utilizadas quatro repetições, distribuída em uma camada simples de sementes sobre telas de alumínio, suspensas no interior de caixas plásticas do tipo gerbox adaptadas, funcionando como compartimentos individuais (minicâmaras), onde foram adicionados 40 ml de água e as caixas gerbox levadas para uma BOD com temperatura de 42°C permanecendo por 72hs. Após este período o material foi posto para germinar como descrito para o teste de germinação e a leitura realizada aos cinco dias.

3.2.3- Comprimento de raiz (C.R) e comprimento de parte aérea (C.P.A) de plântulas.

O teste foi realizado conforme descrito por Nakagawa, (1999), com quatro repetições de 20 sementes cada, em rolos de papel preparados do mesmo modo que o teste de germinação. Os rolos foram levados para germinador com temperatura de 25° C. A avaliação foi realizada aos cinco dias através de medição das plântulas, com auxílio de régua graduada, medindo raiz e parte aérea.

3.2.4 Índice de velocidade de emergência (IVE) e emergência em campo (E.C).

As sementes foram semeadas em areia, em casa de vegetação, na Embrapa Clima Temperado. Cada repetição foi composta de quatro linhas de 50 sementes de cada tratamento para determinação do índice de velocidade de emergência (IVE) e percentagem de emergência final de plântulas. Para a determinação do IVE foram realizadas contagens diárias das plântulas emergidas e calculado conforme Maguire (1962). O número total de plântulas emergidas aos 25 dias, quando a contagem estabilizou, foi considerado como emergência em campo.

3.3 Parâmetros utilizados para avaliar efeitos dos tratamentos sobre desempenho das plantas em campo

O experimento no campo foi realizado com o delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. As parcelas foram compostas de quatro linhas de dois metros de comprimento. Foram conduzidos em dois locais, na Embrapa Clima Temperado, município do Capão do Leão e no município de Encruzilhada do Sul.

Para a determinação do efeito do recobrimento das sementes sobre o desempenho em campo das plantas por elas formadas foram avaliados: a altura de planta, número de vagem por planta, número de grão por vagem e rendimento de grãos³ por área.

As avaliações de altura de planta, vagem por planta e grãos por vagem foram realizadas com 10 plantas colhida ao acaso em cada parcela. Para determinação do rendimento de grão por área foram colhidas as duas linhas centrais de cada parcela, desconsiderando as linhas laterais e 0,5 m das extremidades, compondo assim a área útil. Os valores foram transformados para kg há⁻¹ e corrigidos para 13% de umidade.

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento I - Efeito do recobrimento de semente com agrominerais sobre a qualidade de sementes, durante o armazenamento:

O tratamento das sementes com basalto proporcionou resultados positivos nas três primeiras épocas de avaliação, para o teste de germinação (Figura 1). Na primeira época, quando as sementes foram avaliadas logo após serem tratadas o resultado foi de um acréscimo na porcentagem de germinação com o aumento das doses de pó de basalto até doses em torno de 8%, apresentando queda com doses mais altas. Para as épocas seguintes de avaliação, aos 60 dias e 120 dias após o tratamento o resultado foi significativo, onde as doses do basalto aumentaram a porcentagem de germinação, para doses entre 4% a 8%. Com o aumento das doses para 12% houve queda na germinação, mas ainda superior a testemunha, demonstrando que o tratamento com basalto não afetou negativamente a germinação até a dose de 12%. A última época de avaliação não apresentou diferença significativa

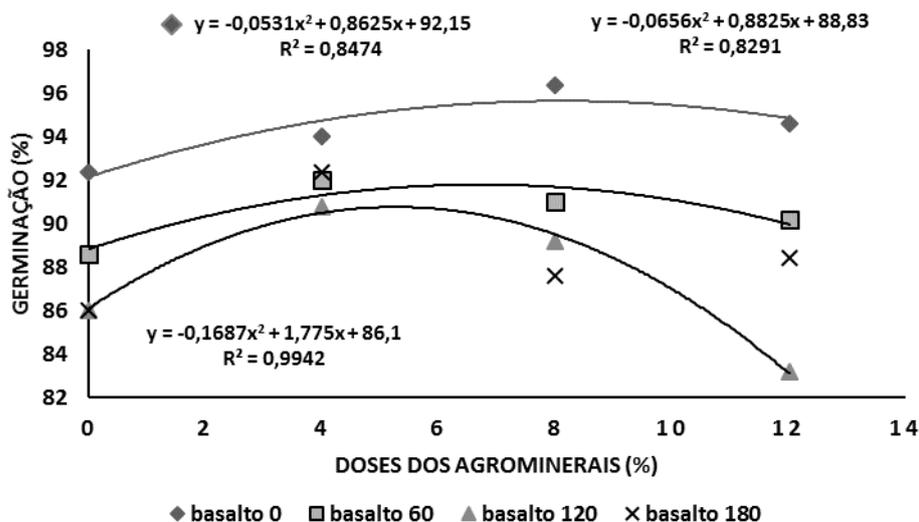


Figura 1- Germinação de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de basalto nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento.

Quando as sementes foram tratadas com granodiorito, as avaliações de germinação durante o armazenamento não apresentaram diferença significativa em função das doses dos agrominerais, em nenhuma das épocas avaliadas (Figura 2). Este fato é especialmente importante pois demonstra que embora o recobrimento com granodiorito não tenha afetado positivamente o desempenho das sementes também não mostrou efeito negativo, além de demonstrar que há interação entre o tipo do agromineral e a cultura analisada.

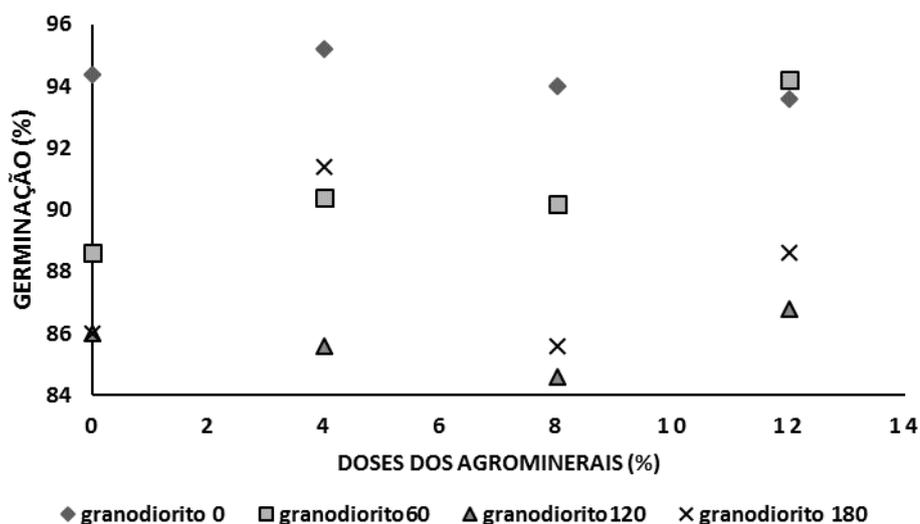


Figura 2- Germinação de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de granodiorito nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento.

A avaliação de germinação nas sementes tratadas com fosfato natural (Figura 3), demonstrou que na primeira época de avaliação não houve efeito

significativo da variação das doses. Nas três épocas seguintes o resultado foi semelhante entre elas, com acréscimo na germinação até doses em torno de 8%, com pequena queda em dose mais alta. Bevilaqua et al (2012) confirmam os resultados aqui alcançados, pois ocorre um aumento na diferença entre sementes recobertas e não recobertas, em prol das primeiras, a medida em que aumenta o período de armazenamento das sementes. Tal fato está relacionado a redução do teor de água das sementes que melhoram a armazenabilidade.

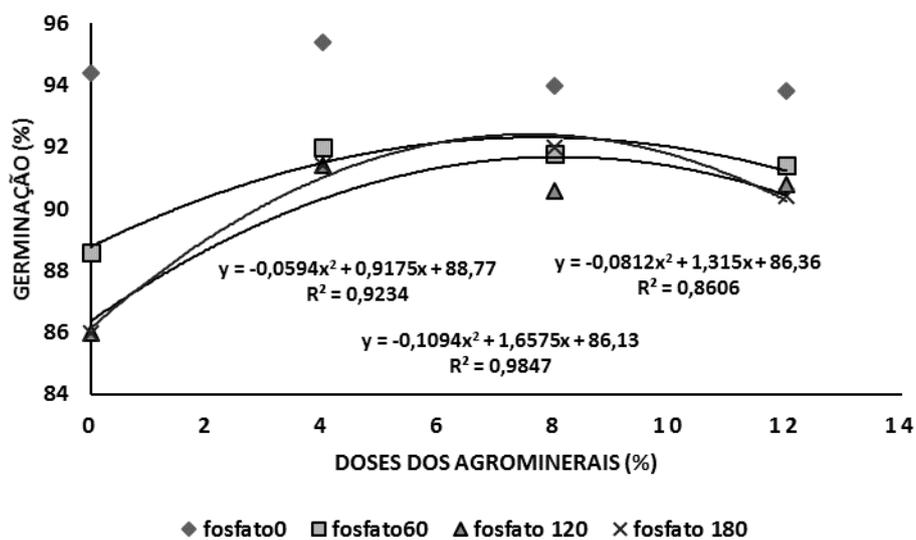


Figura 3- Germinação de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de fosfato natural nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento

Comportamento semelhante foi observado no teste de germinação das sementes tratadas com a mistura de basalto e fosfato natural (Figura 4)

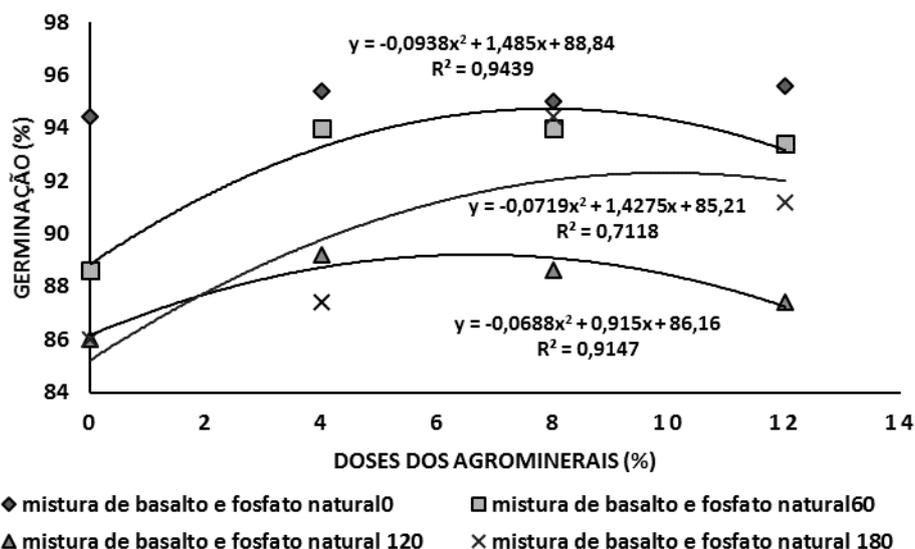


Figura 4- Germinação de sementes de feijão recobertas com diferentes doses da mistura de basalto e fosfato natural nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento

O comportamento apresentado pelas sementes recobertas com os quatro diferentes tratamentos demonstra que os agrominerais basalto, fosfato natural e a mistura de basalto e fosfato natural, principalmente nas doses de 4% e 8%, conseguiram manter a germinação das sementes, durante o período de armazenamento, com valores próximos aos apresentados por sementes que não passaram pelo período de armazenamento, diferente do que ocorreu com as sementes não recobertas, que durante o armazenamento apresentaram maior redução na porcentagem de germinação. Fato semelhante foi apresentado por sementes de trigo tratadas com zinco e armazenadas por seis meses, em trabalho desenvolvido por Tunes et al., (2012), onde a viabilidade das sementes não foi afetada pelo tratamento durante o tempo de armazenamento. Também foi observado em trabalho realizado por Ribeiro (1993), em que sementes de milho foram tratadas com zinco e armazenadas por oito meses sem prejuízo a germinação, que se manteve superior a 85%.

Na avaliação de envelhecimento acelerado para o uso do agromineral basalto, a primeira época de avaliação demonstrou que nas doses nas doses de 8 e 12% o recobrimento interferiu negativamente sobre as sementes, porém na dose de 4% houve uma pequena melhora no despenho (Figura 5). Diferente da avaliação inicial, as épocas seguintes evidenciaram que o tratamento com o agromineral basalto favoreceu no vigor das sementes recobertas, principalmente aos 60 dias de armazenamento onde os acréscimos na dose até em torno de 8% proporcionaram os maiores acréscimos no vigor. Na última

época de avaliação, ocorreu crescimento linear a medida que se aumentou a dose no recobrimento. Embora tenha ocorrido uma queda no vigor das sementes ao longo do período de armazenamento o recobrimento favoreceu para que fosse menos acentuada nas sementes tratadas.

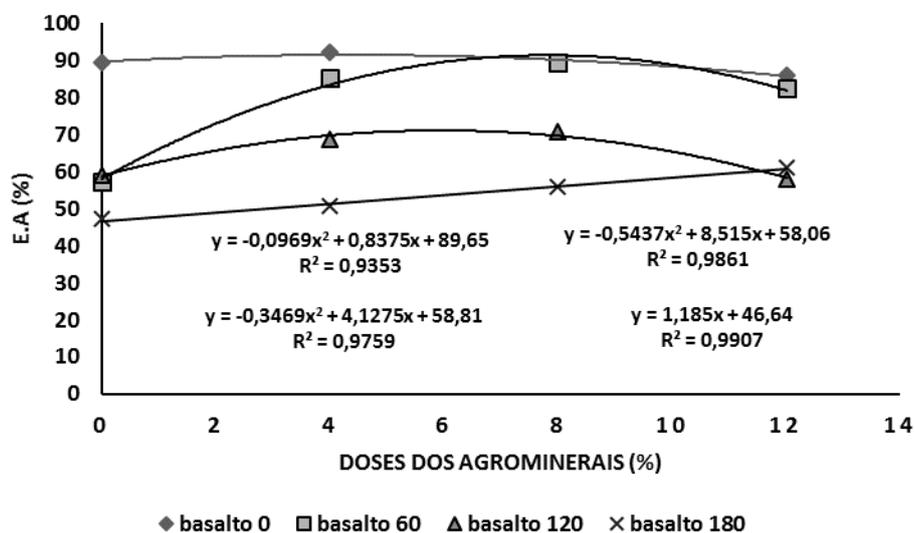


Figura 5- Envelhecimento acelerado (E.A.) em sementes de feijão recobertas com diferentes doses de basalto nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento.

O agromineral granodiorito apresentou comportamento distinto nas diferentes épocas de armazenamento (Figura 6). Nas sementes que não sofreram armazenamento não ocorreram diferenças estatísticas entre as doses do produto. Nas épocas de armazenamento seguintes o recobrimento se mostrou eficiente para manutenção do vigor até o período de 120 dias. Para o período de 180 dias o recobrimento foi prejudicial, demonstrando redução no vigor com o aumento da dose do produto. Fato semelhante ocorreu com Franzin et. al. (2004) quando sementes peletizadas de alface apresentaram resultados inferiores nos testes de envelhecimento acelerado quando comparadas com os mesmos lotes sem peletização.

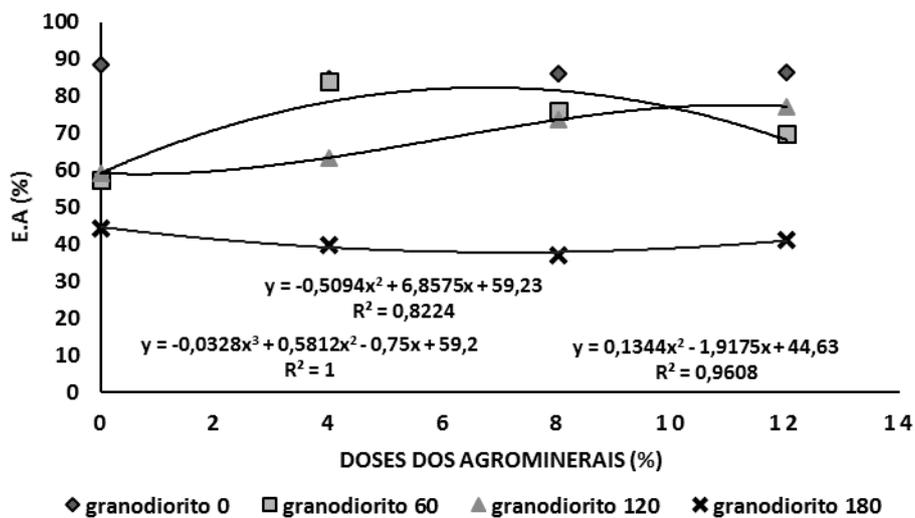


Figura 6- Envelhecimento acelerado (E.A.) em sementes de feijão recobertas com diferentes doses de granodiorito nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento.

Quando as sementes foram recobertas com fosfato natural, a avaliação logo após o tratamento indicou que o agromineral foi prejudicial às sementes, mas ao longo do período de armazenamento o tratamento atenuou a queda do vigor comparadas às sementes não tratadas, atingindo níveis de vigor próximos aos observados em sementes que não sofreram armazenamento (Figura7). Esse comportamento foi de certa forma semelhante ao apresentado no recobrimento com basalto e de igual forma se apresentou quando o tratamento foi realizado com a mistura de fosfato natural e basalto (Figura 8), embora os tratamentos com a presença de fosfato natural tenham apresentado uma resposta mais intensa, devido ao acréscimo na dose do produto. Trabalho realizado por Bevilaqua et al., (2012), onde sementes de feijão foram recobertas com agromineral, apresentaram comportamento semelhante ao longo do período de armazenamento, onde embora o vigor tenha reduzido, a queda foi menos acentuada nas sementes recobertas.

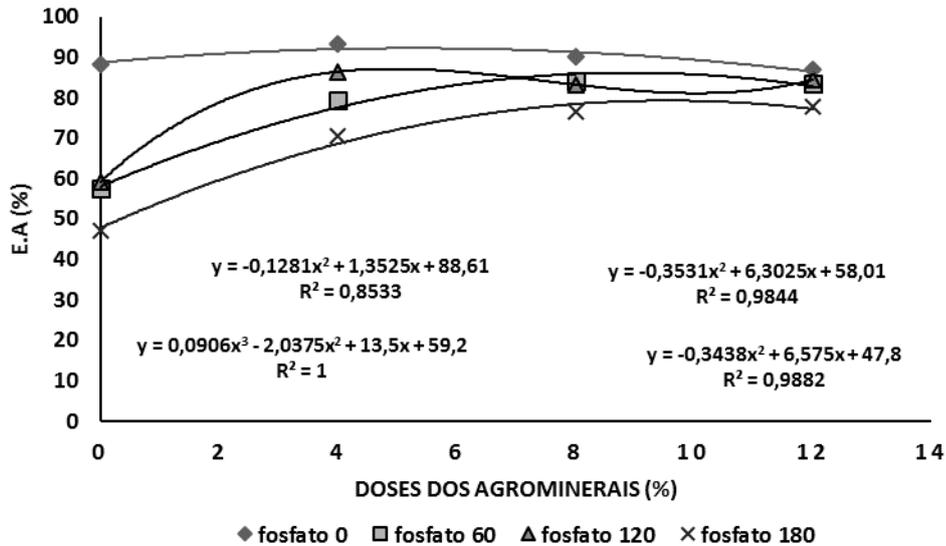


Figura 7- Envelhecimento acelerado (E.A.) em sementes de feijão recobertas com diferentes doses de fosfato natural nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento.

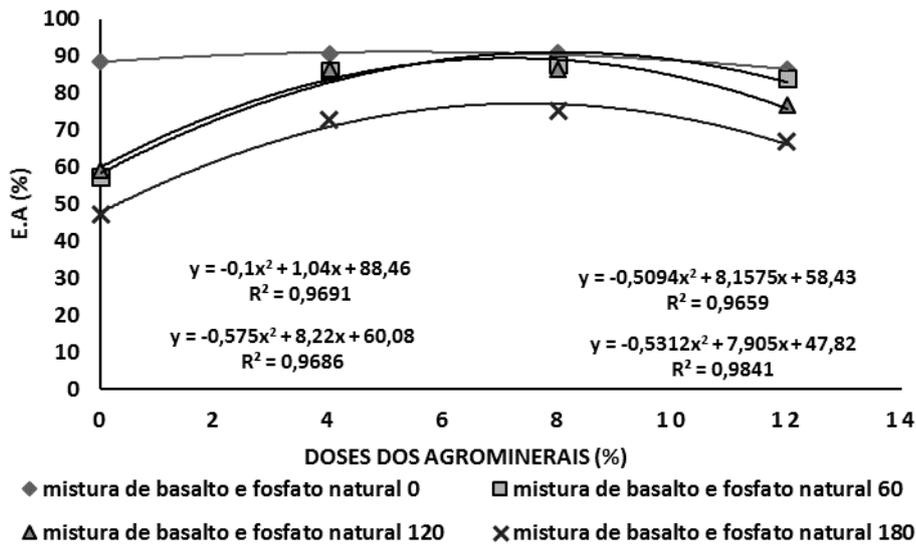


Figura 8- Envelhecimento acelerado (E.A.) em sementes de feijão recobertas com diferentes doses da mistura de basalto e fosfato natural nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento.

Ao avaliar o efeito do recobrimento das sementes com pó de basalto sobre o comprimento de raiz, o tratamento mostrou-se benéfico, especialmente nas duas últimas épocas de armazenamento. Ocorreu uma resposta positiva no comprimento de raiz conforme a dose do agromineral foi aumentando (Figura 9). Comportamento semelhante foi observado por Eberhardt (2015), onde o recobrimento com basalto proporcionou aumento linear no comprimento de raiz em plântulas de arroz, conforme aumentou a dose do agromineral.

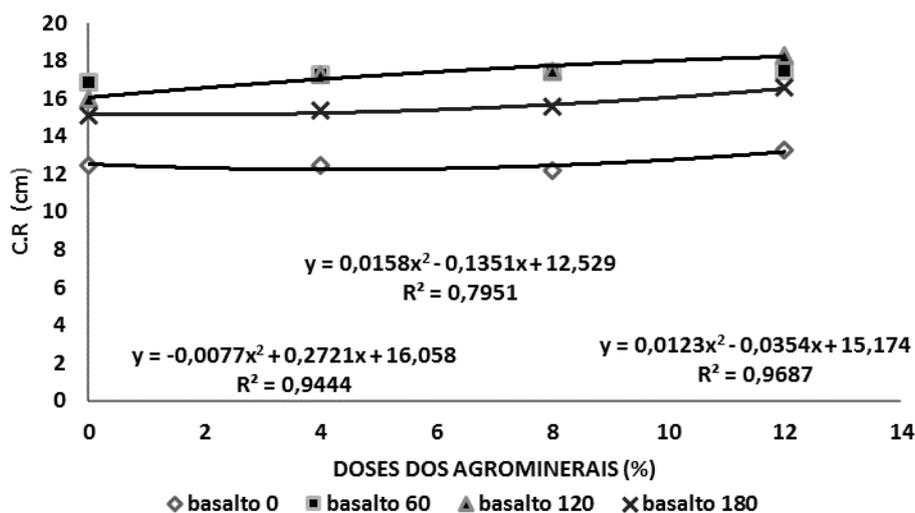


Figura 9- Comprimento de raiz (C.R.) em plântulas originadas de sementes feijão recobertas com diferentes doses de basalto nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento.

O recobrimento com granodiorito (Figura 10) foi positivo para o crescimento de raiz nas doses intermediárias, entre 4% e 8%, que apresentaram melhores resultados. A dose mais alta, embora tenha sido a melhor na segunda época de avaliação, teve uma queda no comprimento de raiz nas demais épocas. Essa diferença em relação ao basalto na dose de maior valor pode ser devido à diferença na composição química, em que o granodiorito apresenta maior porcentagem de silício (Si) e cálcio (Ca). O cálcio é um nutriente constituinte da parede celular e altera sua resistência à extensão (TAIZ e ZEIGER, 2006) o que explicaria a restrição no crescimento a partir da dose mais alta. O Si, assim como o Ca, também pode afetar diretamente o desenvolvimento vegetal. Como a maior parte do Si na raiz é constituinte da parede celular e a lignificação e suberização são aumentadas com a presença de Si, uma provável explicação para o menor crescimento, em altas doses, seria a ocorrência de alterações nas características mecânicas que afetam a expansão celular (FLECK et al., 2010).

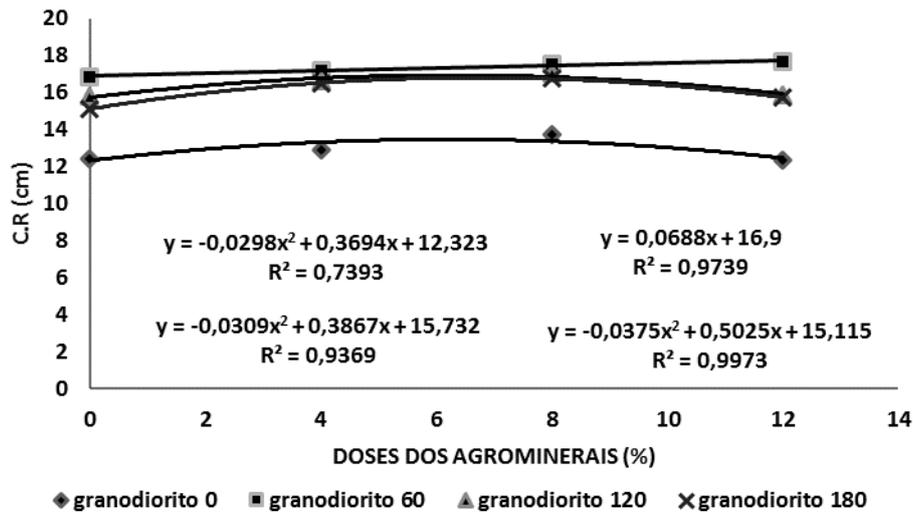


Figura 10- Comprimento de raiz (C.R.) em plântulas originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de granodiorito nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento

No recobrimento das sementes com fosfato natural (Figura 11), o agromineral favoreceu o crescimento de raiz em todas as épocas de avaliação. Da mesma forma que o basalto favoreceu, a mistura dos dois agrominerais (Figura 12) também proporcionou maior crescimento de raiz em plântulas de sementes tratadas. Segundo Drew et al. (1978), o fósforo promove rápida formação e crescimento do sistema radicular, resultando em maior desenvolvimento do mesmo. Lopes (2001) também constatou que o recobrimento de sementes com fósforo o coloca disponível para o sistema radicular ainda reduzido das plântulas em início de desenvolvimento, o que resulta em formação mais rápida e maior desenvolvimento do sistema radicular.

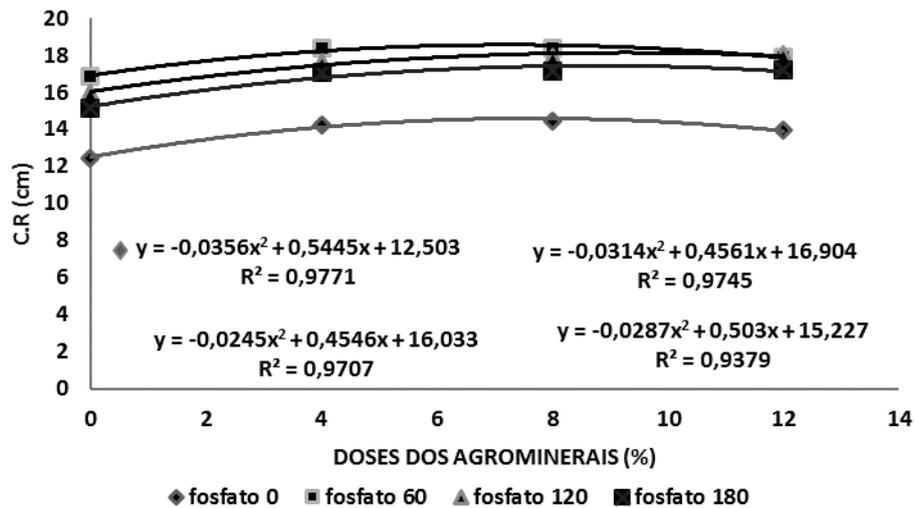


Figura 11- Comprimento de raiz (C.R.) em plântulas originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de fosfato natural nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento

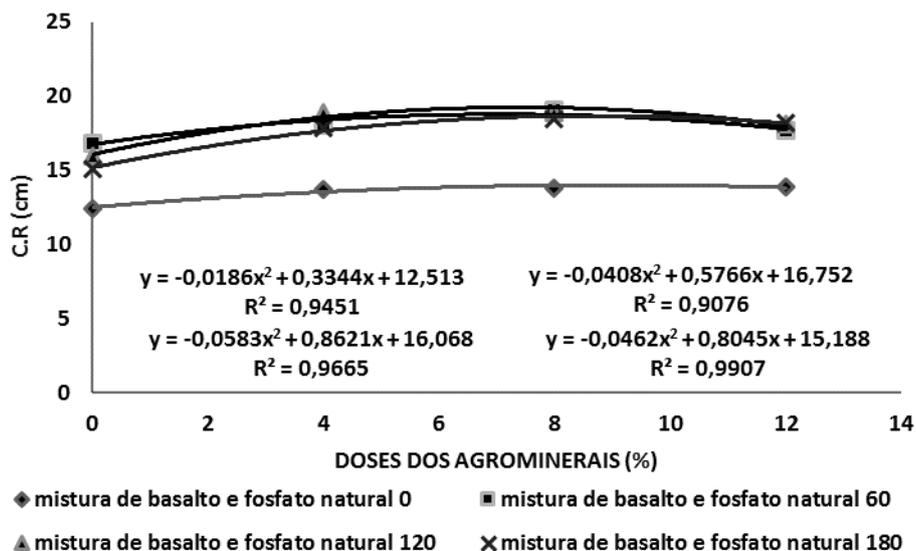


Figura 12- Comprimento de raiz (C.R.) em plântulas originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses da mistura de basalto e fosfato natural nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento

Para o comprimento de parte aérea (C.P.A) o tratamento de sementes com basalto (Figura13) apresentou efeito positivo, se enquadrando em um modelo linear aos 120 dias de armazenamento e quadrático para os demais períodos. De forma análoga ao que aconteceu com o comprimento de raiz das plântulas, o comprimento da parte aérea aumentou com o recobrimento de sementes. A diferença entre as avaliações inicial e aos 60 dias de armazenamento foi de 100% em favor das sementes tratadas. Fato que se repetiu com praticamente todas os tratamentos

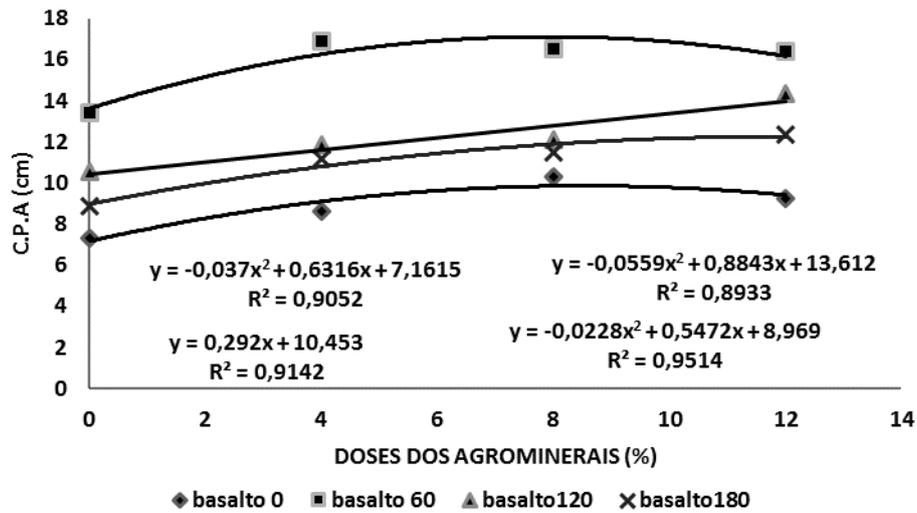


Figura 13- Comprimento de parte aérea (C.P.A.) em plântulas originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de basalto nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento

O recobrimento da semente com granodiorito (Figura 14) apresentou efeito positivo sobre o comprimento de parte aérea. Nas sementes sem armazenamento ajustou-se um modelo quadrático com melhores resultados, nas doses em torno de 8% do agromineral. Aos sessenta dias de armazenamento ajustou-se um modelo linear positivo e nas épocas de armazenamento seguintes os resultados voltaram a apresentar um modelo quadrático, com as doses intermediárias apresentado os melhores resultados com uma queda mais acentuada no comprimento de parte aérea em doses mais alta.

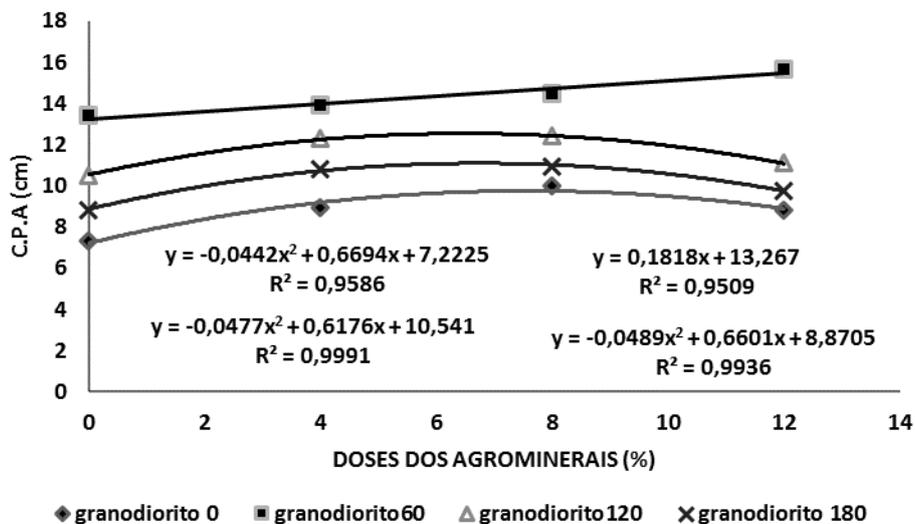


Figura 14- Comprimento de parte aérea (C.P.A.) em plântulas originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de granodiorito nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento

O recobrimento das sementes com o fosfato natural apresentou comportamento linear positivo nas sementes sem armazenamento e comportamento quadrático nas demais épocas para o comprimento de parte aérea (Figura 15), mantendo um alto valor de comprimento de parte aérea mesmo nas doses mais elevadas do tratamento.

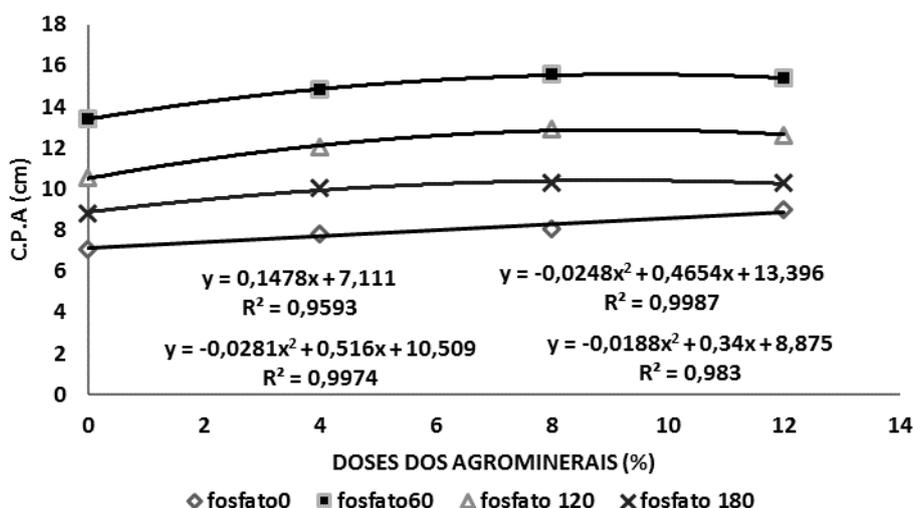


Figura 15- Comprimento de parte aérea (C.P.A) em plântulas originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de fosfato natural nos tempos períodos (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento

Do mesmo modo que o basalto e o fosfato natural, a mistura desses dois agrominerais também proporcionou efeito benéfico sobre o crescimento de parte aérea (Figura 16), até as doses mais elevadas utilizadas.

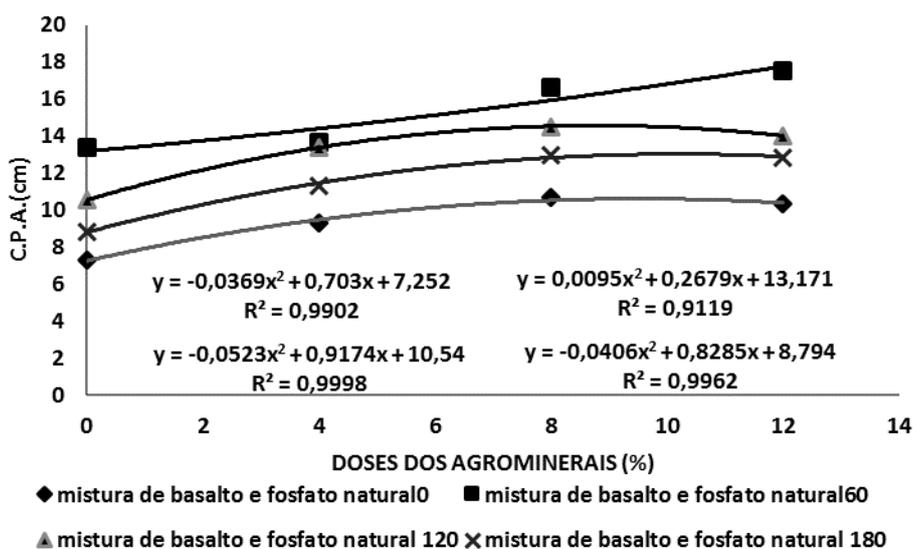


Figura 16- Comprimento de parte aérea (C.P.A) e, plântulas originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses da mistura de basalto e fosfato natural nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento

Resultados positivos no comprimento de parte aérea em plântulas provenientes de sementes tratadas foram observadas por Rufino, (2010) em sementes de soja com aplicação de cálcio, magnésio e silício. Do mesmo modo Oliveira et al., (2014) verificou acréscimo no comprimento de parte aérea quando as sementes foram tratadas com silício. O comprimento de plântula é um importante parâmetro fisiológico, pois quanto maior a área foliar, maior será a área para captação de luz para realização do processo fotossintético, bem como raízes maiores resultarão em maior área para exploração e captação de nutrientes e água (TAIZ & ZEIGER, 2006).

Quando foi avaliado a emergência em campo o recobrimento das sementes com basalto (Figura 17) não apresentou diferença significativa, entre as doses do agromineral, nas três épocas de armazenamento das sementes. Apenas nas sementes sem armazenamento observou-se aumento na porcentagem de plântulas emergidas, com o aumento das doses

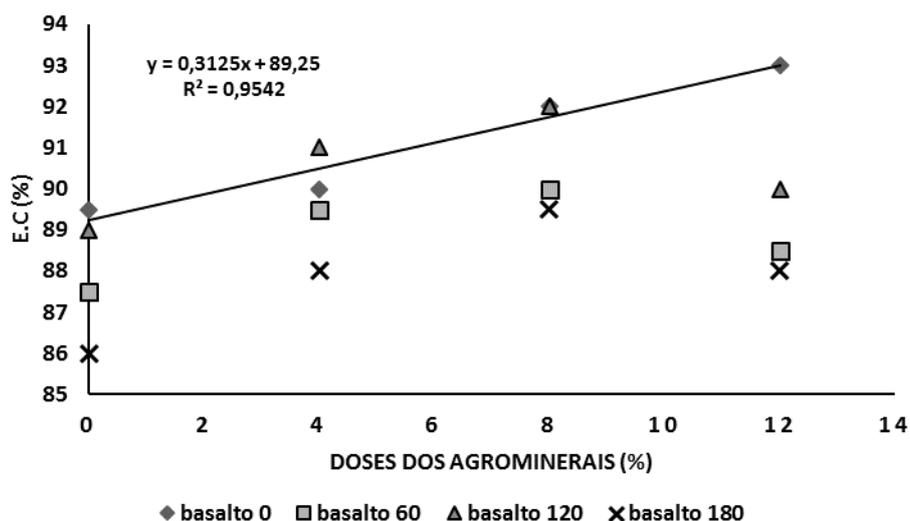


Figura 17- Emergência em campo (E.C.) de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de basalto nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento

Assim como o basalto, o granodiorito (Figura 18) apresentou resultado significativo aos 120 dias de armazenamento. Nesse caso os melhores resultados foram apresentados nas doses intermediárias do tratamento. Dessa forma, os resultados indicam ausência de efeito do recobrimento com os agrominerais sobre a emergência em campo, com exceção do basalto nas sementes não armazenadas. Nesse sentido, Oliveira et al., (2014) não encontraram efeito sobre a emergência em campo, do tratamento com silício em sementes de soja. Também Souza (2008) não encontrou efeito sobre a

emergência em campo, quando avaliou a aplicação de nutrientes em sementes de soja.

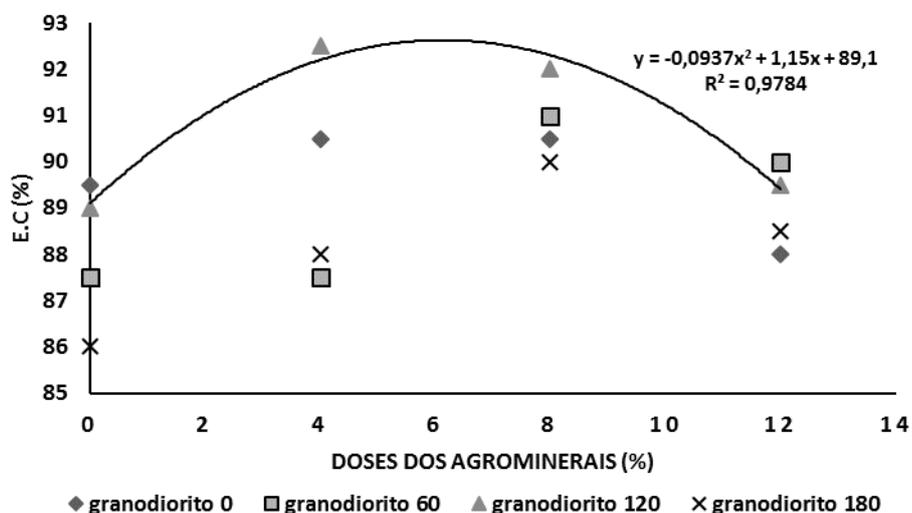


Figura 18- Emergência em campo (E.C.) de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de granodiorito nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento

Para o recobrimento das sementes com o fosfato natural (Figura 19) a maioria das épocas de avaliação apresentaram um comportamento quadrático, com as melhores respostas para a emergência em campo ocorrendo nas doses intermediárias. Assim, constatou-se que o recobrimento das sementes com fosfato natural, proporcionou melhoria na emergência em campo, principalmente em doses em torno de 4% a 8%, tendo inclusive recuperado a emergência em campo do armazenamento por 180 dias, para níveis semelhantes aos observados para sementes sem recobrimento, que não foram armazenadas.

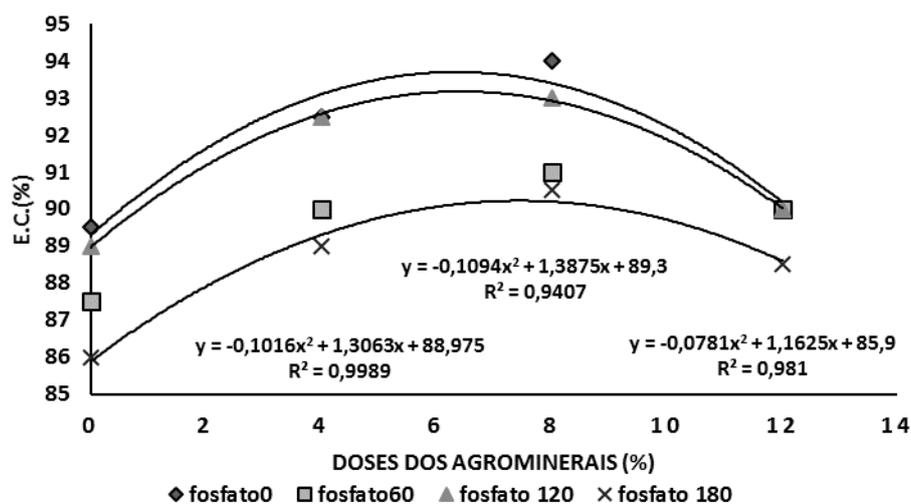


Figura 19- Emergência em campo (E.C.) de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de fosfato natural nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento

Quando as sementes foram recobertas com a mistura do basalto e fosfato natural a emergência em campo (Figura 20) não apresentou diferença significativa com a variação nas doses utilizadas nas três primeiras épocas de avaliação. Esse comportamento aparentemente ocorreu devido a presença do basalto na mistura, o que poderia ter prejudicado o efeito benéfico da presença do fosfato natural.

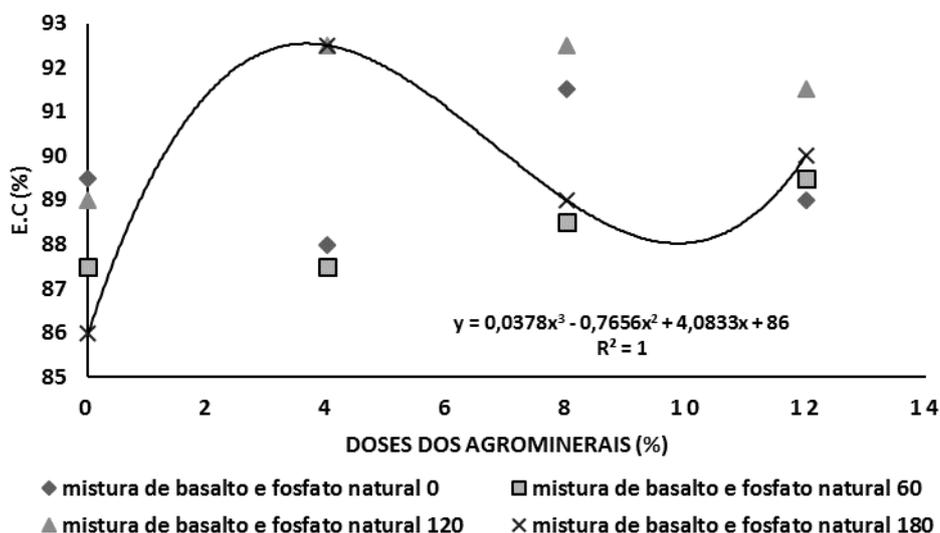


Figura 20- Emergência em campo (E.C.) de sementes de feijão recobertas com diferentes doses da mistura de basalto e fosfato natural nos períodos zero (00, 60, 120 e 180 dias de armazenamento)

De modo geral o recobrimento de semente com basalto apresentou resultados positivos para o índice de velocidade de emergência (IVE) (Figura 21), nas doses intermediárias, principalmente para doses em torno de 8%. As

doses mais altas dos tratamentos de recobrimento apresentaram resultados diversos durante os distintos períodos de armazenamento.

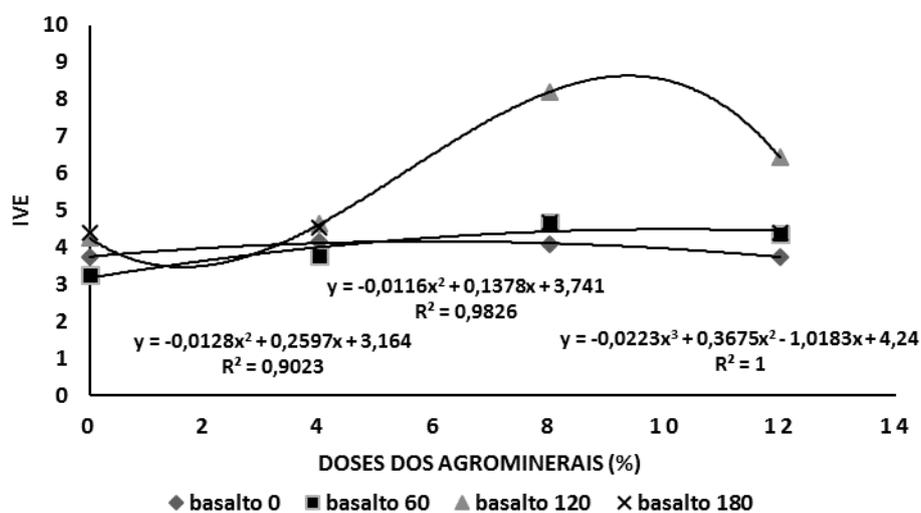


Figura 21- Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de basalto nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento

No tratamento com granodiorito, assim como na emergência em campo, o IVE mostrou diferença significativa apenas para uma época de avaliação (Figura 22). Porém pode-se levar em consideração o fato de que em nenhuma época de armazenamento os tratamentos foram prejudiciais às sementes tratadas.

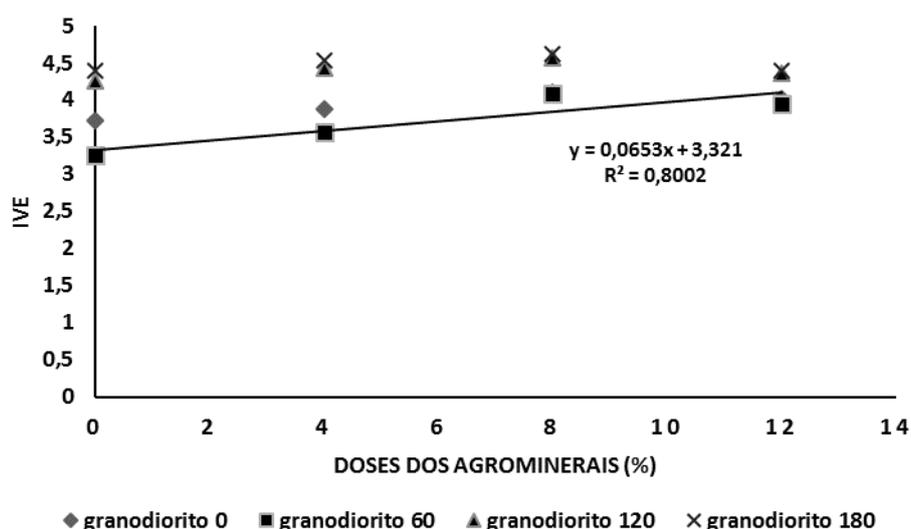


Figura 22- Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de granodiorito nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento

O fosfato natural, semelhante a outras avaliações realizadas, proporcionou os melhores resultados para o IVE com as doses intermediárias do tratamento (Figura 23).

Quando foi avaliado o recobrimento de semente com a mistura de basalto e fosfato natural (Figura 24) para o IVE, constatou-se que, de forma geral, apresentou benefício em relação ao tratamento sem recobrimento, tendo apresentado acréscimos lineares sem armazenamento e aos 120 dias de armazenamento, e um comportamento quadrático aos 60 dias de armazenamento, com maiores valores nas doses intermediárias. Esse comportamento foi semelhante ao ocorrido quando esses agrominerais foram avaliados isoladamente.

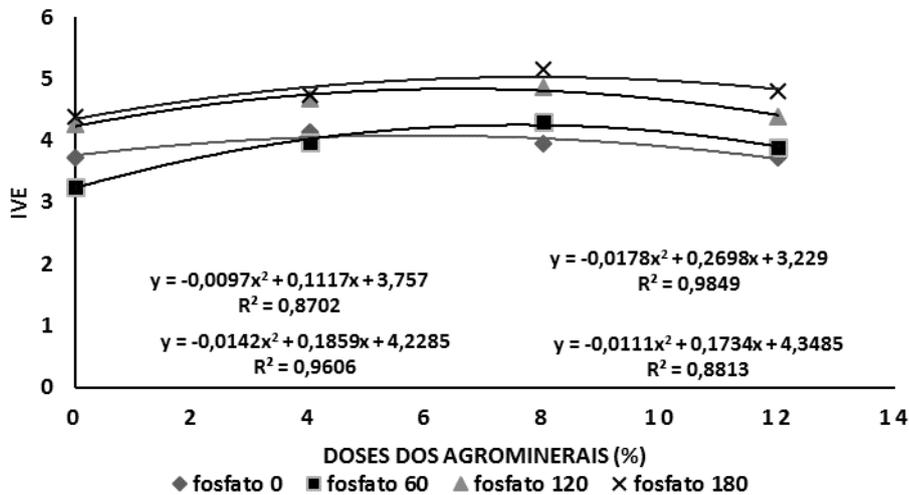


Figura 23- Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de fosfato natural nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento

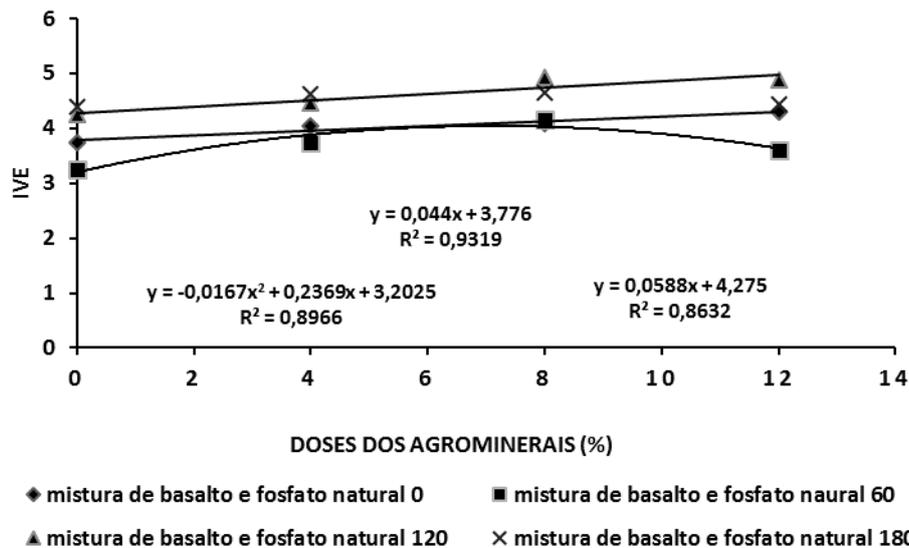


Figura 24- Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de feijão recobertas com diferentes doses da mistura de basalto e fosfato natural nos períodos zero (0), 60, 120 e 180 dias de armazenamento

Considerando a maioria das avaliações realizadas com os distintos agrominerais em diferentes doses, e nos diferentes períodos de armazenamento, constata-se que o recobrimento das sementes proporcionou desempenho superior para sementes tratadas. Os melhores resultados foram proporcionados pelo fosfato natural e pela mistura de fosfato natural com basalto, embora os demais agrominerais também tenham apresentado resultados positivos, com pior desempenho observado para o granodiorito. Os tratamentos com o agrominerais proporcionaram recuperação da qualidade das sementes armazenadas para níveis muitas vezes próximos dos níveis iniciais das sementes sem armazenamento. Por outro lado, constatou-se também que o recobrimento com os agrominerais não prejudicou a qualidade das sementes durante o período de armazenamento, mesmo nas doses mais elevadas.

Resultados semelhantes foram observados por outros autores com diferentes espécies. Magalhães et al, (1994), estudaram o efeito da peletização em sementes de sorgo com quatro diferentes revestimentos, observando diferenças significativas entre os resultados, sendo que de maneira geral a peletização aumentou a qualidade e o vigor das sementes de sorgo.

O revestimento de sementes de milho super doce com diferentes materiais foi estudado por Mendonça et al, (2007) onde verificaram que o revestimento das sementes não prejudicou a emergência em campo após quatro meses de armazenamento.

4.2 Experimento II – Efeito do recobrimento de sementes com agrominerais sobre o desempenho das plantas

No município de Pelotas o recobrimento de sementes com basalto e granodiorito não afetaram a altura de plantas (Figura 25), enquanto o fosfato natural apresentou comportamento linear positivo conforme a dose do agromineral aumentou, atingindo uma diferença em torno de 30 centímetros entre a dose mais alta e a ausência do tratamento. A mistura de basalto e fosfato natural proporcionou maiores alturas de planta em doses próximas de 4%, com queda nos valores com o aumento das doses. Dentre os quatro agrominerais testados, o fosfato natural apresentou os maiores acréscimos para a altura de plantas

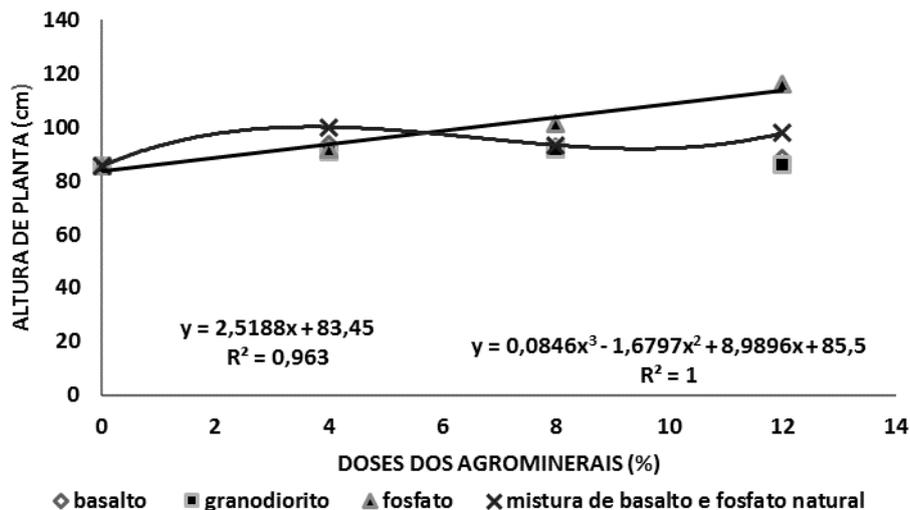


Figura 25- Altura de plantas de feijão originadas de sementes recobertas com diferentes doses de basalto, granodiorito, fosfato natural e mistura de basalto e fosfato natural, no município de Pelotas

Para o número de vagens por planta apenas o fosfato natural apresentou efeito da variação na dose utilizada (Figura 26), com efeito positivo para o acréscimo na dose, atingindo um valor em torno de cinco vagens por planta para a dose mais elevada, em relação a ausência do tratamento, correspondendo a acréscimo em torno de 32%. Os demais agrominerais não apresentaram variação no número de vagens por planta em função da variação na dose dos produtos.

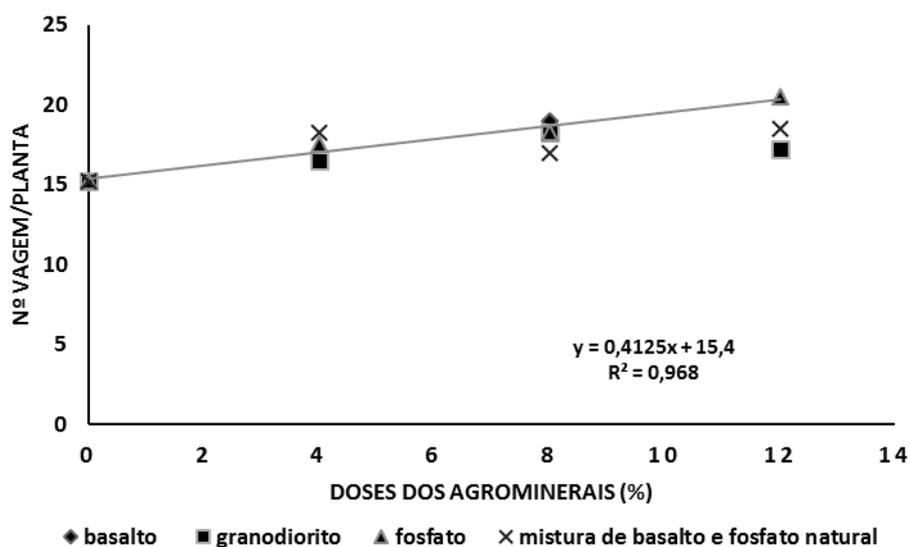


Figura 26- Número de vagens por planta originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de basalto, granodiorito, fosfato natural e mistura de basalto e fosfato natural, no município de Pelotas

O número de grãos por vagem também apresentou acréscimo linear para o recobrimento das sementes com o fosfato natural, tendo apresentado acréscimo em torno de 1,5 grãos por vagem na dose mais elevada (Figura 27). As variações nas doses dos demais agrominerais não afetaram o número de grãos por vagem das plantas de feijão.

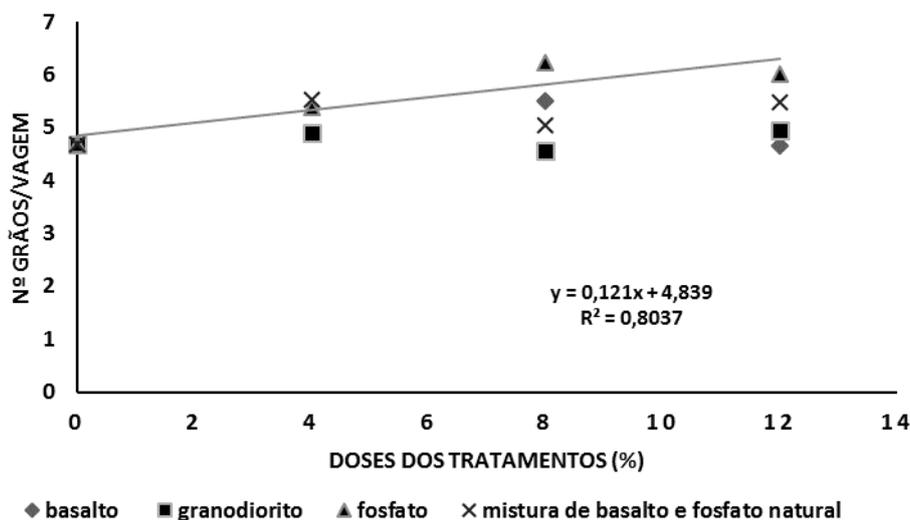


Figura 27- Número de grãos por vagens em plantas originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de basalto, granodiorito, fosfato natural e mistura de basalto e fosfato natural, no município de Pelotas

Para o resultado de rendimento de grãos o basalto apresentou acréscimo em torno de 45% na dose de 8% do agromineral, O fosfato natural apresentou os maiores acréscimos com o aumento da dose, com diferença de 2247 kg há⁻¹ para a dose mais elevada, representado um acréscimo de mais de 100% em relação a ausência do produto, sendo o tratamento mais eficiente. O granodiorito e a mistura de fosfato natural e basalto não favoreceram o rendimento de grãos do feijão. Os resultados constatados para o fosfato natural em todos os parâmetros analisados corroboram com resultados obtidos por Trigo et al. (1997) em sementes de soja onde o incremento de fósforo na semente favoreceu o potencial de rendimento da planta subsequente. Também foram observados por Peske (2008), resultados similares com sementes de soja recobertas com fósforo.

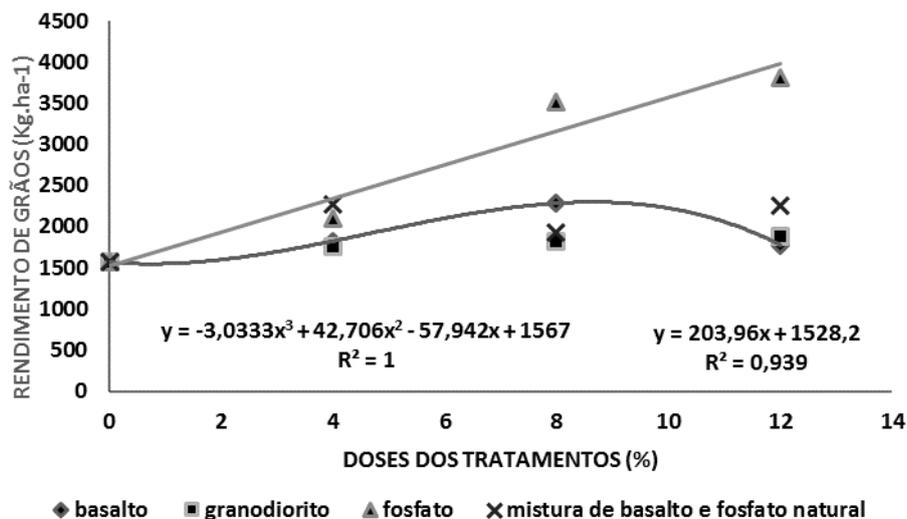


Figura 28- Rendimento de grãos em plantas originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de basalto, granodiorito, fosfato natural e mistura de basalto e granodiorito, no município de Pelotas

No município de Encruzilhada do Sul todos os tratamentos apresentaram acréscimo na altura das plantas conforme aumentaram as doses dos agrominerais (Figura 29) exceto para o granodiorito que apresentou queda para esse parâmetro nas doses mais alta. Também nesse município constata-se que o fosfato natural apresentou superioridade para a altura de plantas em relação aos demais agrominerais, a partir de doses em torno de 4%, não ocorrendo diferenças entre os demais produtos.

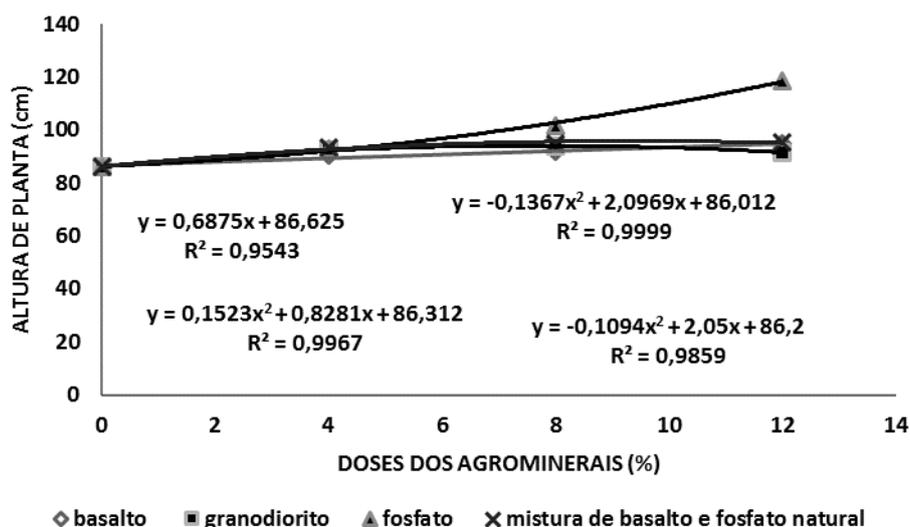


Figura 29- Altura de plantas de feijão originadas de sementes recobertas com diferentes doses de basalto, granodiorito fosfato natural e mistura de basalto e fosfato natural, no município de Encruzilhada do Sul

Para o número de vagens por planta apenas o basalto não apresentou diferenças significativas entre as doses aplicadas (Figura 30). Os demais agrominerais apresentaram um comportamento linear crescente para o aumento das doses. O fosfato natural teve o melhor resultado com aumento em torno de 34% no número de vagem por planta na dose mais alta. A mistura de basalto com fosfato natural e o granodiorito apresentaram aumentos em torno de 19% e 18%, respectivamente, com o acréscimo até a dose mais elevada

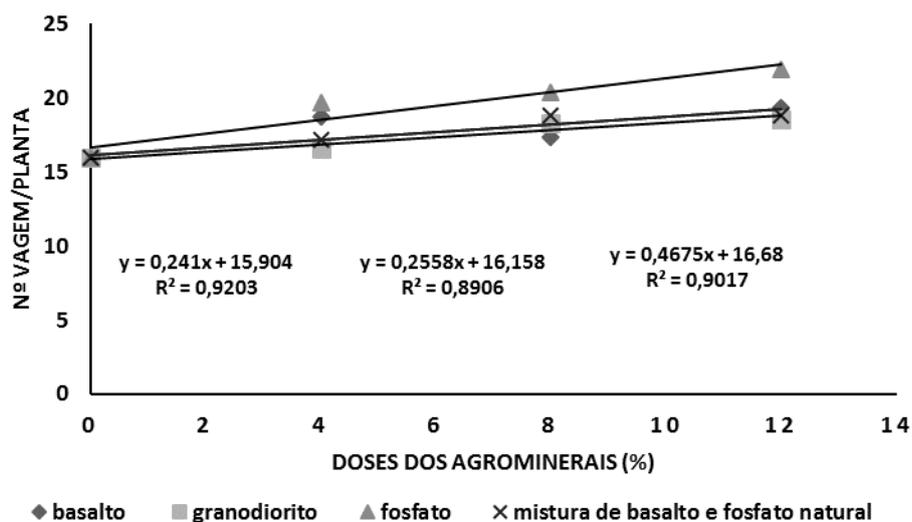


Figura 30- Número de vagens por plantas originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses basalto, granodiorito, fosfato natural e mistura de basalto e fosfato natural, no município de Encruzilhada do Sul

O número de grãos por vagem não foi afetado pelos tratamentos com basalto e granodiorito. O tratamento com fosfato natural e a mistura do fosfato natural com basalto apresentaram comportamento linear crescente conforme aumentou a dose dos agrominerais (Figura 31). O recobrimento das sementes com fosfato natural puro proporcionou os maiores acréscimos no número de grãos por vagem, com valores em torno de 20,8%, enquanto que a mistura de fosfato natural com basalto proporcionou acréscimo em torno de 13% para a dose mais elevada.

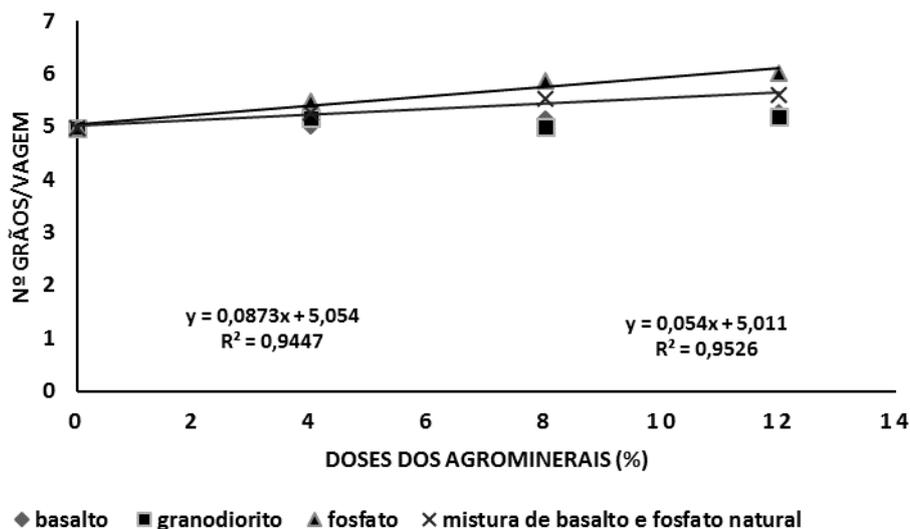


Figura 31- Número de vagens por planta originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de basalto, granodiorito, fosfato natural e mistura de basalto e fosfato natural, no município de Encruzilhada do Sul

Para o rendimento de grãos (Figura 32) apenas o recobrimento com basalto não proporcionou diferenças no comportamento. Os tratamentos com os demais agrominerais apresentaram um comportamento linear crescente com o aumento das doses. O tratamento com fosfato natural proporcionou maior rendimento de grãos com acréscimo de 1681 kg ha⁻¹ na maior dose, representando acréscimo de 49,5% em relação a ausência de tratamento. A mistura de basalto com fosfato natural e granodiorito proporcionaram acréscimo de 1017 kg ha⁻¹ e 593 kg ha⁻¹, respectivamente, equivalente a acréscimos aproximados de 31% e 18%.

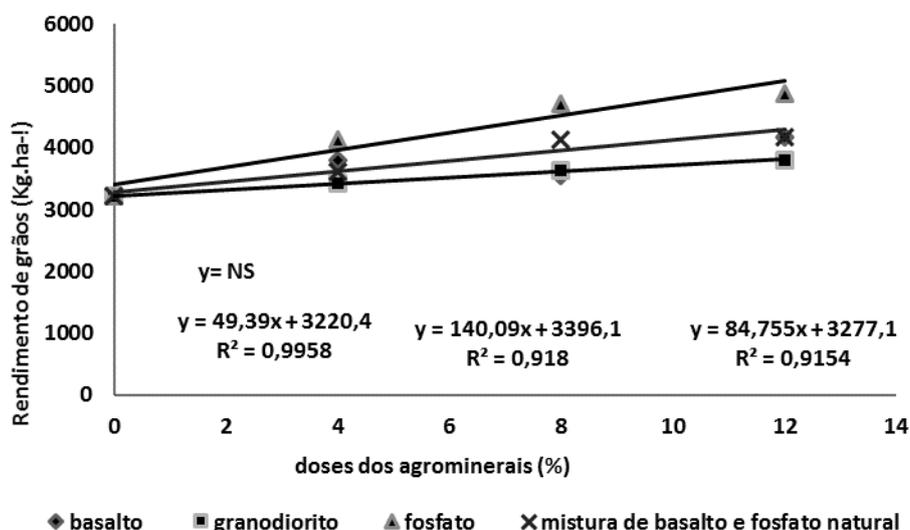


Figura 32- Rendimento de grãos em plantas originadas de sementes de feijão recobertas com diferentes doses de basalto, granodiorito, fosfato natural e mistura de basalto e fosfato natural, no município de Encruzilhada do Sul

O recobrimento de sementes com fosfato natural apresentou o melhor comportamento para o rendimento de grãos quando comparado aos demais agrominerais, tanto em Pelotas como em Encruzilhada do Sul. O recobrimento das sementes com esse produto proporcionou, respectivamente aos locais, acréscimos de mais de 100% e em torno de 50% no rendimento de grãos para a dose mais elevada. Em segunda posição encontra-se o basalto, que proporcionou acréscimos de rendimento de grãos em torno de 45% para a dose de 8%, em Pelotas

O recobrimento das sementes com a mistura de basalto e fosfato natural proporcionou acréscimos de rendimento de grãos em torno de 31% no município de Encruzilhada do Sul, assim como o recobrimento com granodiorito proporcionou acréscimos em torno de 18%, mas não afetou o rendimento de grãos do feijoeiro no município de Pelotas.

Essa resposta ao recobrimento de sementes com fosfatos tem sido relatada na literatura, tendo Peske (2008) e Trigo et al., (1997) constatando acréscimos na produtividade de plantas de soja, em função do recobrimento das sementes com fósforo. Os demais agrominerais testados também apresentam elevado potencial de utilização em função de apresentarem consideráveis acréscimos no rendimento de grãos, embora tenham apresentado comportamento distinto em função do local de cultivo.

5.CONCLUSÕES

O recobrimento das sementes com fosfato natural e com a mistura de fosfato natural com basalto, proporcionam os maiores acréscimos na qualidade de sementes durante o armazenamento e no desempenho de plantas em campo, incluindo o rendimento de grãos;

O recobrimento das sementes com os agrominerais elevam o desempenho fisiológico das sementes armazenadas, para níveis semelhantes aos das sementes sem armazenamento;

O recobrimento das sementes com fosfato natural proporciona acréscimos de rendimento de grãos até 100%, a mistura de fosfato natural com basalto até em torno de 31%, enquanto que o basalto e o granodiorito proporcionam acréscimos de até 45 e 18%, respectivamente, no rendimento de grãos;

O recobrimento de sementes de feijão com os agrominerais não prejudica a qualidade das sementes ao longo do período de armazenamento, nem o desempenho das plantas resultantes;

Embora apresentem resultados inferiores aos outros agrominerais, o basalto e o granodiorito são uma alternativa para o recobrimento de sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, I. F. SILVEIRA, N. T.; SOUZA, E. B.; BEVILAQUA, G. A. P.; Efeitos da lei de proteção de cultivares sobre o desenvolvimento de cultivares de feijão.

In: XI Congresso Nacional de Feijão - CONAFE, 2008, XI Congresso Nacional de Feijão - CONAFE - Ciência e tecnologia na cadeia produtiva do Feijão, Campinas, 2008. **Anais** v. 85. p. 292-295

BACON, J.R.; CLAYTON, P.B. Protection for seeds: a new film coating technique. **Span**, Near Derby, v.29, p.54-56, 1986.

BAUDET, L.L.; PERES, W. Recobrimento de sementes. **Seed News**, Pelotas, v.8, n.1, p.20-23, 2004.

BERGER, P.G.; VIEIRA, C.; ARAÚJO, G.A.A. & CASSINI, S.T.A. Peletização de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) com carbonato de cálcio, rizóbio e molibdênio. **R. Ceres**, 42:562-574, 1995

BEVILAQUA, G. A. P.; EBERHARDT, P. E. R.; JOB, R. B.; PINHEIRO, R. A.. Recobrimento de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) Com pó-de-rocha granodiorito gnáissico. In: **Workshop Insumos para Agricultura Sustentável, 2012**, Pelotas.

BRASIL. **Lei nº 12.890, de 10 de dezembro de 2013**. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2013/lei-12890-10-dezembro-2013-777603-publicaca-origina-142208-pl.html>>. Acesso em: 04 Janeiro. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análises de sementes** / Ministério da Agricultura e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa / ACS, 2009. 399p.

BUSS, R. R.; RIBES, R. P.; GRECCO, M. F.; BAMBERG, A. L.; Fornecimento de potássio por rochas moídas para a cultura do milho em experimento de casa

de vegetação - no prelo. In: XXI Congresso de Iniciação Científica da UFPel, 2012, Pelotas. **Anais do XXI Congresso de Iniciação Científica**, 2012.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA**. V. 3 - SAFRA 2015/16- N. 4,2016

CONCEIÇÃO, Patricia. Marlucci. da. **Recobrimento de sementes com ácidos húmicos e bactérias diazotróficas endofíticas**. 2007. 110f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2007.

CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM (1.: 2010: Brasília, DF) **Anais...**
/
I Congresso Brasileiro de Rochagem; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. 322 p.

DENARDIN, N.D. Fixação biológica de nitrogênio em interação com produtos fitossanitários, químicos e biológicos, por leguminosas. In: WORKSOP BRASILEIRO SOBRE CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES. 3., **Informativo ABRATES**, v.20, n.3, p.87, 2010.

DREW, M.C.; SACKER, L.R. Nutrient supply and the growth of the seminal root system in barley. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v 29, p 435-451, 1978.

EBERHARDT, P. E. R.; ALVES, C. X.; RADKE, A. K.; DÖRR, C. S.; BEVILAQUA, G. A. P.; SCHUCH, L. O. B.; Curva de resposta à adubação com mistura de pós de rocha na cultura do feijão. **Congrega Urcamp**. 12ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa. Bagé, 2014

EBERHARDT, Paulo. Eduardo. Rocha., **Recobrimento de Sementes de Arroz com Agrominerais** 2015. 65p. Dissertação (Mestrado Programa de Pós-

Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

FERNANDES, A.L.T.; SANTINATO, R.; DRUMOND, L.C.D.; OLIVEIRA, C.B. Avaliação do uso de fertilizantes organominerais e químicos na fertirrigação do cafeeiro irrigado por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 2, p. 159-66, 2010.

FLECK, A.T.; NYE, T.; REPENNING, C.; STAHL, F.; ZAHN, M. & SCHENK, M.K. Silicon enhances suberization and lignification in roots of rice (*Oryza sativa*). **Journal of Experimental Botany**. 2010. Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3060683>. acesso: 30 de dezembro de 2016.

FRANZIN, S. M.; MENEZES, N. L.; ROVERSI, T.; GARCIA, D. C. Avaliação do vigor de sementes de alface nuas e peletizadas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 26, p. 114-118, 2004.

FUNGUETTO, C. I.; PINTO, J. F.; BAUDET, L.; PESKE, S. T.; Desempenho de sementes de arroz irrigado recobertas com zinco. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, 2010, v.32, n.2, p. 117-123.

GASSEN, D.N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 134p.

GRECCO, M.F., BAMBERG, L.A., POTES, M. L., LOUZADA, R., SILVEIRA, C. A. P., MARTINAZZO, R., BERGMANN M., Efeito de rochas moídas e torta de tungue sobre a concentração e acumulação de nutrientes na parte aérea de plantas de milho (*zea mays*), **II Congresso Brasileiro de Rochagem** - Poços de Caldas, 2013

HENNING, A. A.; NETO, F. B. J.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LORINI, I. **Importância do tratamento de sementes de soja com fungicidas na safra 2010/2011, ano de “La Niña”**. Londrina: Embrapa Soja – 2010.

KRONBERG, B. I.; LEONARDOS, O. H.; FYFE, W. S. MATTOSO, S. Q.; SANTOS, A. M.; 1976. Alguns dados geoquímicos sobre solos do Brasil: Uso potencial do pó de pedreira como fonte de nutrientes críticos em solos altamente lixiviados – com atenção de geoquímica de alguns solos da Amazônia. **Congresso brasileiro de geologia**, 19. Anais... Ouro Preto: SBG, v. 1, p. 147-149.

LEONARDOS, O. H.; THEODORO, S. C. H. & ASSAD, M. L. Remineralization for sustainable agriculture: a tropical perspective from a Brazilian viewpoint. Nutrient Cycling in agroecosystems – **Formerly Fertilizer Research**, Filipinas, n. 56. 2000

LOPES, A.S. **Boletim Técnico de Pesquisa de Soja**. Rondonópolis, MT: Fundação MT, 2001,144p.

LUCHESE, E.B.; FAVERO, L.O.B.; LENZI, E.. **Fundamentos da química do solo, teoria e pratica**. 2ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 182p. 2002

MACHADO, A. A.; CONCEIÇÃO, A. R. Sistema de análise estatística para Windows. **Winstat. Versão 1.0**. UFPel, 2003.

MADELEY, P.H.C. **Soil Remineralisation**. 1999. 48f. Dissertação. – Mancheste Metropolitan University, Manchester.1999.

MAGALHÃES, P. C.; FERREIRA, D. M. N.; VASCONCELOS, C. A.; AZEVEDO, J. T.; BORBA, C. S. Efeito da peletização na germinação e desenvolvimento de cultivares de sorgo. **Revista Brasileira de Sementes**, vol.16, n.1, p. 20-25, 1994.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p.176-77, 1962.

MAPA – **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/feijao>, Acesso em: 15/12/2015.

MARCOS FILHO, J. (1999) – teste de envelhecimento acelerado. In: KRYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. ABRATES, Londrina, cap. 3, p 1-24.

MARCOS FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**. (Piracicaba, Braz.), Piracicaba, v. 72, n. 4, p. 363-374, Agosto. 2015

MAUDE, R. Progressos recentes no tratamento de sementes: SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 15., 1996, Gramado. **Memória**. Passo Fundo: Comissão Estadual de Sementes e Mudas do Rio Grande do Sul, 1998. p. 99-106.

MENDONÇA, E. A. F.; CARVALHO, N. M.; RAMOS, N. P.; Revestimento de sementes de milho superdoce, **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 29, nº 2, p.68-79, 2007.

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

NASCIMENTO, W.M.O.; OLIVEIRA, B.J.; FAGIOLI, M.; SADER, R. Fitotoxicidade do inseticida carbofuran 350 FMC na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.18, n.2, p.242-245, 1996.

OHSE, S.; MARODIM, V.; SANTOS, O.S.; LOPES, S.J.; MANFRON, P.A. Germinação e vigor de sementes de arroz irrigado tratadas com zinco, boro e cobre. **Revista Faculdade Zootecnia Veterinária e Agronomia**, v.7, n.1, p.73-79, 2001

OLIVEIRA, O.; LEMES, E.S.; MENDONÇA, A.O.; RITTER, R.; MENEGHELLO, G.E.; Efeitos da aplicação de silício via sementes na produtividade e na qualidade de sementes de soja, **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19; p. 2014

OSTERROHT, M. V. Rochagem para quê? **Agroecologia Hoje**, Botucatu, v.20, p.12-/15, 2003.

PÁDUA, Eduane José; **Rochagem como adubação complementar para culturas oleaginosas**. 2012. 91 f. Dissertação (Mestrado em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

PARDUCCI, S.; SANTOS, O. S.; CAMARGO, R. P. **Micronutrientes Biocrop**. Campinas: Microquímica, 1989. 101 p.

PEREIRA, O. A. P. Tratamento de sementes de milho no Brasil. In: **MENTEN, J. O.M. ed. Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 1991. cap. 4/21, p. 71-280.

PESKE, Fabrício Becker; **Desempenho de sementes de soja recobertas com fósforo**. 2008. 39p. Dissertação (Mestrado Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade federal de Pelotas, Pelotas. 2008

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. AGIPLAN, Brasília, 289p. 1985.

RUFINO, Cassio Araujo; **Aplicação de cálcio, magnésio e silício nas sementes de soja**. 2010. 56p. Dissertação (Mestrado Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

RIBEIRO. Nerinéia Dafollo; **Germinação e vigor de sementes de milho tratadas com fontes de zinco e boro**. Santa Maria, UFSM, 1993, 83 p.

Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria 1993.

RIBES, R. P.; BUSS, R. R.; LAZARI, R.; POTES, M. L.; BAMBERG, A. L. Efeito de rochas moídas sobre a concentração de macronutrientes na parte aérea de plantas de milho. In: **Workshop de Insumos para agricultura Sustentável**, 2012, Pelotas. Insumos para agricultura Sustentável, 2012.

RUBIN, S.A.L. et al. Tratamento de sementes de soja com micronutrientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.25, n.1, p.39-42, 1995.

SAMPAIO, N. V.; SAMPAIO, T. G. Sementes: com as cores da eficiência. **A Granja do Ano**, Porto Alegre, n. 12, p. 16-18, 1997/1998.

SILVA, Douglas.; Ramos.; Guelfi. **Caracterização e avaliação agrônômica de rochas silicáticas com potencial de uso como fontes alternativas de nutrientes e corretivos da acidez do solo**. 2012. 173f. Tese (Doutorado em Agronomia) Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília 2012.

SILVA, D. F. G.; AHRENS, D. C. Tratamento de sementes de milho com pós de rocha e produtos químicos no controle de pragas de armazenamento. Ponta Grossa: **IAPAR**, p. 7, 2011

SILVEIRA, S. Recobertura como medida para proteção da semente. **SeedNews**, Pelotas, n. 5, p. 34-35, 1998.

SCOTT, J. M.; Seed coatings and treatments and their effects on plant establishment. **Advances in Agronomy**, v42, p. 43 – 83, 1989

SOUZA, J. R. PINTO.; TAKAHASHI, L. S. A.; YOSHIDA, A. E.; GUIRAUD, C.; ROCHA, J. N. Tempo de armazenamento e temperatura na porcentagem e velocidade de germinação das sementes de camomila. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.4, p.982-986, 2007

SOUZA, Sandra Aparecida; **Efeitos da aplicação de nutrientes na produtividade e qualidade de sementes de soja**. 2008. 52p. Tese (Doutorado) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas. Botucatu, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

TAVARES, L. C.; RUFINO, C. A.; DÖRR C. S.; BARROS A. C. S. A.; PESKE, S. T. Performance of lowland rice seeds coated with dolomitic limestone and aluminum silicate. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 2. p. 10, 2012

TRIGO, L. F. N.; PESKE, S. T.; GASTAL, M. F. C.; VAHL, L. C. TRIGO, M. F. O.; Efeito do conteúdo de fósforo na semente de soja sobre o rendimento da planta resultante. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, n. 1, p.111-115, 1997.

TUNES, L. M., PEDROSO, D.C., TAVARES, L. C., BARBIERI, A. P., BARROS, A. C. S. A., MUNIZ, M. F.B., Tratamento de sementes de trigo com zinco: armazenabilidade, componentes do rendimento e teor do elemento nas sementes **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.7, p.1141-1146, 2012

VAN STRAATEN, P. Farming with rocks and minerals: challenges and opportunities. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.78, n.4, p.731-747. Retirado de Espaço & Geografia, v.9, n.2, p.179-193, 2006.

VON FRAGSTEIN, P.; PERTL, W. VOGTMANN, H. Verwitterungsverhalten silikatischer Gesteinsmehle unter Laborbedingungen. **Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde**, v. 151, p. 141-146, 1988.

VOSS, M.; BENVENÚ, R. de C. **Faça você mesmo a cola para peletização de sementes**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, Boletim de Pesquisa. 2008. 11 p.