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

Dissertação

Recobrimento de sementes de arroz com agrominerais

Paulo Eduardo Rocha Eberhardt

Pelotas – RS, 2015.

PAULO EDUARDO ROCHA EBERHARDT

RECOBRIMENTO DE SEMENTES DE ARROZ COM AGROMINERAIS

Dissertação de Mestrado apresentado 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 para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Luis Osmar Braga Schuch
Coorientador: Dr. Gilberto Antonio Peripolli Bevilaqua

Pelotas, 2015

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

E16r Eberhardt, Paulo Eduardo Rocha

Recobrimento de sementes de arroz com agrominerais / Paulo Eduardo Rocha Eberhardt ; Luis Osmar Braga Schuch, orientador ; Gilberto Antonio Peripolli Bevilaqua, coorientador. — Pelotas, 2015.

64 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2015.

1. Pó de rocha. 2. Granodiorito. 3. Basalto. 4. Arroz. I. Schuch, Luis Osmar Braga, orient. II. Bevilaqua, Gilberto Antonio Peripolli, coorient. III. Título.

CDD : 633.18

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Banca examinadora:

_____

Profº Dr. Luis Osmar Braga Schuch
(FAEM/UFPEL, Orientador)

_____

Eng. Agr. Dr. Gilberto Antonio Peripolli Bevilaqua
(EMBRAPA, Coorientador)

_____

Profº Dr. Ledemar Carlos Vahl
(FAEM/UFPEL)

_____

Bióloga Dr. Andréia da Silva Almeida
(FAEM/UFPEL)

Dedico este trabalho aos meus pais Nery e Celia, meu irmão Isaque e minha namorada Tatiane.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida.

Ao professor Luis Osmar Braga Schuch pelo ensino, ajuda, atenção e apoio durante a realização do mestrado e com brilhante orientação.

Ao pesquisador Gilberto Antônio Peripolli Bevilaqua pela acolhida, apoio, conselhos, amizade, ensinamentos e pela oportunidade de iniciar a vida na pesquisa.

Ao Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes por ter proporcionado este momento.

Aos meus pais pelo amor, incentivo, exemplo e ensinamentos durante toda a vida.

A Tatiane por toda a ajuda, compreensão e paciência.

Aos meus colegas Carla, Aline e Caio pela amizade, companheirismo e ajuda na condução do trabalho.

A todas as pessoas que me ajudaram nesta caminhada que são tantas.

A Embrapa Clima Temperado por proporcionar o local para a realização do trabalho.

Embrapa Produtos e Mercado pela doação da semente para realização do experimento.

Ao projeto Xisto Agrícola por proporcionar o material para o recobrimento das sementes.

“Seja qual for o seu sonho, comece”.
"Ousadia tem genialidade, poder e magia”.
(JOHANN WOLFGANG VON GOETHE)

RESUMO

Eberhardt, Paulo Eduardo Rocha. **Recobrimento de sementes de arroz com agrominerais**, 2015. 65f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais cultivados, especialmente na Ásia onde concentra 90% da produção e consumo mundial de arroz. A qualidade das sementes é determinada por fatores físicos, genéticos, fisiológicos e sanitários. O objetivo foi avaliar o comportamento de sementes de arroz durante o armazenamento e o uso de pós de rocha no recobrimento de sementes. O trabalho foi conduzido na Universidade Federal de Pelotas no ano agrícola 2013/2014. As sementes foram recobertas por dois pós de rocha sendo um granodiorito e um basalto nas doses de zero, 7,5%, 15% e 30% de pó de rocha e armazenadas por doze meses. A cada dois meses foram realizados os testes de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, teste de frio, comprimento de raiz, comprimento de parte aérea e teor de água. No mês de outubro, período de semeadura da cultura foi realizado os testes de emergência em areia, índice de velocidade de emergência e matéria seca de plântulas. Pode-se observar que o recobrimento de sementes com pós de rocha proporcionaram maior germinação, melhor desempenho no teste de frio, maior comprimento de parte aérea e redução no teor de umidade de sementes. O recobrimento proporcionou também maiores índices de velocidade de emergência e matéria seca de plântulas em relação as sementes não tratadas.

Palavras chave: pó de rocha; granodiorito; basalto; arroz

ABSTRACT

Eberhardt, Paulo Eduardo Rocha. **Coating of rice seeds with agrominerals**, 2015. 65f. Master of Seed and Science Tecnology – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Rice (Oryza sativa L.) is one of the most cultivated cereals, especially in Asia where it concentrates 90% of world production and consumption of rice. The seed quality is determined by physical, genetic, physiological and health. The objective was to evaluate the rice seed storage behavior and the use of rock in the post seed coating. The work was conducted at the Federal University of Pelotas in the agricultural year 2013/2014. The seeds were coated with two rock powders being one granodiorite rock and basalt in the untreated seeds and the doses, 7.5%, 15% and 30% of rock dust, and stored for twelve months. Every two months were performed by standard germination, first count of germination, accelerated aging, cold test, root length, shoot length and water content. In October, crop sowing period was evaluated emergence test in sand, emergency speed index and seedling dry. It can be observed that the coating of seeds with rock powders showed higher germination, improved performance in the cold test, increased shoot length and reduction in moisture content of the seeds. The coating also provided higher speed of emergence index and seedling dry over the untreated seeds.

Keywords: rock powder; granodiorite; basalt; rice

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Primeira contagem de germinação (PCG) (A e B) e de germinação (GERM.) (C e D), em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), logo após o recobrimento.....29

Figura 2. Envelhecimento acelerado (ENV) (A e B) e teste de frio (TF) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), logo após o recobrimento.....29

Figura 3. Comprimento de raiz (CR) (A e B) e comprimento de parte aérea (CPA) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), logo após o recobrimento.....30

Figura 4. Teor de água (TA) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A) e granodiorito (B), logo após o recobrimento...31

Figura 5. Primeira contagem de germinação (PCG) (A e B) e de germinação (GERM.) (C e D), em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos dois meses após o recobrimento. 32

Figura 6. Envelhecimento acelerado (ENV) (A e B) e teste de frio (TF) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos dois meses após o recobrimento.....33

Figura 7. Comprimento de raiz (CR) (A e B) e comprimento de parte aérea (CPA) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos dois meses após o recobrimento.....34

Figura 8. Teor de água (TA) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A) e granodiorito (B), aos dois meses após o recobrimento.....34

Figura 9. Primeira contagem de germinação (PCG) (A e B) e de germinação (GERM.) (C e D), em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos quatro meses após o recobrimento.....35

Figura 10. Envelhecimento acelerado (ENV) (A e B) e teste de frio (TF) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos quatro meses após o recobrimento.....36

Figura 11. Comprimento de raiz (CR) (A e B) e comprimento de parte aérea (CPA) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos quatro meses após o recobrimento.....37

Figura 12. Teor de água (TA) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A) e granodiorito (B), aos quatro meses após o recobrimento.....37

Figura 13. Primeira contagem de germinação (PCG) (A e B) e de germinação (GERM.) (C e D), em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos seis meses após o recobrimento.....38

Figura 14. Envelhecimento acelerado (ENV) (A e B) e teste de frio (TF) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos seis meses após o recobrimento.....39

Figura 15. Comprimento de raiz (CR) (A e B) e comprimento de parte aérea (CPA) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos seis meses após o recobrimento.....40

Figura 16. Teor de água (TA) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A) e granodiorito (B), aos seis meses após o recobrimento.....40

Figura 17. Primeira contagem de germinação (PCG) (A e B) e de germinação (GERM.) (C e D), em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos oito meses após o recobrimento.....41

Figura 18. Envelhecimento acelerado (ENV) (A e B) e teste de frio (TF) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos oito meses após o recobrimento.....42

Figura 19. Comprimento de raiz (CR) (A e B) e comprimento de parte aérea (CPA) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos oito meses após o recobrimento.....43

Figura 20. Teor de água (TA) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A) e granodiorito (B), aos oito meses após o recobrimento.....43

Figura 21. Primeira contagem de germinação (PCG) (A e B) e de germinação (GERM.) (C e D), em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos dez meses após o recobrimento.....44

Figura 22. Envelhecimento acelerado (ENV) (A e B) e teste de frio (TF) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos dez meses após o recobrimento.....45

Figura 23. Comprimento de raiz (CR) (A e B) e comprimento de parte aérea (CPA) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos

agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos dez meses após o recobrimento.....46

Figura 24. Teor de água (TA) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A) e granodiorito (B), aos dez meses após o recobrimento.....46

Figura 25. Primeira contagem de germinação (PCG) (A e B) e de germinação (GERM.) (C e D), em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos doze meses após o recobrimento.....47

Figura 26. Envelhecimento acelerado (ENV) (A e B) e teste de frio (TF) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos doze meses após o recobrimento.....48

Figura 27. Comprimento de raiz (CR) (A e B) e comprimento de parte aérea (CPA) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos doze meses após o recobrimento.....49

Figura 28. Teor de água (TA) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A) e granodiorito (B), aos doze meses após o recobrimento.....50

Figura 29. Emergência em areia para a rocha basalto (A) e granodiorito (B), índice de velocidade de emergência (IVE), para a rocha basalto (C) e granodiorito (D) e matéria seca de plântula para a rocha basalto (E) e granodiorito (F) em função da dose no recobrimento das sementes.....52

Figura 30. Primeira contagem de germinação (PCG) para a rocha basalto (A) e granodiorito (B), ao longo do período de armazenamento nos tratamentos sem recobrimento (–) e recobrimento na dose de 30% dos agrominerais (---).....53

Figura 31. Germinação (GERM.) para a rocha basalto (A) e granodiorito (B), ao longo do período de armazenamento nos tratamentos sem recobrimento (—) e recobrimento na dose de 30% dos agrominerais (---).....54

Figura 32. Envelhecimento acelerado (ENV.) para a rocha basalto (A) e granodiorito (B), ao longo do período de armazenamento nos tratamentos sem recobrimento (—) e recobrimento na dose de 30% dos agrominerais (---).....54

Figura 33. Teste de frio (TF) para a rocha basalto (A) e granodiorito (B), ao longo do período de armazenamento nos tratamentos sem recobrimento (—) e recobrimento na dose de 30% dos agrominerais (---).....55

Figura 34. Comprimento de parte aérea (CPA) para a rocha basalto (A) e granodiorito (B), ao longo do período de armazenamento nos tratamentos sem recobrimento (—) e recobrimento na dose de 30% dos agrominerais (---).....56

Figura 35. Comprimento de raiz (CR) para a rocha basalto (A) e granodiorito (B), ao longo do período de armazenamento nos tratamentos sem recobrimento (—) e recobrimento na dose de 30% dos agrominerais (---).....56

Figura 36. Teores de água (TA) para a rocha basalto (A) e granodiorito (B), ao longo do período de armazenamento nos tratamentos sem recobrimento (—) e recobrimento na dose de 30% dos agrominerais (---).....58

LISTA DE ABREVIATURAS

PCG	Primeira Contagem da Germinação
GERM.	Germinação
ENV.	Envelhecimento Acelerado
TF	Teste de Frio
CR	Comprimento da Raiz
CPA	Comprimento da Parte Aérea
TA	Teor de Água
IVE	Índice de Velocidade de Emergência

SUMÁRIO

RESUMO..... 7

ABSTRACT 8

LISTA DE FIGURAS..... 9

LISTA DE ABREVIATURAS.....14

1. INTRODUÇÃO GERAL..... 14

2. REVISÃO DE LITERATURA..... 16

3. MATERIAL E MÉTODOS 21

3.1 Parâmetros avaliados 23

3.1.1 Avaliações da qualidade fisiológica das sementes, em cada época de avaliação. 23

3.1.2 Testes de emergência, índice de velocidade de emergência e matéria seca. 24

3.1.3 Efeitos do recobrimento no armazenamento das sementes..... 25

3.2 Procedimentos estatísticos..... 25

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 26

4.1 Avaliações da qualidade fisiológica das sementes, em cada época de avaliação. 26

4.2 Testes de emergência, índice de velocidade de emergência e matéria seca.49

4.3 Efeitos do recobrimento no armazenamento das sementes..... 50

5. CONCLUSÕES..... 57

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 58

1. INTRODUÇÃO GERAL

No mundo, o arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais cultivados, especialmente na Ásia onde concentra 90% da produção e consumo mundial, constituindo a base alimentar da população. Aproximadamente 150 milhões de hectares são semeados anualmente e a produção atinge cerca de 600 milhões de toneladas base casca. No Brasil mais da metade da produção provém de lavouras com irrigação controlada, as quais ocupam apenas 25% da área cultivada (AZAMBUJA et al., 2004).

No Rio Grande do Sul, a área cultivada com arroz está estimada em 1.000 mil hectares. (CONAB 2014).

No Brasil, para as grandes culturas, o recobrimento de sementes ainda é considerado uma nova tecnologia, faltando muitas informações técnico-científicas. Mas ao mesmo tempo, a agregação de valor às sementes, utilizando métodos e tecnologias de produção como a de recobrimento, vem 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 E PERES, 2004).

O nível de vigor das sementes pode afetar o potencial de armazenamento do lote e persistir no campo, influenciando o desenvolvimento da planta, a uniformidade da lavoura e o seu rendimento (CARVALHO E NAKAGAWA, 2000).

A qualidade das sementes é determinada por fatores físicos, genéticos, fisiológicos e sanitários que podem ser avaliados com a finalidade de estimar se um lote de sementes é apropriado para fins de comercialização, sendo a qualidade fisiológica um dos aspectos mais pesquisados, em decorrência das sementes estarem sujeitas a uma série de mudanças degenerativas de origem bioquímica e fisiológica após a sua maturação. Tais mudanças estão associadas com a redução do vigor. Necessitando manter o poder germinativo e vigor das sementes de forma eficiente durante a entressafra, faz-se necessário 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 (NASCIMENTO et al., 1993). O revestimento ainda proporciona uma cobertura durável, permeável à água, com a possibilidade de aplicação em sementes de diferentes formas e tamanhos, sem afetar seu processo germinativo (BACON & CLAYTON, 1986; MAUDE, 1998).

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).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho fisiológico de sementes de arroz, durante o armazenamento, em função do recobrimento das sementes com agrominerais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O tratamento de sementes é uma medida muito utilizada por produtores e também por empresas ligadas ao setor sementeiro. Segundo Henning et. al. (2010), além de controlar patógenos importantes transmitidos pela semente, o tratamento de sementes 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.

Dentre as condições necessárias para uma satisfatória produção, a utilização de sementes com alta germinação e vigor e a formação do “stand” no campo são das mais importantes (SARTORATO & RAVA, 1994).

Os testes de vigor são desenvolvidos com o objetivo de identificar diferenças no potencial fisiológico dos lotes de sementes, principalmente daqueles que apresentam resultados semelhantes e elevados no teste de germinação (MARCOS FILHO, 1999).

De acordo com Funguetto et. al. (2004) o recobrimento de sementes de arroz 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, sendo que o recobrimento das sementes com zinco não afetou a germinação.

Entretanto tratamentos de recobrimento de sementes requerem uma série de cuidados e observação de certos detalhes sob pena dos tratamentos causarem dano à semente ou acelerarem o processo degenerativo, durante o armazenamento. De acordo com Franzini et. al. (2004) sementes peletizadas de alface apresentaram resultados inferiores nos testes de germinação e em envelhecimento acelerado quando comparadas com os mesmos lotes sem peletização.

A importância dos micronutrientes pode ser entendida por meio das funções que exercem no metabolismo das plantas, atuando principalmente como ativadores e componentes estruturais de enzimas (LOPES, 1989). Contudo, deve-se sempre lembrar que, apesar de baixas concentrações, os micronutrientes têm importância igual à dos macronutrientes para o crescimento das culturas Kirkby, (2007). A aplicação de nutrientes pode ser feita através do tratamento de sementes, da aplicação no solo ou foliar. O tratamento de sementes com nutrientes tem

possibilitado elevações significativas na produtividade, principalmente em regiões que adotam elevados níveis de tecnologia e manejo das culturas (ÁVILA et al., 2006).

Larré et. al. (2011), em trabalho conduzido com sementes de arroz submetidos à salinidade verificou com a cultivar BRS Querência, suscetível à salinidade, que a exposição ao NaCl reduziu a viabilidade e o vigor das sementes. Constatou, porém, a aplicação de 24-epibrassinolídeo restabeleceu ou incrementou a qualidade fisiológica e as características de crescimento Verificou também que na cultivar BRS Bojurú, tolerante à salinidade, a suplementação da solução salina com o 24-epibrassinolídeo nas concentrações mais elevadas reduziu o vigor das sementes.

A aplicação de boro na forma de borato de sódio na dosagem de 10 Kg ha^{-1}, nos diferentes estádios de crescimento, não provocou esterilidade, não influenciou o rendimento de grãos, os componentes do rendimento, nem a qualidade fisiológica das sementes de arroz irrigado, cultivar IRGA 422CL (LEITE, 2011).

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 remineralizarão (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.

A tecnologia da rochagem foi primeiramente sugerida no Brasil na década de 1950 por Josué Guimarães e Vlademir Ilchenko no estado de Minas Gerais. Posteriormente, o professor Othon Leonardos, da Universidade de Brasília, fez diversas pesquisas relacionadas ao tema sendo considerado como o grande precursor da Rochagem no Brasil (CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 2009).

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

A utilização de pós de rochas 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).

A dissolução dos pós de rocha é um processo muito lento e complexo, 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. (1998) observaram que os basaltos apresentam taxas de liberação minerais mais rápidas quando comparadas as do granito. A granulometria da rocha tem grande influencia, 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).

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).

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).

Segundo Barreto (1998), as farinhas de rochas não agridem o ambiente e, portanto, devolve as qualidades produtivas do solo, antes atacado por agentes destruidores (agrotóxicos e adubos químicos) da vida microbiana, esta considerada desprezível por desconhecimento de sua importância.

O granodiorito é uma rocha ígnea de composição química semelhante ao granito, mas contendo mais plagioclásio do que feldspato alcalino ou ortoclásio (FERNANDES et al., 2010).

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: SiO_2 53,62%; Al_2O_3 13,47%; K_2O 1,17%; MgO 4,83%; CaO 9,00%; P_2O_5 0,20%; S 139 $mg.Kg^{-1}$; TiO_2 1,19%; Fe_2O_3 11,20%; Cu 71 $mg.Kg^{-1}$; Zn 93 $mg.Kg^{-1}$. Este tipo de material é usado na forma de rocha moída blendada 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).

O silício em suas diversas formas é um elemento que pode ser considerado benéfico para varias culturas como no caso do arroz, mas utilizando-se os critérios de essencialidade o elemento em questão não atende aos mesmos podendo, porém potencializar e incrementar o desempenho de culturas importantes.

Harter, (2011) concluiu que plantas de soja tratadas com cálcio e silício produzem sementes de maior qualidade fisiológica e que a aplicação de cálcio e silício pode reduzir o rendimento de sementes por unidade de área.

A fonte-padrão Wollastonita proporcionou comportamento linear, aumentando o silício disponível no solo e a absorção pelo arroz com o aumento das doses aplicadas via solo sendo os maiores aumentos nos teores de silício na parte aérea (RAMOS, 2008).

A aplicação de doses de silício no sulco de semeadura não interferiu na produtividade de grãos de arroz em cultivos em terras altas irrigado por sistema de aspersão e também não influenciou o rendimento industrial dos cultivares IAC 201 e IAC 202, em cultivo irrigado por aspersão (REIS, 2008)

Tavares et. al. (2012), observou 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.

Segundo Barbosa Filho et. al. (2009) as rochas ultramáficas e biotita xisto foram tão eficientes na produção de biomassa quanto o cloreto de potássio (KCl), indicando que tais materiais podem ser promissores para uso na agricultura.

Resultados obtidos por Buss (2010) mostraram que os tratamentos a base de rochagem Migmatito e Granodiorito, apresentaram resultados satisfatórios para a cultura do milho, quando comparados com a testemunha (NPK concentrado solúvel), seguidos dos tratamentos Basalto Hidrotermalizado e Riolito realizado em vasos em casa de vegetação de maneira com que a eficiência das rochas na liberação de potássio às plantas pudesse ser testada.

Souza et al. (2009), utilizando rejeitos do processo de mineração, via solo, para a correção do solo e fertilização conjuntamente concluiu que o pó de rocha se

mostrou muito promissor, tanto como fonte de potássio, ou em substituição ou complementação ao calcário na correção da acidez do solo. Também neste mesmo trabalho verificou que a liberação gradual dos nutrientes do pó de rocha, sobretudo do potássio, é uma característica desejável, pois possui efeitos mais duradouros, incorrendo em menores perdas, quando comparados aos fertilizantes de alta solubilidade.

Trabalho realizado por Grecco et al. (2012) verificou que para fins de utilização do dacito da Brita Pinhal na agricultura como fonte de K para adubação da cultura de milho, com uma expectativa de produção de 10 toneladas, a necessidade de K_2O seria de 170 kg ha^{-1}, para um solo com nível “muito baixo” de K, sendo dessa forma necessária uma dose de 14,7 t ha^{-1} de rocha dacítica para suprir plenamente o fornecimento deste nutriente.

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.

Segundo pesquisas realizadas por Theodoro et al. (2006), de modo geral, a produtividade das culturas tem sido no mínimo semelhante àquelas obtidas com o uso de insumos químicos.

Análises realizada por Grecco et al. (2012) verificaram que o riodacito e o granodiorito gnáissico são tão eficientes no que diz respeito à liberação do potássio como o produto comercial bioland.

Em trabalho realizado por Eberhardt et al. (2014), utilizando um composto de fosfato natural e granodiorito gnáissico somado a torta de tungue na cultura do feijão, foi verificado 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.

Dados obtidos por Paixão et al. (2009) demonstraram que dos subprodutos do xisto como a cinza de xisto apresentam grande potencial como alternativa de controle para *Sitophylus oryzae*, para os produtores de base ecológica.

De acordo com Barros (1998) em todos os períodos, as sementes de milho tratadas com pó inerte, isoladamente ou em mistura com fungicida, apresentaram

desempenho semelhante ao tratamento convencional utilizando-se produtos químicos no controle de insetos.

Trabalho realizado por Bevilaqua et al. (2012) indicaram 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, indicando uma redução no vigor de forma menos acentuada do que nas sementes não tratadas. Constatou que sementes recobertas apresentaram qualidade fisiológica dentro de níveis aceitáveis ao final do armazenamento. Os autores justificam esses resultados tendo por hipótese que o recobrimento com o agromineral possa proporcionar um equilíbrio higroscópico das sementes em teores mais baixos de umidade, mantendo assim um ambiente mais favorável à manutenção do vigor das sementes durante o armazenamento, além de sua composição mineral proporcionar a liberação de nutrientes que auxiliariam no desempenho fisiológico das sementes. Os autores indicam ainda que essa é uma metodologia simples, prática e de baixo custo, além de que o produtor que optar por esse método de tratamento não correr risco de saúde ao consumir as sementes recobertas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Estação Experimental de Terras Baixas, da Embrapa Clima Temperado, localizada no Município de Capão do Leão, RS (31º52’00’’S, 52º21’24’’W). As avaliações das sementes foram realizadas no Laboratório Didático de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas.

Foram utilizadas sementes da cultivar BRS Pampa. Essa cultivar apresenta plantas do tipo “moderno” de folhas pilosas, altura média de 95,6 cm, ciclo precoce, em torno de 118 dias, podendo variar de 113 a 123 dias, e peso de mil sementes de 25,6 g.

As sementes foram recobertas com dois pós de rocha considerados agrominerais, sendo um deles um granodiorito e outro um basalto, tendo o

granodiorito a composição de 70,29% de SiO_2, 13,24% de Al_2O_3, 4,23% de Fe_2O_3, 2,87% de Na_2O, 0,49% de TiO_2, 0,002% de Cr_2O_3, 2,42% de CaO, 4,33% de K_2O, 0,99% de MgO, 0,15% de P_2O_5, 0,07% de MnO, 8,4 ppm de Cu e 51 ppm de Zn e o basalto a composição de 65,91% de SiO_2, 12,53% de Al_2O_3, 6,94% de Fe_2O_3, 1,04% de TiO_2, 0,006% de Cr_2O_3, 10,79% de CaO, 0,51% de K_2O, 6,7% de MgO, 0,12% de P_2O_5, 0,19% de MnO, 181 ppm de Cu e 92 ppm de Zn.

Como adesivo foi utilizada uma calda açucarada para a fixação dos pós de rocha de acordo com metodologia utilizada por Voss (2008). A calda foi produzida na proporção de 33% de açúcar em relação ao volume de água sendo posteriormente fervida para a dissolução do açúcar. Ao final do processo o volume de água reduziu em torno da metade. A calda foi utilizada fria. A dosagem de calda utilizada nas sementes foi na proporção de $4L.100Kg^{-1}$. O adesivo foi distribuído uniformemente sobre a superfície das sementes, utilizando a estratégia de colocar pequenas quantidades de sementes e respectivas quantidades de adesivo dentro de sacos plásticos e agitar manualmente até a perfeita homogeneização. Após, as sementes foram recobertas com os pós de rocha, operação essa realizada em bandejas plásticas, nas dosagens desejadas. As dosagens de pós de rocha utilizadas foram de sem recobrimento, 7%, 15% e 30% em relação ao peso das sementes, tanto para granodiorito como para o basalto.

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. Após, as sementes envolvidas pelo adesivo foram também colocadas nas bandejas e agitadas levemente de modo que fossem recobertas uniformemente.

Após o processo de recobrimento, que foi realizado em bateladas, as sementes foram acondicionadas em sacos de papel e armazenadas no galpão do Programa de Feijão da Embrapa Clima Temperado, localizado no Capão do Leão, sob temperatura e umidade naturais.

As sementes foram avaliadas ao longo do período de armazenamento, por meio de testes realizados em sete momentos ao longo do tempo, que ocorreram logo após o tratamento e aos 2, 4, 6, 8, 10 e 12, meses após.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com três repetições em um esquema fatorial 2x4x7 tendo como fator qualitativo as duas rochas utilizadas e como fatores quantitativos as doses utilizadas dentro de cada época e as épocas de avaliação ao longo do tempo.

3.1 Parâmetros avaliados

3.1.1 Avaliações da qualidade fisiológica das sementes, em cada época de avaliação.

Teste de germinação (GERM.): realizado segundo as Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil, 2009), por meio da semeadura de 200 sementes por tratamento, divididas em quatro repetições de 50 sementes, em rolo de papel *germitest* umedecido com água. Os rolos foram colocados em germinador à temperatura de 25ºC, sendo as contagens realizadas aos 5 e 14 dias. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Primeira contagem da germinação (PCG): realizado conjuntamente ao teste de germinação, sendo a contagem das plântulas normais executada aos 5 dias após início do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Teste de frio (TF): conduzido com quatro subamostras de 50 sementes para cada unidade experimental, sendo os rolos de papel colocados em sacos plásticos, os quais foram vedados e mantidos em câmara regulada à temperatura de 10 ºC durante sete dias. Após esse período, foram transferidas para um germinador e mantidas nas mesmas condições do teste de germinação, sendo avaliadas após 7 dias (CÍCERO e VIEIRA, 1994).

Envelhecimento acelerado (ENV.): foram analisadas 200 sementes, divididas em quatro repetições de 50 sementes, utilizando-se o método de gerbox

adaptado. As sementes foram espalhadas em camada única sobre uma tela suspensa dentro de caixas de gerbox, contendo 40 ml de água destilada. Posteriormente essas caixas permaneceram em câmara BOD, a 41ºC por 48h. Após este período as sementes foram colocadas para germinar conforme metodologia descrita para o teste de germinação (Brasil, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz (CR) de plântulas: a avaliação do comprimento da parte aérea e da raiz das plântulas foi realizada com quatro subamostras de 20 sementes para cada tratamento. A semeadura foi realizada em substrato rolo de papel para germinação do tipo “germitest”, no qual as sementes foram distribuídas desencontradas em duas linhas retas longitudinais e paralelas no terço superior do papel. Após a confecção dos rolos, os mesmos foram colocados em germinador regulado à temperatura constante de 25 ºC (Nakagawa, 1999). Avaliou-se o comprimento da parte aérea e da raiz das plântulas normais aos 14 dias, sendo os resultados expressos como comprimento médio da parte aérea e da raiz.

Determinação da umidade das sementes (TA): foi utilizada a metodologia de estufa a 105°C por período de 24 horas de acordo com as Regras de Análise de Sementes (Brasil, 2009). A determinação do teor de água dos tratamentos com recobrimento foi realizado com a presença dos agrominerais aderidos às sementes, sendo os resultados expressos como o conjunto das sementes mais os materiais de recobrimento.

3.1.2 Testes de emergência, índice de velocidade de emergência e matéria seca de plântulas.

Porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência: foram utilizadas sementes armazenadas pelo período de 13 meses já estando recobertas, semeadas em areia em casa de vegetação. Cada unidade experimental foi composta de 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 21 dias foi considerado como emergência em campo.

Biomassa seca de plântulas a campo: para a determinação da biomassa seca de plântulas foram coletadas dez plântulas inteiras de cada unidade experimental aos 21 dias após a semeadura, as quais foram secas em estufa a 65°C até peso constante. Após a pesagem os valores foram expressos em g pl^{-1}.

3.1.3 Efeitos do recobrimento no armazenamento das sementes

Para a avaliação do efeito do recobrimento no armazenamento das sementes considerou-se a dose de 30% para os dois agrominerais e as sementes sem recobrimento, realizando-se a avaliação dos seus efeitos ao longo de todo o período de armazenamento, para os parâmetros descritos acima.

3.2 Procedimentos estatísticos

Os dados do experimento foram submetidos à análise de variância e havendo significância, realizou-se regressão polinomial para o fator dose dos pós de rocha dentro de cada época de avaliação. Para a avaliação do efeito do recobrimento no armazenamento das sementes considerou-se a dose de 30% para os dois agrominerais e as sementes sem recobrimento, realizando-se a avaliação dos seus efeitos ao longo de todo o período de armazenamento, através de regressões polinomiais para os parâmetros estudados. Para os testes de emergência em areia, índice de velocidade de emergência e matéria seca de plântulas em areia também utilizou-se regressões polinomiais para o fator dose dos pós de rocha. Todas as análises foram realizadas em nível de 5% de probabilidade. Para a análise estatística foi utilizado o Sistema de Análise Estatística Winstat versão 1.0 (MACHADO e CONCEIÇÃO, 2003).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliações da qualidade fisiológica das sementes, em cada época de avaliação.

Pode-se observar nas figuras 1 e 2 que para as variáveis primeira contagem da germinação, teste de frio e envelhecimento acelerado, na avaliação realizada logo após o recobrimento das sementes, não ocorreu efeito do tratamento para ambos agrominerais testados. Porém, para a variável germinação, o recobrimento com granodiorito mostrou efeito significativo, apresentando acréscimo nos valores com o acréscimo da dose, com máxima germinação na dose de 18,8% sofrendo decréscimo para as doses mais altas, enquanto que as doses de basalto não afetaram a germinação. Tal fato mostrou que os tratamentos não afetaram negativamente o desempenho das sementes em laboratório, convergindo com resultados obtidos por Arsego, (2006) que dentre as variáveis estudadas foi possível verificar comportamento semelhante no teste de germinação e de frio, em que as dosagens não afetaram a germinação das sementes de arroz.

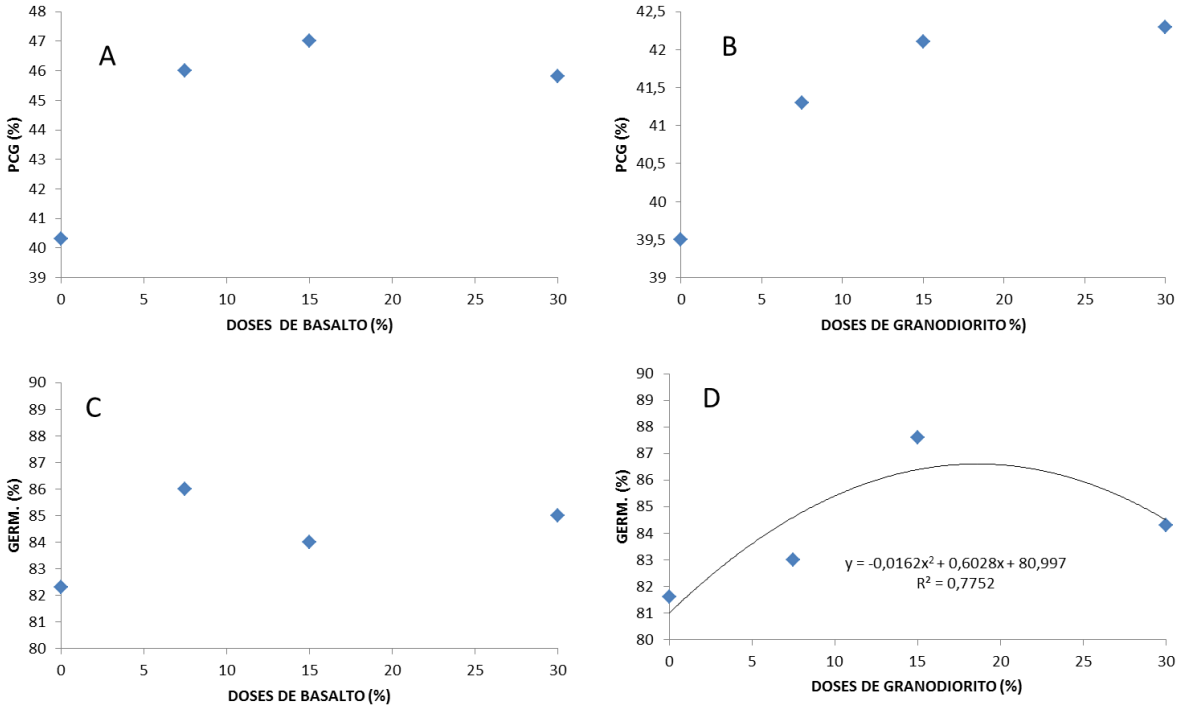

Figura 1. Primeira contagem de germinação (PCG) (A e B) e de germinação (GERM.) (C e D), em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), logo após o recobrimento.

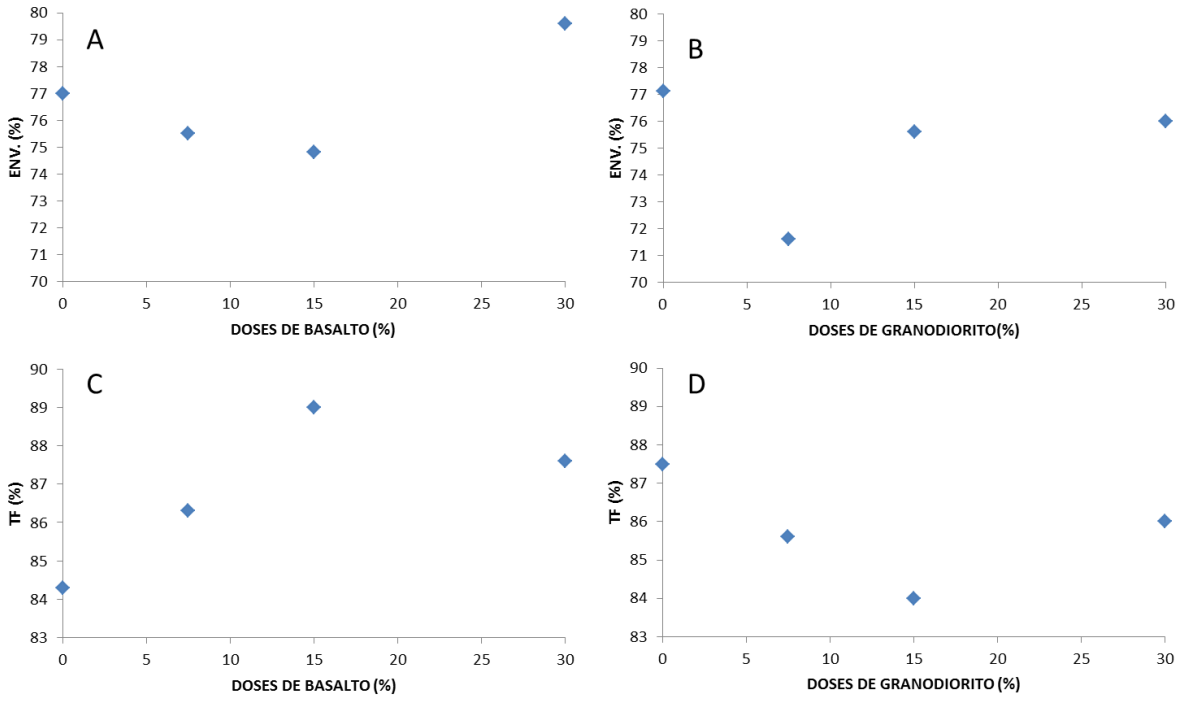

Figura 2. Envelhecimento acelerado (ENV) (A e B) e teste de frio (TF) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), logo após o recobrimento.

O comprimento de raiz demonstrou acréscimo linear conforme aumentou a dose de basalto, enquanto que para o granodiorito ocorreu um decréscimo curvilínear com o mínimo na dose 17,2%, com uma leve recuperação após esse ponto (Figura 3). O comprimento da parte aérea não foi afetado pelas diferentes doses das duas rochas utilizadas no recobrimento das sementes. Os valores do teste para as doses intermediárias diminuíram, muito provavelmente pelo fato de que os teores de água das sementes conjuntamente com o pó de rocha podem ter sido superiores assim afetando o desempenho das sementes neste momento de avaliação, com o aumento da dose do pó de rocha houve uma diminuição no teor de água das sementes assim minimizando o efeito de deterioração momentânea.

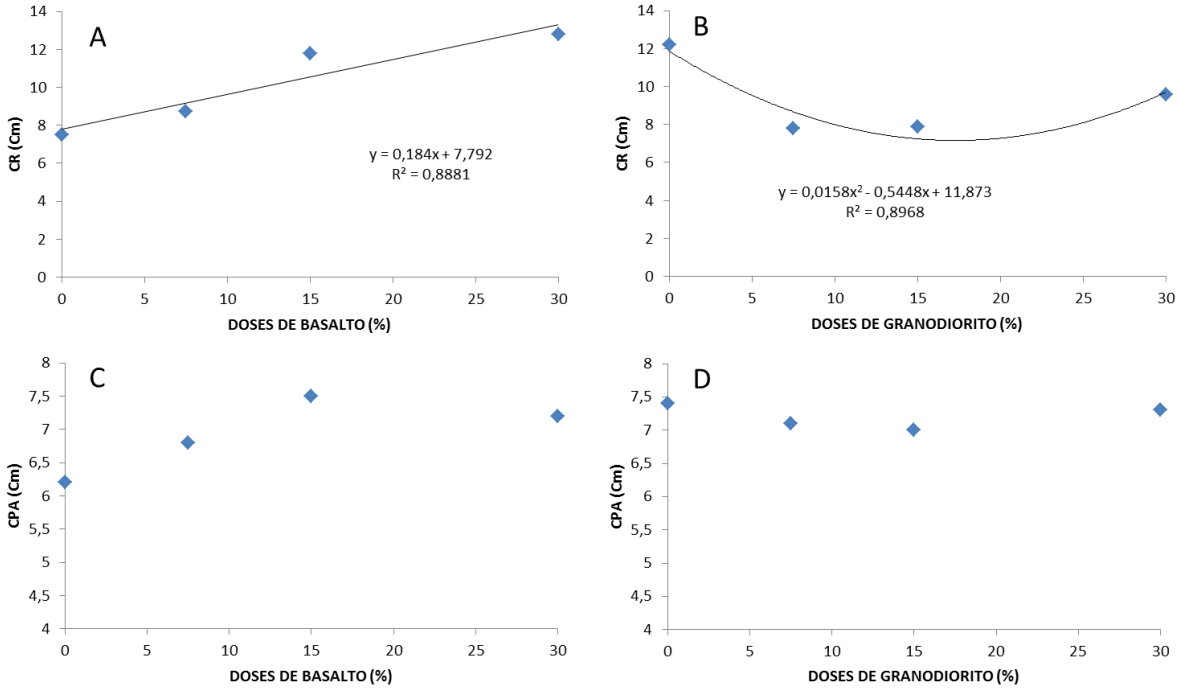

Figura 3. Comprimento de raiz (CR) (A e B) e comprimento de parte aérea (CPA) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), logo após o recobrimento.

Observa-se na figura 4 um comportamento semelhante entre as duas rochas utilizadas no recobrimento, demonstrando redução linear no teor de água do conjunto das sementes mais os materiais de recobrimento, de acordo com acréscimo na dose de rocha utilizada.

Observou-se uma diminuição de mais de 1,5 ponto percentual no teor de água para as sementes recobertas pelo basalto e de mais de 2 ponto percentual no

teor de água nas sementes recobertas pelo granodiorito, evidenciando-se uma diminuição do teor de água do conjunto sementes mais o material de recobrimento, imediatamente após o recobrimento, o que pode ser um indicativo de melhoria do potencial de manutenção do armazenamento das sementes recobertas. Apesar de ambas rochas terem uma tendência de comportamento semelhante, pode ser constatado que o granodiorito mostrou-se mais eficiente na redução do teor de água em relação ao basalto. Tal fato pode estar relacionado ao maior teor de sílica do mesmo conforme é colocado por Fernandes et al. (2010).

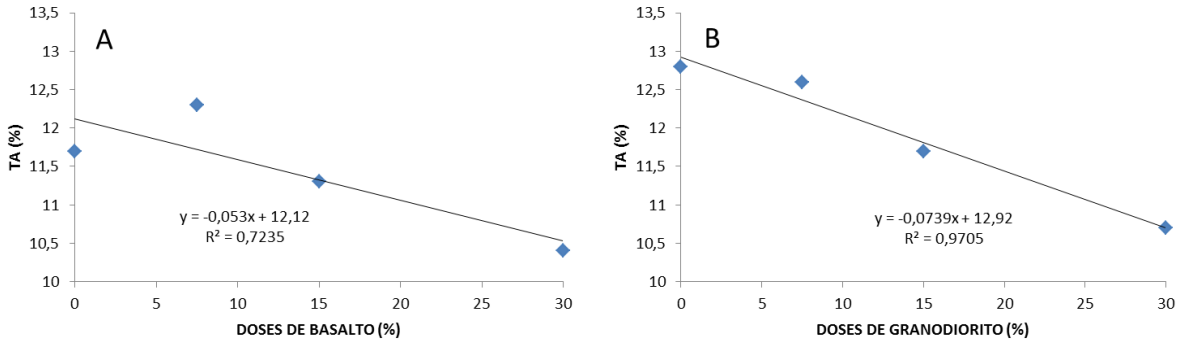

Figura 4. Teor de água (TA) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A) e granodiorito (B), logo após o recobrimento.

Na avaliação realizada aos dois meses de armazenamento observa-se que o acréscimo na dose de basalto no recobrimento proporcionou aumento linear na germinação (Figura 5). Já para o granodiorito constata-se acréscimo na germinação até a dose de 10,8%, com decréscimo acentuado após esse ponto. A primeira contagem da germinação não foi afetada pelas doses utilizadas no recobrimento em nenhuma das rochas em estudo (Figura 5).

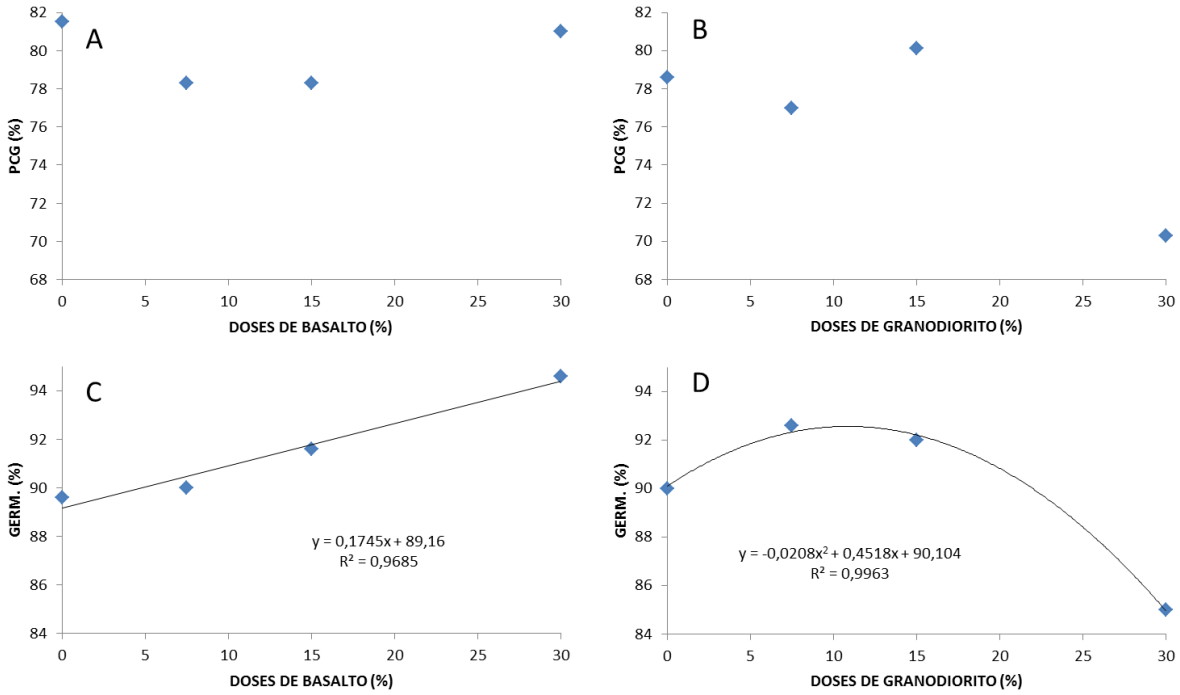

Figura 5. Primeira contagem de germinação (PCG) (A e B) e de germinação (GERM.) (C e D), em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos dois meses após o recobrimento.

O acréscimo na dose de basalto proporcionou aumento linear nos valores de envelhecimento das sementes (Figura 6). Nessa mesma figura constata-se que, acréscimo na dose de granodiorito também elevou os índices de envelhecimento, em uma resposta de primeiro grau. O teste de frio não foi afetado nem positiva nem negativamente pelas doses utilizadas no recobrimento em nenhuma das agrominerais utilizados.

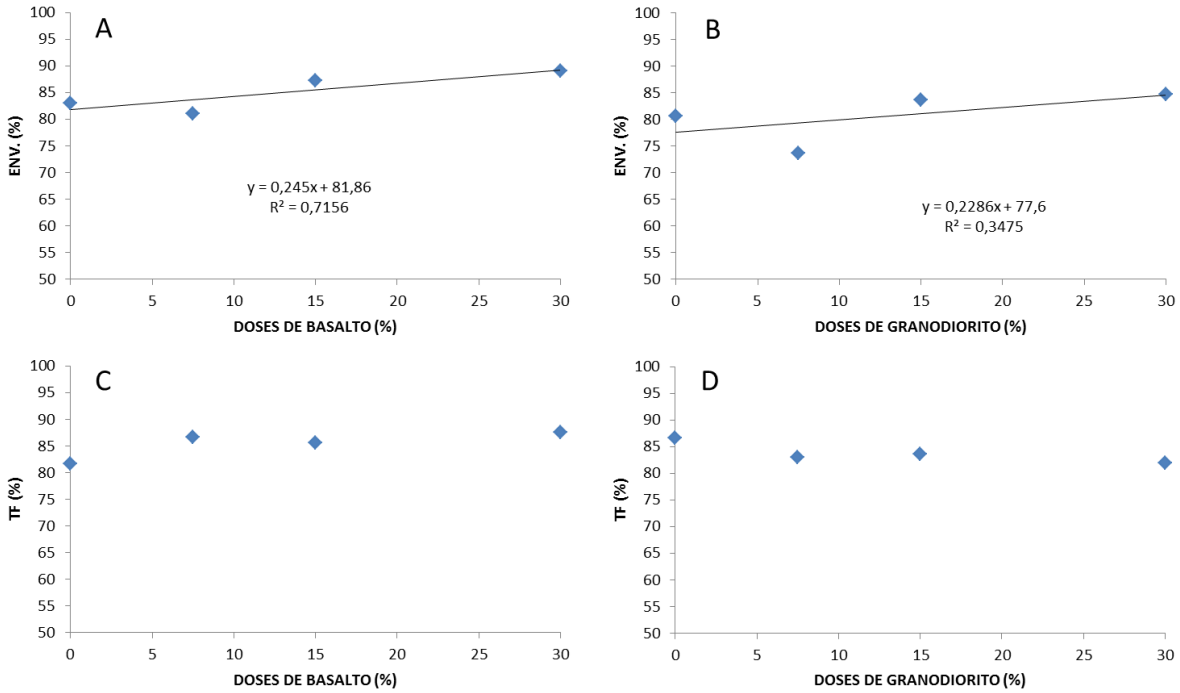

Figura 6. Envelhecimento acelerado (ENV) (A e B) e teste de frio (TF) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos dois meses após o recobrimento.

O comprimento de raiz para o basalto demonstrou um comportamento quadrático com declínio no desempenho nas doses intermediárias e um acréscimo para a dose mais alta. Já o granodiorito demonstrou um comportamento linear decrescente com o aumento da dose (Figura7). A dose de basalto afetou o comprimento da parte aérea das plântulas de maneira linear, enquanto que para o granodiorito o acréscimo na dose reduziu o comprimento da parte aérea nas doses intermediarias, com máxima redução na dose de 17,3% (Figura 7). Pode-se observar que para essa época de avaliação de maneira geral o comprimento tanto das raízes como da parte aérea foi afetado negativamente pelos agrominerais.

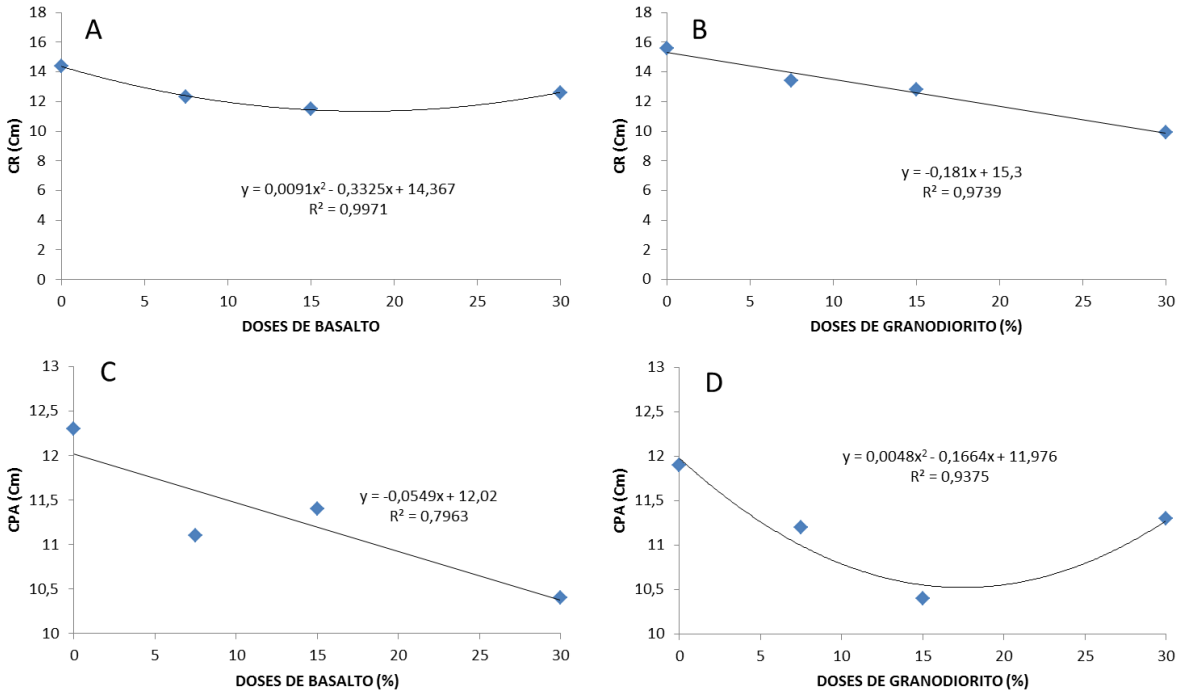

Figura 7. Comprimento de raiz (CR) (A e B) e comprimento de parte aérea (CPA) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos dois meses após o recobrimento.

Para o teor de água (Figura 8), a rocha basalto ajustou-se um comportamento linear decrescente e para a rocha granodiorito ajustou-se uma regressão quadrática havendo uma diminuição nos valores e por seguinte uma diminuição nos teores do teste. Constata-se assim que houve uma diminuição nos teores de água do conjunto semente e pó de rocha de em torno de dois pontos percentuais, evidenciando-se a capacidade de uso dos pós de rocha como condicionadores do ambiente podendo ser uma alternativa para a manutenção da qualidade fisiológica de sementes.

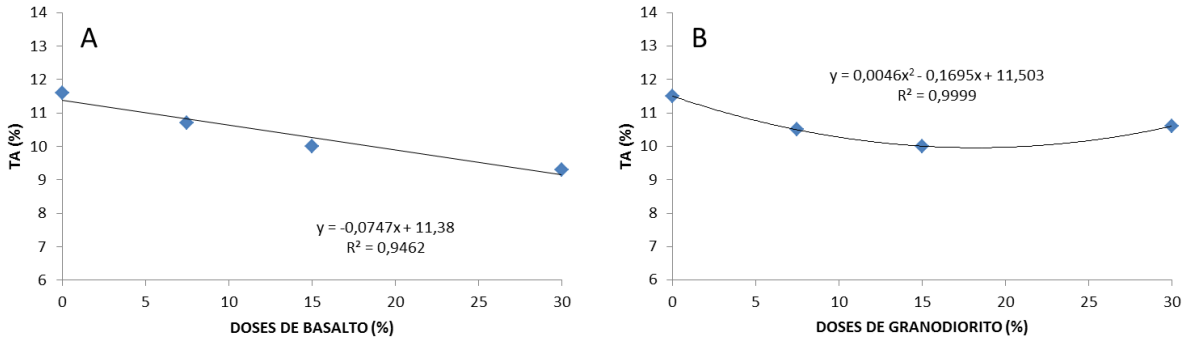

Figura 8. Teor de água (TA) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A) e granodiorito (B), aos dois meses após o recobrimento.

Na avaliação realizada aos quatro meses após o recobrimento das sementes, verificou que os tratamentos de recobrimento não afetaram as variáveis, primeira contagem da germinação e germinação (Figura 9).

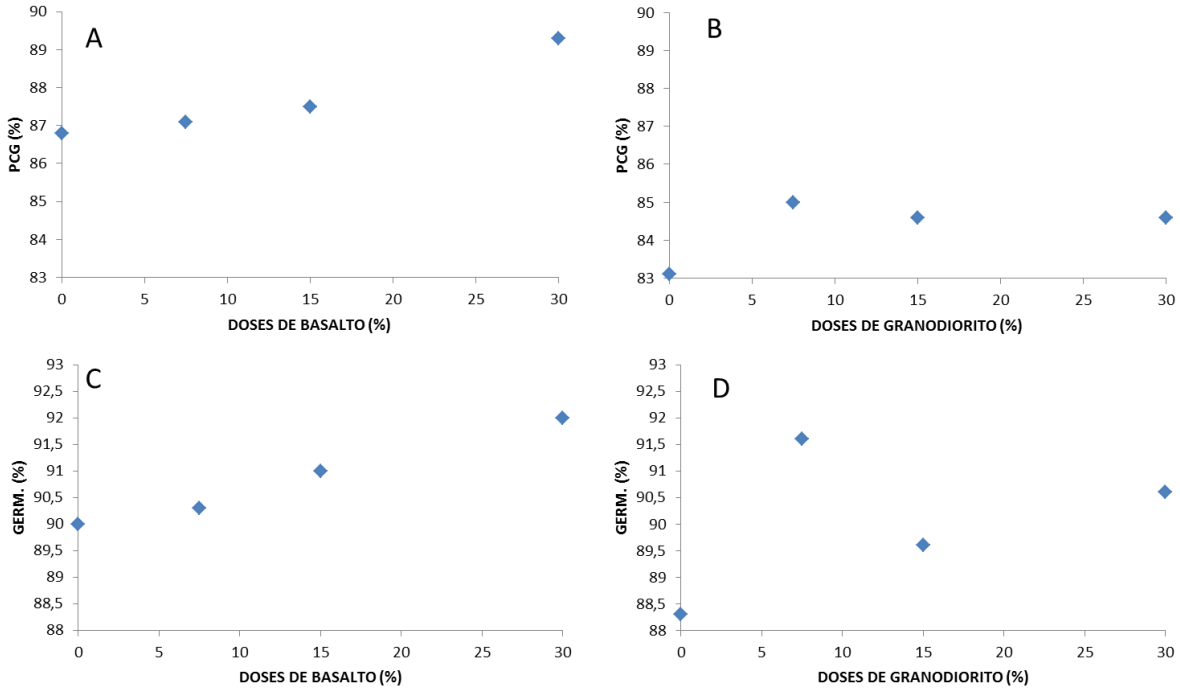

Figura 9. Primeira contagem de germinação (PCG) (A e B) e de germinação (GERM.) (C e D), em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos quatro meses após o recobrimento.

Para o envelhecimento acelerado (Figura 10), o basalto ajustou-se a um polinômio de primeiro grau demonstrando um aumento nos valores do teste de acordo com o aumento das doses até a dose maior. Para a mesma variável com a rocha granodiorito houve efeito quadrático do recobrimento das sementes podendo-se evidenciar uma tendência de aumento nos valores da resposta ao envelhecimento acelerado após a dose de 15%. Já para o teste de frio, o recobrimento com os dois agrominerais não afetou positivamente nem negativamente o desempenho das sementes nesta época de avaliação.

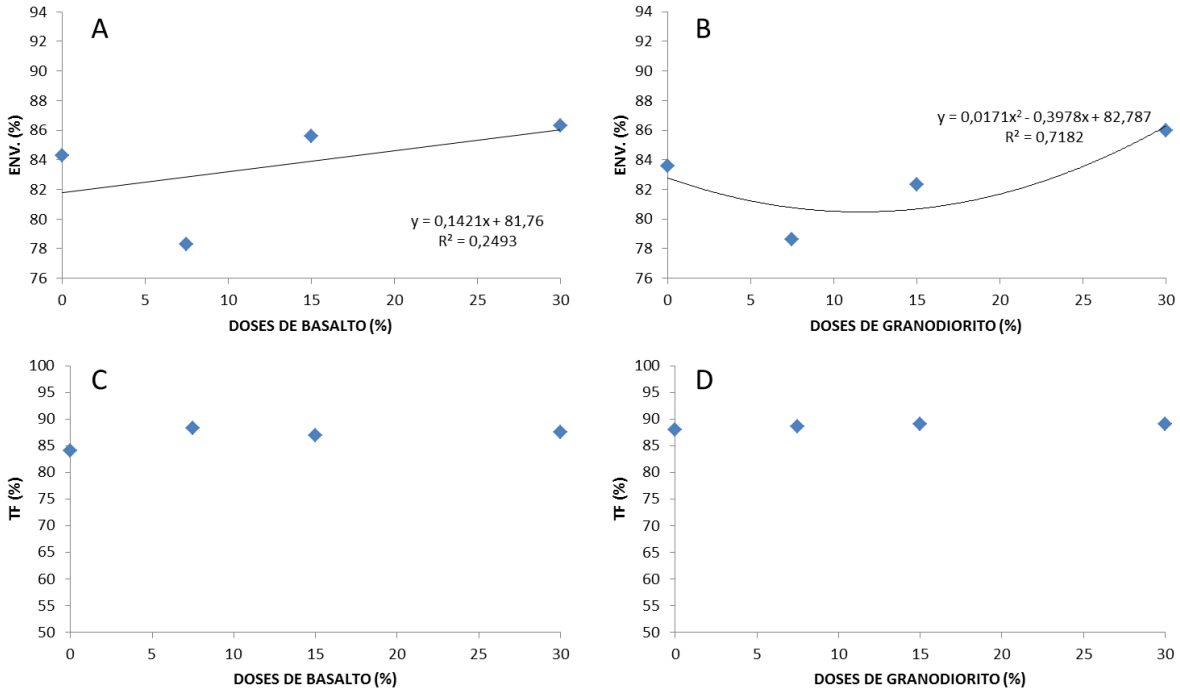

Figura 10. Envelhecimento acelerado (ENV) (A e B) e teste de frio (TF) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos quatro meses após o recobrimento.

Para o comprimento de raiz (Figura 11), ajustou-se a duas regressões quadráticas. Para basalto ocorreu um decréscimo para as doses intermediarias e com uma leve recuperação na dose mais alta. Para a rocha granodiorito o comportamento foi contrário aumentando os valores nas doses intermediárias, com um máximo na dose de 18,7% decrescendo para a dose maior. Para comprimento da parte aérea, para o basalto não houve efeito do recobrimento das sementes. Já para a rocha granodiorito foi significativa a regressão polinomial de primeiro grau aumentando os valores do parâmetro de acordo com o aumento da dosagem utilizada.

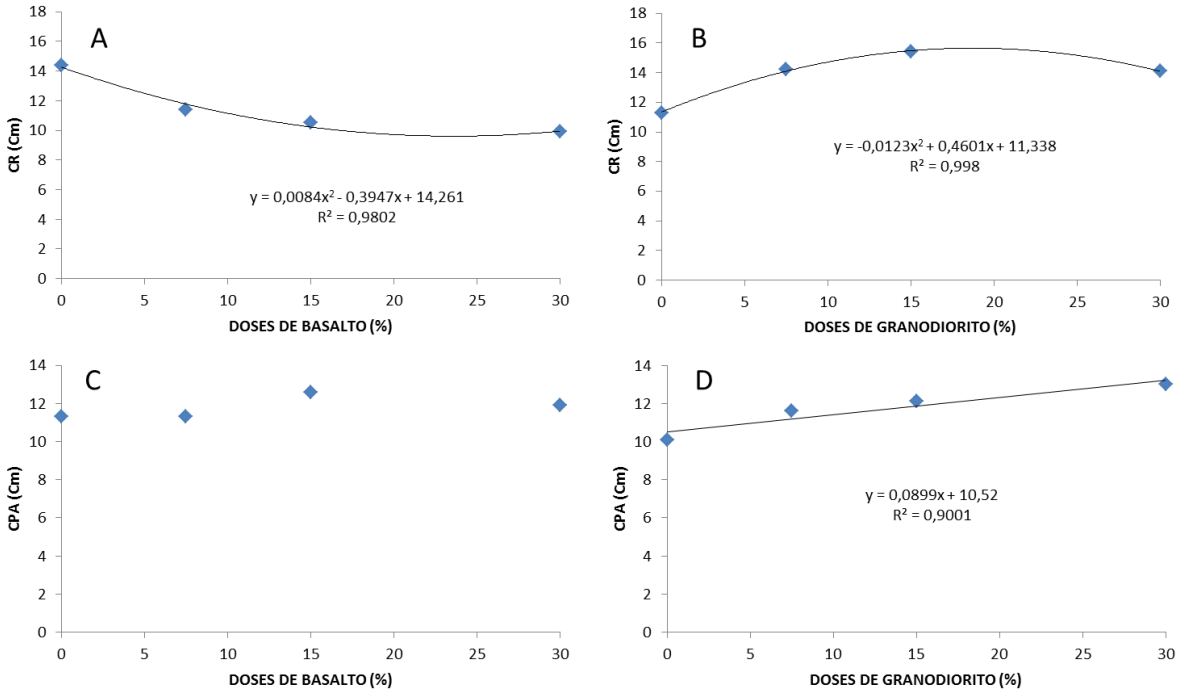

Figura 11. Comprimento de raiz (CR) (A e B) e comprimento de parte aérea (CPA) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos quatro meses após o recobrimento.

Quanto ao teor de água (Figura 12), o comportamento foi semelhante à época anterior em que para basalto ocorreu um comportamento linear decrescente conforme aumentou as doses e, um comportamento quadrático para granodiorito em que houve um decréscimo mais acentuado nas doses mais baixas e uma estabilização posterior, demonstrando que em todos os casos o tratamento com agrominerais apresentaram teores de água inferiores do conjunto semente e pó de rocha.

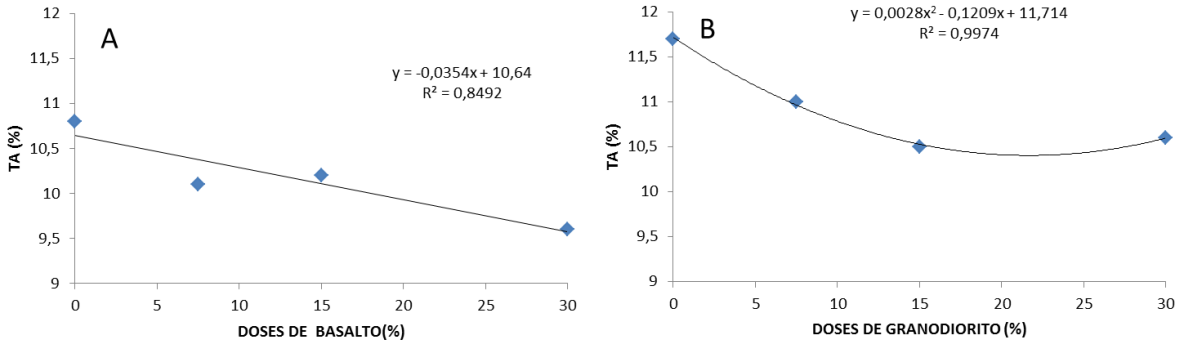

Figura 12. Teor de água (TA) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A) e granodiorito (B), aos quatro meses após o recobrimento.

Aos seis meses de armazenamento, não foi observado efeito para o recobrimento das sementes com o pó de rocha na primeira contagem da germinação. Entretanto para a germinação (Figura 13), o acréscimo da dose de pó de basalto proporcionou aumento da germinação até a dose 20,8% e uma leve redução para doses maiores, que foram sempre superiores aos valores das sementes sem recobrimento. Já a rocha granodiorito apresentou um comportamento linear crescente, aumentando a germinação à medida que aumentou a dose do agromineral, evidenciando-se de maneira que o as plântulas responderam positivamente ao recobrimento de sementes com o granodiorito para esta época de avaliação ao teste de germinação.

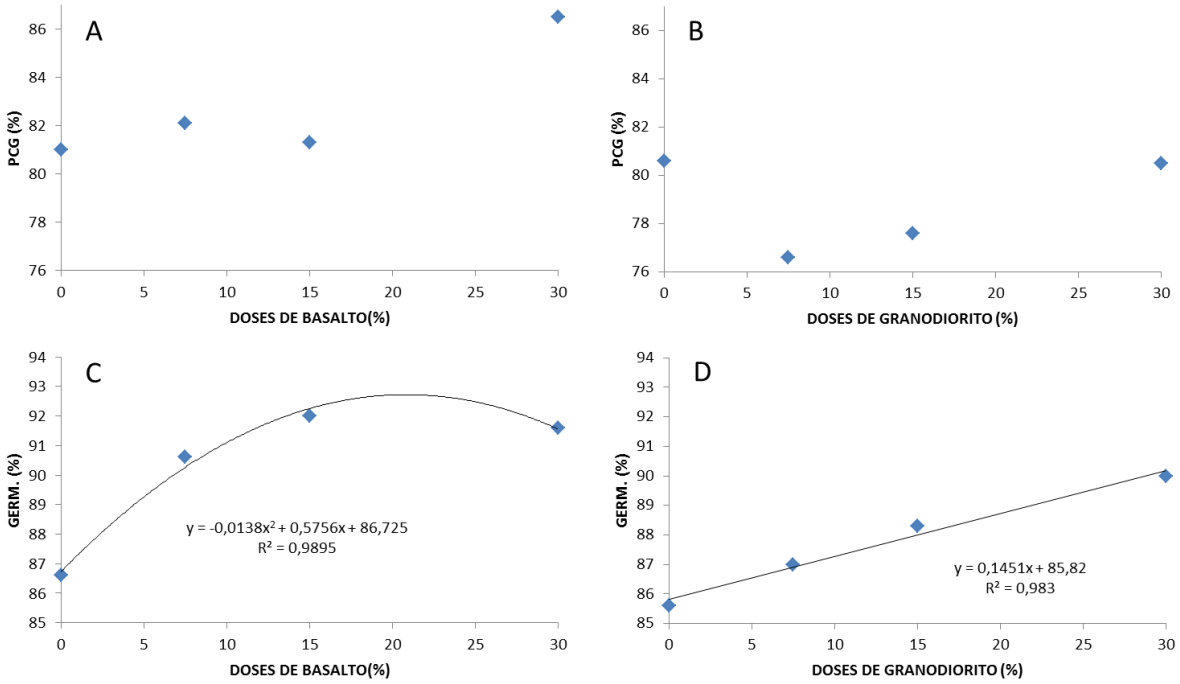

Figura 13. Primeira contagem de germinação (PCG) (A e B) e de germinação (GERM.) (C e D), em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos seis meses após o recobrimento.

Os efeitos do recobrimento sobre o envelhecimento acelerado (Figura 14) foram diferentes entre as duas rochas. Para o basalto constata-se um comportamento geral de acréscimo com o aumento da dose para os dois testes. Para a rocha granodiorito ajustou-se uma regressão de segundo grau, com o ponto de mínimo em 14,2%. No teste de frio para a rocha basalto ocorreu um

comportamento linear, aumentando os valores conforme aumentaram as doses do recobrimento, enquanto que para o granodiorito não houve efeito do recobrimento.

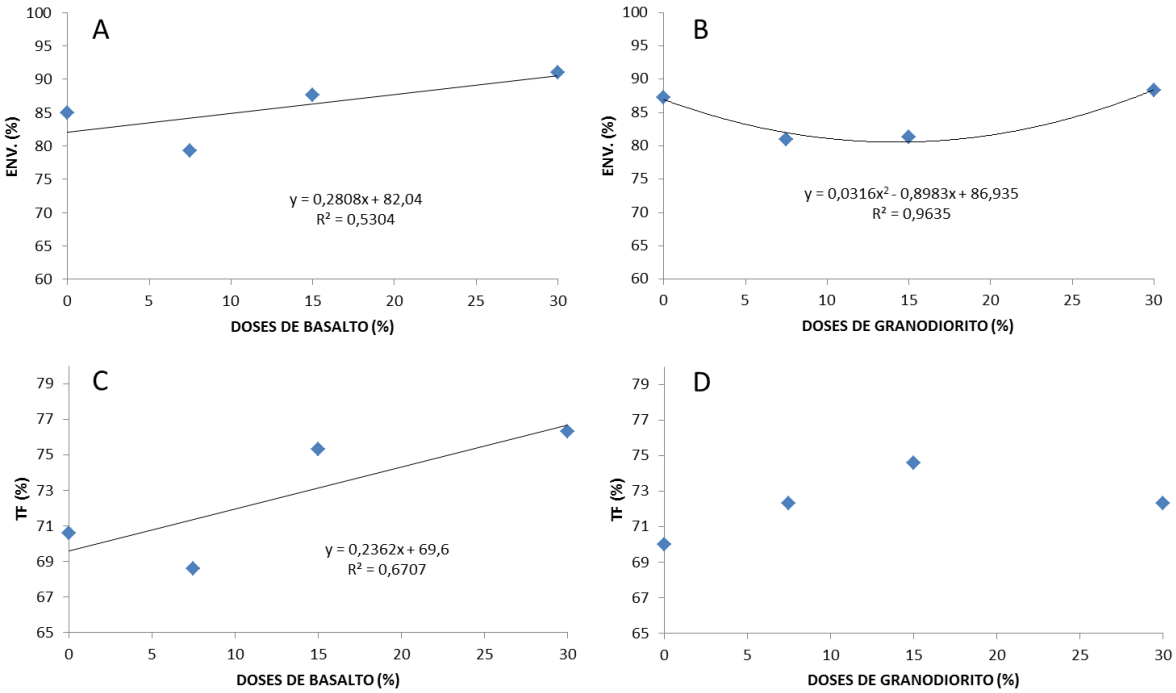

Figura 14. Envelhecimento acelerado (ENV) (A e B) e teste de frio (TF) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos seis meses após o recobrimento.

As variáveis, comprimento de raiz e comprimento da parte aérea (Figura 15), não foram afetadas pelo tratamento com basalto, enquanto que para o granodiorito para ambas a variáveis ocorreu um comportamento linear, havendo um incremento no comprimento tanto de raiz quanto parte aérea conforme as doses aumentaram. Ocorreram acréscimos de mais de quatro centímetros para o comprimento da raiz e de mais de dois centímetros para a parte aérea para as sementes tratadas com a dose maior, em relação às sementes sem tratamento, evidenciando o efeito do granodiorito nessa variável.

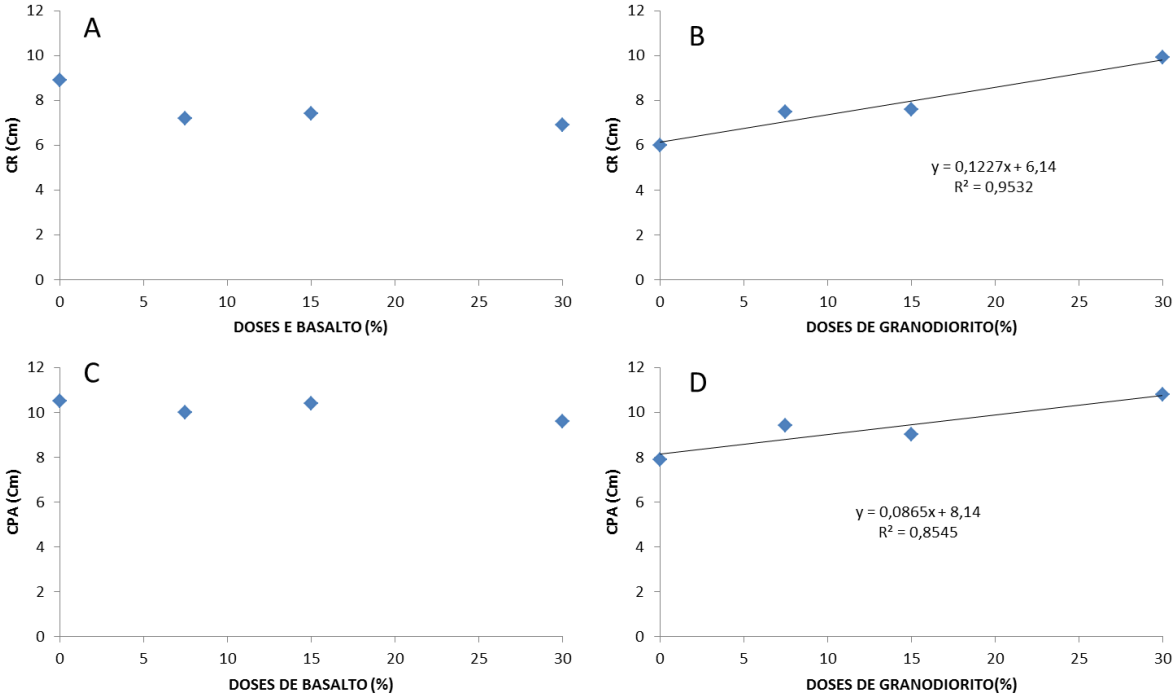

Figura 15. Comprimento de raiz (CR) (A e B) e comprimento de parte aérea (CPA) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos seis meses após o recobrimento.

Para teor de água (Figura 16), foi visualizada a mesma tendência da época de avaliação dos quatro meses, de modo que para basalto observa-se um comportamento linear e para o granodiorito um comportamento quadrático, demonstrando que conforme as doses aumentaram os valores do teor de água diminuíram.

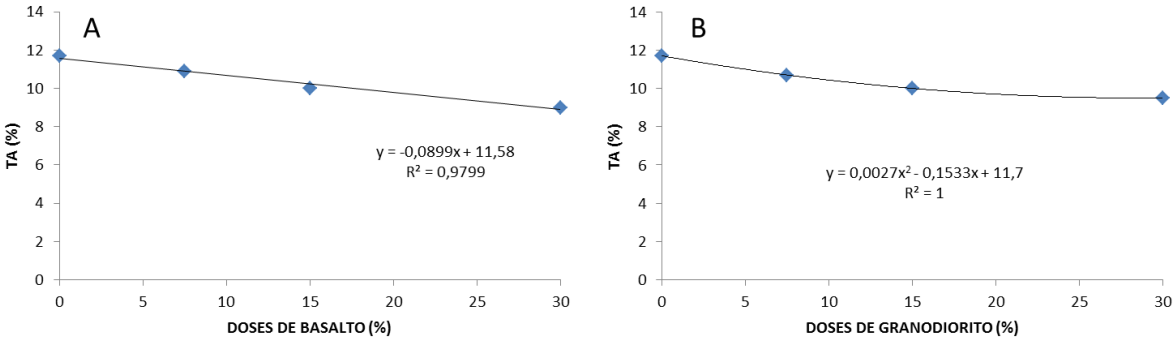

Figura 16. Teor de água (TA) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A) e granodiorito (B), aos seis meses após o recobrimento.

Aos oito meses após o recobrimento, a variável primeira contagem da germinação e germinação (Figura 17) não foram afetadas pelo tratamento das

sementes com os agrominerais. Quanto a variável envelhecimento acelerado (figura 18), não houve efeito para o basalto, mas houve efeito para o granodiorito que provocou redução nos valores do envelhecimento até a dose 14,7% e aumentos para doses maiores, tendência essa que também ocorreu na época anterior,

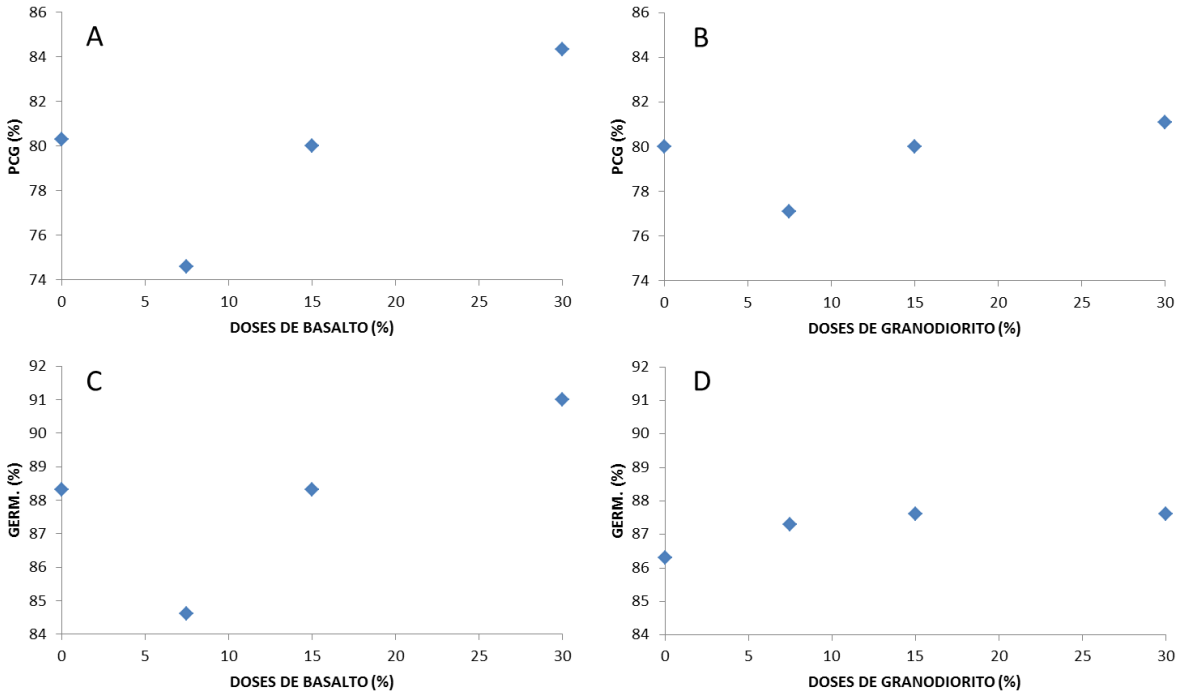

Figura 17. Primeira contagem de germinação (PCG) (A e B) e de germinação (GERM.) (C e D), em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos oito meses após o recobrimento.

Para o teste de frio (Figura 18) o acréscimo na dose da rocha basalto causou aumento nos valores conforme aumentou a dose até um ponto de máxima resposta na dose de 17,8%, enquanto que para o granodiorito não houve efeito do recobrimento nesta época.

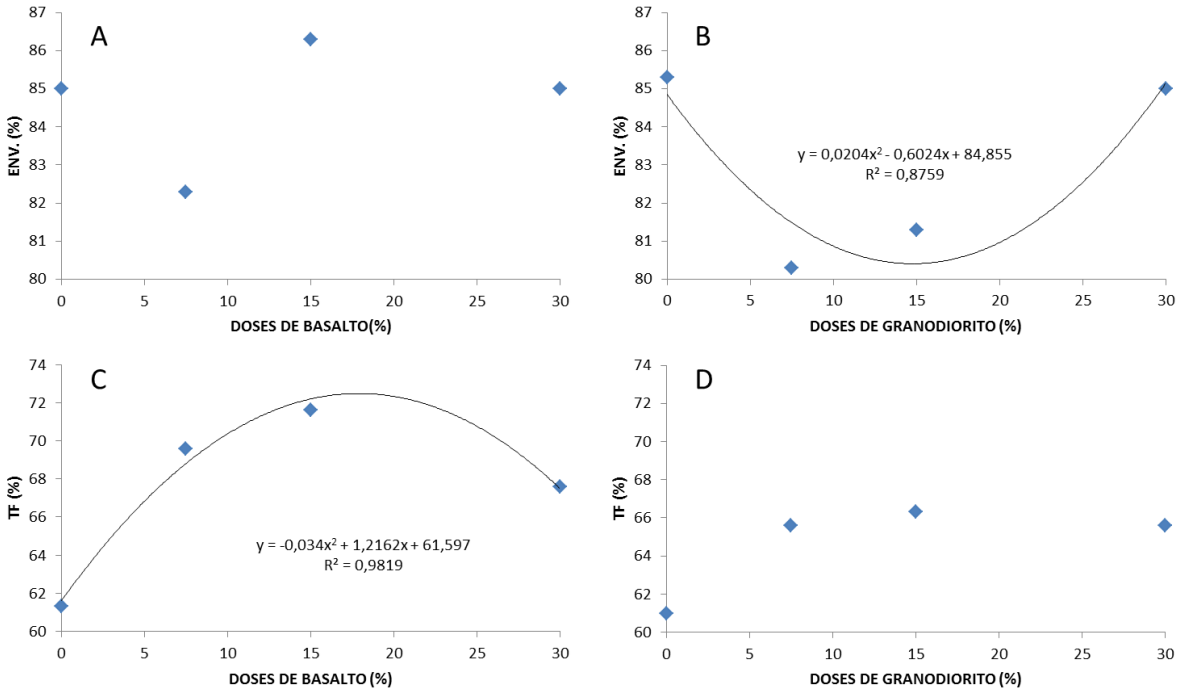

Figura 18. Envelhecimento acelerado (ENV) (A e B) e teste de frio (TF) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos oito meses após o recobrimento.

O comprimento da parte aérea (Figura 19), para os dois agrominerais demonstrou comportamento semelhante, de forma que conforme as doses aumentaram o desempenho das plântulas apresentaram acréscimos lineares, demonstrando responder positivamente ao recobrimento com os dois pós de rocha. Quanto a variável comprimento de raiz (Figura 19), não houve efeito para o basalto neste período de armazenamento. Já para o granodiorito houve um decréscimo no comprimento de raízes com o acréscimo das doses.

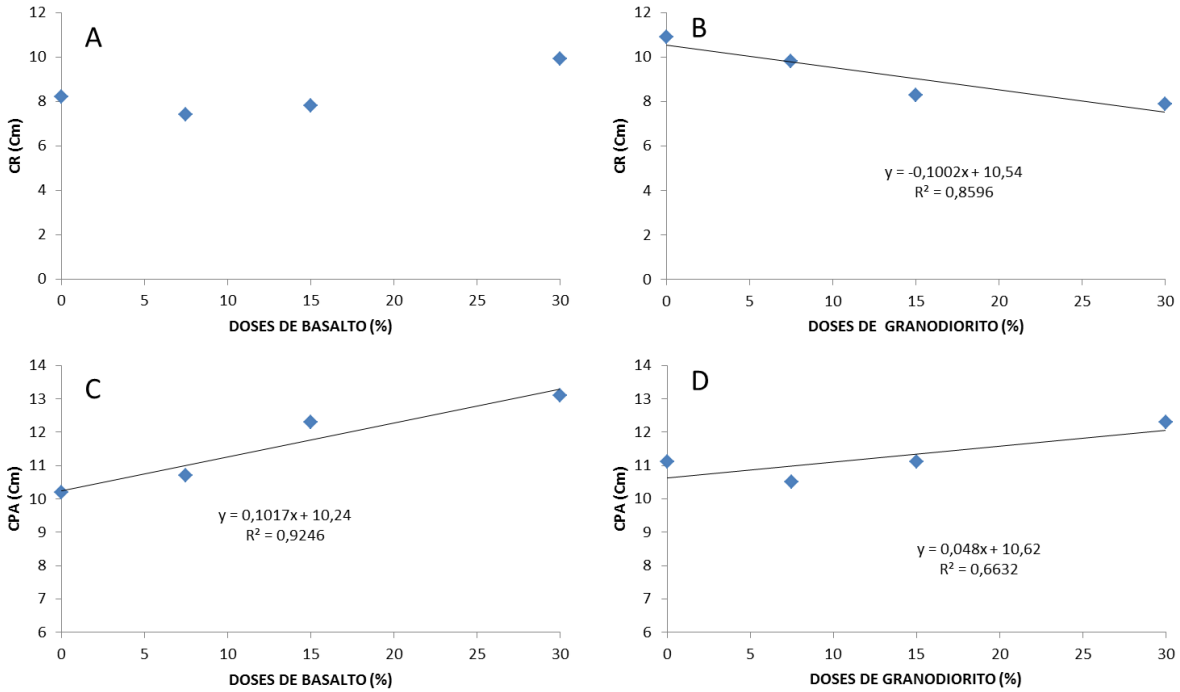

Figura 19. Comprimento de raiz (CR) (A e B) e comprimento de parte aérea (CPA) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos oito meses após o recobrimento.

O teor de água das sementes recobertas com agrominerais mostrou um comportamento de segundo grau. Para o basalto houve um pequeno decréscimo até as doses intermediárias e após um decréscimo mais acentuado para as doses maiores (Figura 20). Para o granodiorito houve uma queda mais acentuada para as doses intermediarias e uma estabilização posterior. Desse modo pode-se observar que a utilização do pó de rocha diminuiu os valores do teores de água do conjunto sementes e pós de rocha.

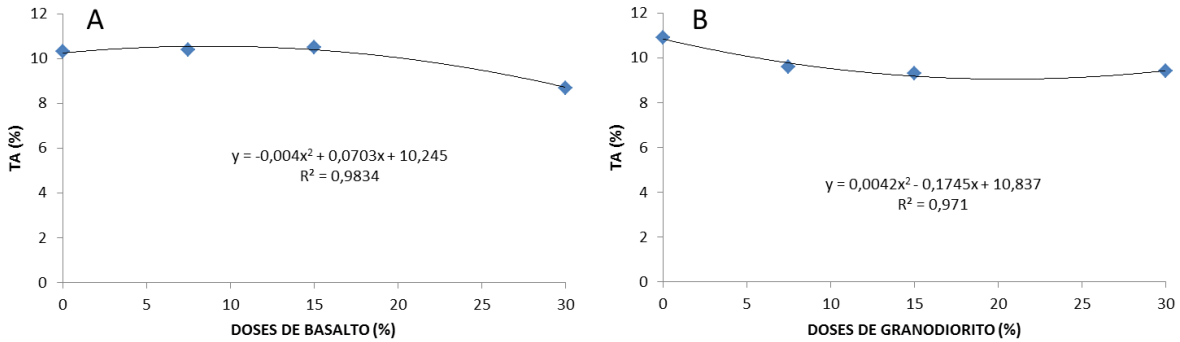

Figura 20. Teor de água (TA) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A) e granodiorito (B), aos oito meses após o recobrimento.

Aos dez meses de armazenamento após o recobrimento, apenas as variáveis teste de frio e primeira contagem da germinação não foram afetadas pelo recobrimento das sementes com os agrominerais. Para a primeira contagem da germinação (Figura 21), não houve efeito do recobrimento, no entanto pode-se observar que na dose 7,5% houve uma diminuição nos valores. A germinação não foi afetada pelo recobrimento com granodiorito, enquanto que para o basalto houve acréscimo na germinação até a dose 17,5%.

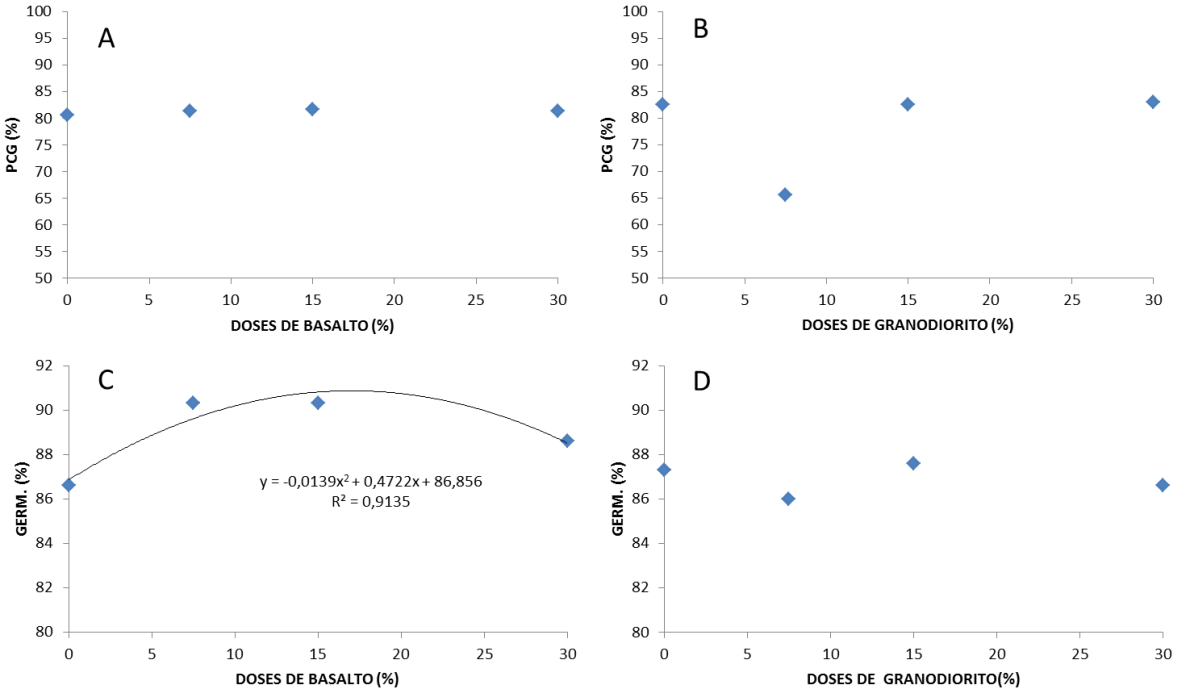

Figura 21. Primeira contagem de germinação (PCG) (A e B) e de germinação (GERM.) (C e D), em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos dez meses após o recobrimento.

Para o envelhecimento acelerado (Figura 22), ocorreu acréscimo linear conforme aumentaram as doses de basalto no recobrimento. Para o granodiorito não se ajustou nenhum polinômio, mas com desempenho muito semelhante ao observado para a primeira contagem da germinação observando-se uma diminuição na dose de 7,5%, já para o teste de frio nenhum dos agrominerais afetou positivamente ou negativamente nos resultados do teste.

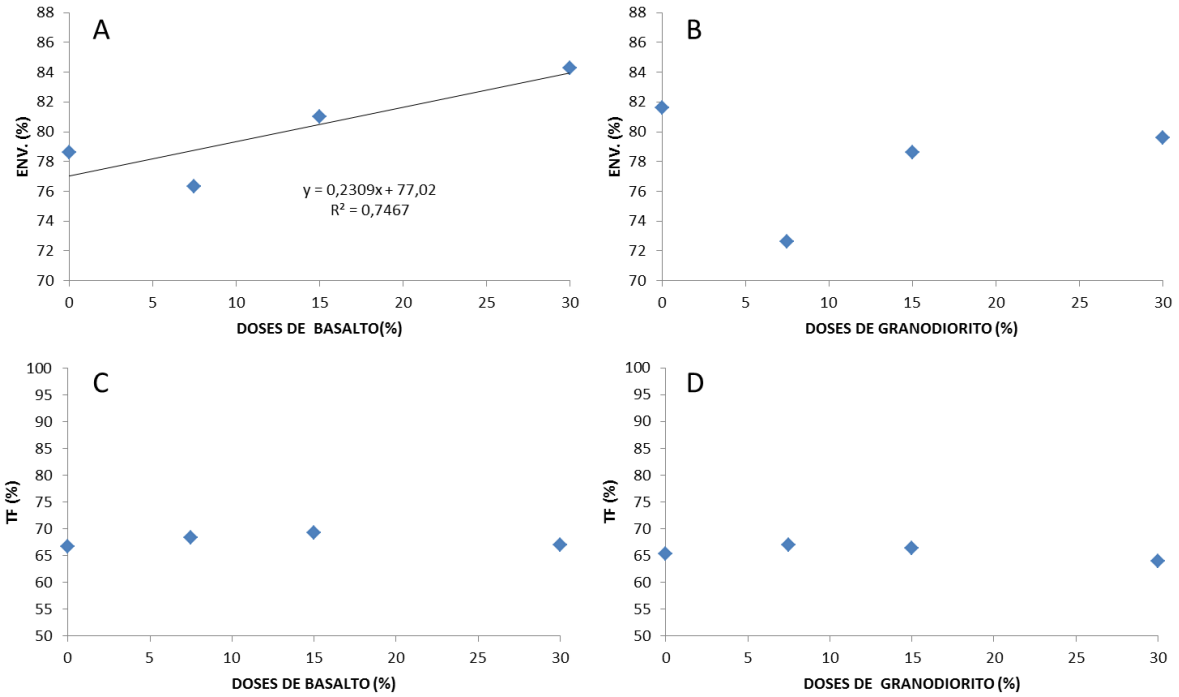

Figura 22. Envelhecimento acelerado (ENV) (A e B) e teste de frio (TF) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos dez meses após o recobrimento.

Para o comprimento da parte aérea (Figura 23), o basalto ajustou-se a um polinômio de segundo grau com queda nos valores até a dose de 14,5% e com aumento a partir desse ponto. Para o granodiorito ocorreram acréscimos lineares no comprimento da parte aérea a medida em que as doses foram aumentadas. O comprimento de raiz para o granodiorito não houve efeito do tratamento das sementes para essa variável (Figura 23), nesse período de armazenamento. Entretanto demonstrou efeito apenas para o tratamento com granodiorito, constatando-se o ajuste de um comportamento de segundo grau com um pequeno aumento do teste até a dose 16,1%.

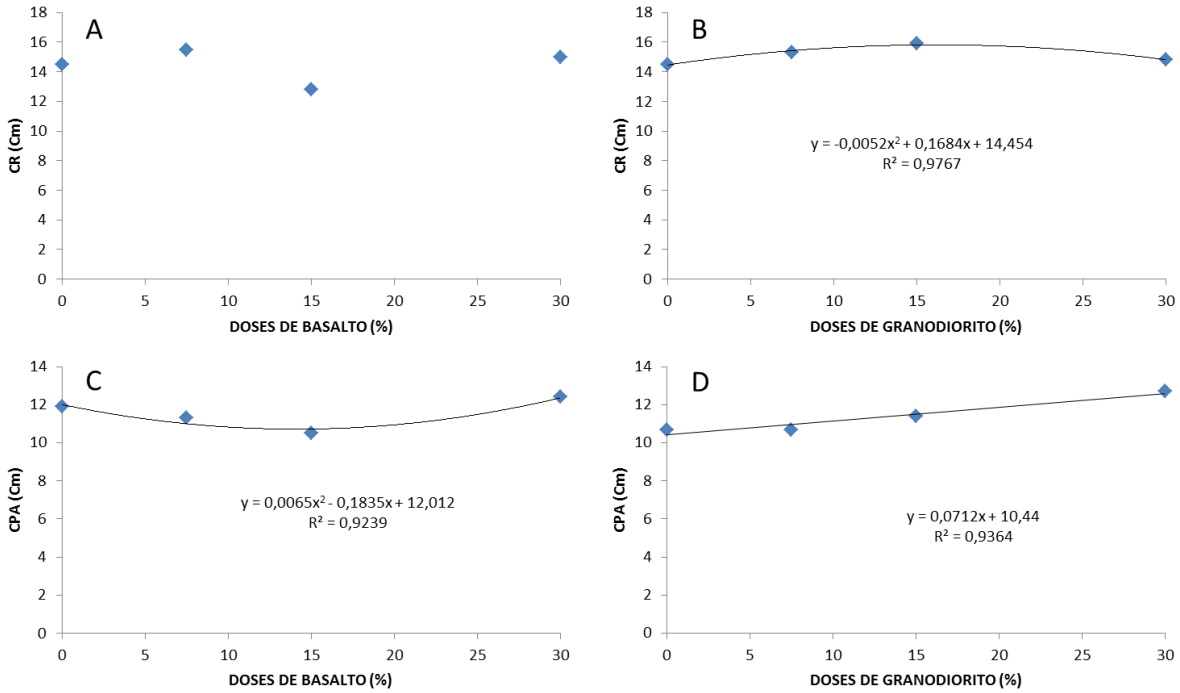

Figura 23. Comprimento de raiz (CR) (A e B) e comprimento de parte aérea (CPA) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos dez meses após o recobrimento.

O teor de água (Figura 24), para as duas rochas comportou-se de modo semelhante ajustando-se duas equações lineares, de modo que conforme aumentaram as doses dos agrominerais ocorreram decréscimos nos valores dos teores de água do conjunto semente e pó de rocha, comportamento esse que se repetiu muitas vezes durante os períodos de avaliação.

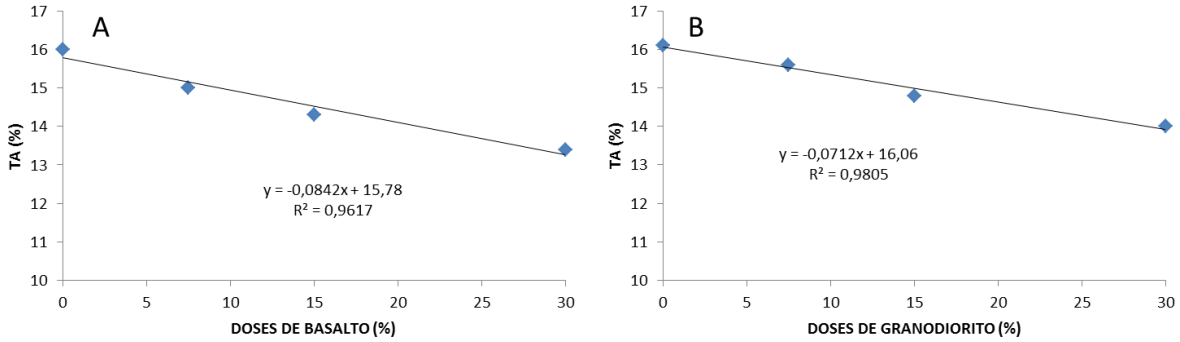

Figura 24. Teor de água (TA) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A) e granodiorito (B), aos dez meses após o recobrimento.

Aos doze meses de armazenamento a primeira contagem da germinação (Figura 25), apresentou um comportamento de primeiro grau para o basalto com

uma pequena diminuição nos valores do teste de acordo com o aumento das doses. Para o granodiorito ocorreu pequena redução nos valores para as doses intermediárias e posterior aumento para as doses maiores. Quanto à germinação (figura 25), observa-se que nenhum dos dois agrominerais afetou significativamente os resultados de teste tanto positivamente ou negativamente.

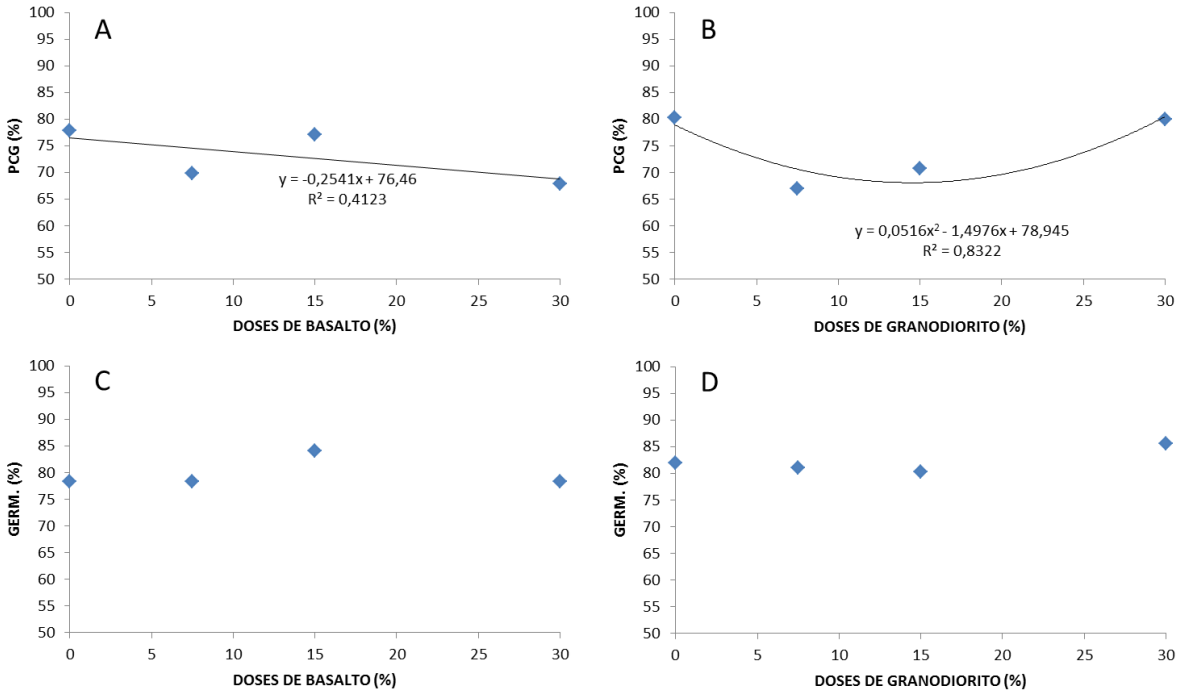

Figura 25. Primeira contagem de germinação (PCG) (A e B) e de germinação (GERM.) (C e D), em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos doze meses após o recobrimento.

Quanto ao envelhecimento acelerado houve acréscimo até doses em torno de 10% para a rocha basalto com diminuição nos valores para doses mais altas (Figura 26). O tratamento das sementes com granodiorito não afetou o comportamento das mesmas no envelhecimento acelerado. Para o teste de frio também não ocorreu efeito do tratamento das sementes com granodiorito, enquanto que para a rocha basalto, ocorreu decréscimo nos valores até a dose em torno de 15% , com acréscimos posteriores até a dose de 30%.

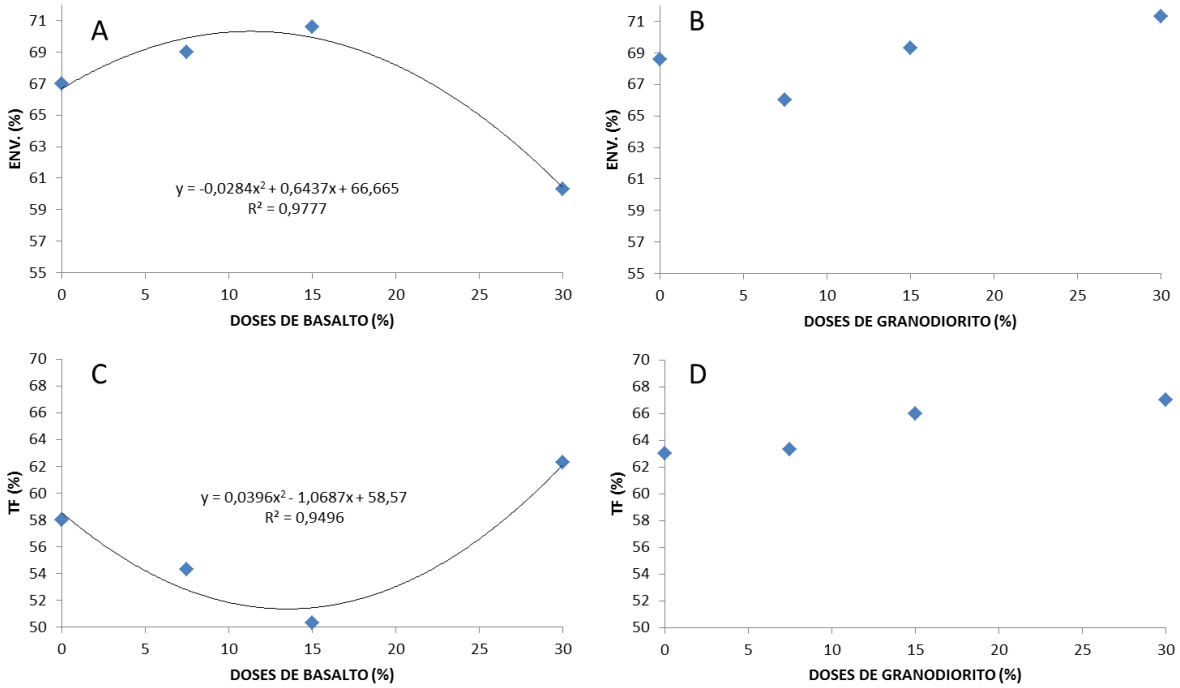

Figura 26. Envelhecimento acelerado (ENV) (A e B) e teste de frio (TF) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos doze meses após o recobrimento.

Para o parâmetro comprimento de parte aérea (Figura 27), ocorreram acréscimos lineares para o granodiorito conforme aumentou a dose do agromineral. Já o tratamento das sementes com basalto não afetou o comportamento dessa variável. Para o comprimento de raiz constata-se acréscimo linear com o aumento da dose de basalto no tratamento das sementes, enquanto que os efeitos não foram significativos para a rocha granodiorito.

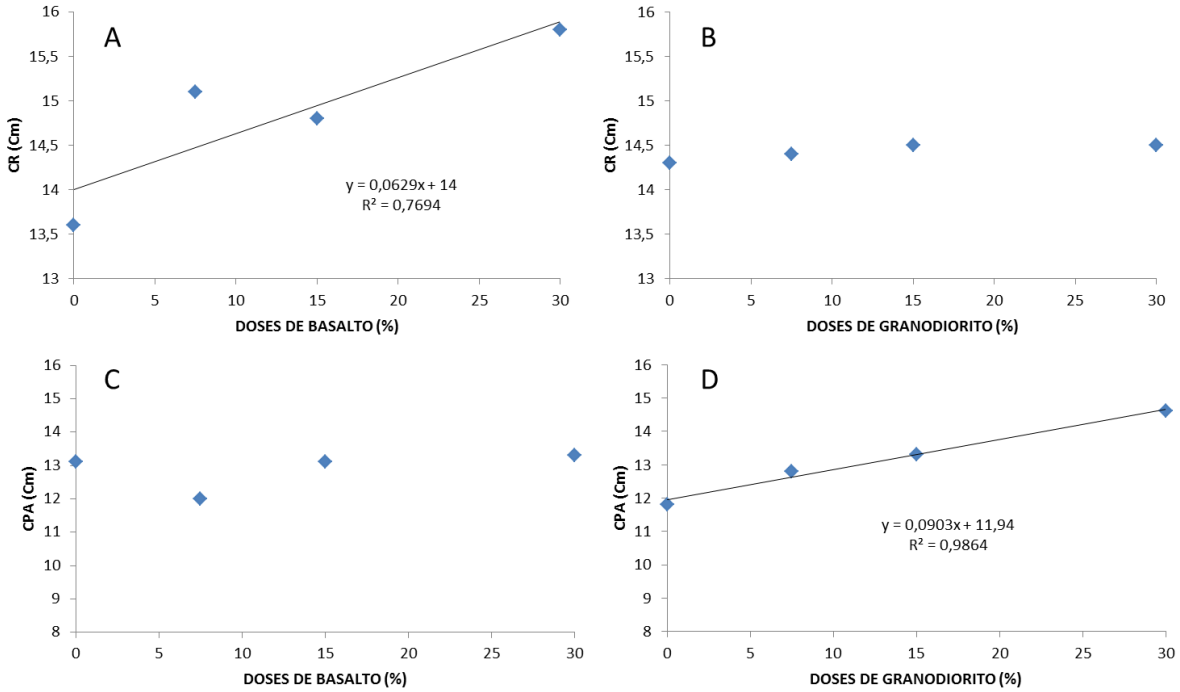

Figura 27. Comprimento de raiz (CR) (A e B) e comprimento de parte aérea (CPA) (C e D) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A e C) e granodiorito (B e D), aos doze meses após o recobrimento.

Para o teor de água das sementes as duas rochas demonstraram comportamento similar (Figura 28), com a umidade do conjunto semente e pó de rocha diminuindo linearmente à medida que aumentou o conteúdo de pó aderido a sementes. A semente tratada apresentou, em média, dois pontos percentuais a menos que a testemunha sem tratamento, sendo tal fato verificado em ambos as rochas. Tal fato demonstra que o tratamento pode ser uma opção de seca-armazenamento de sementes com baixo grau de umidade no início do período de armazenamento, em determinadas condições ambientais de acordo com a região. Como trabalhos realizados com a tecnologia de secagem com grânulos dessecantes, que não é nova, pois a secagem com sílica gel já é disponível há muito tempo.

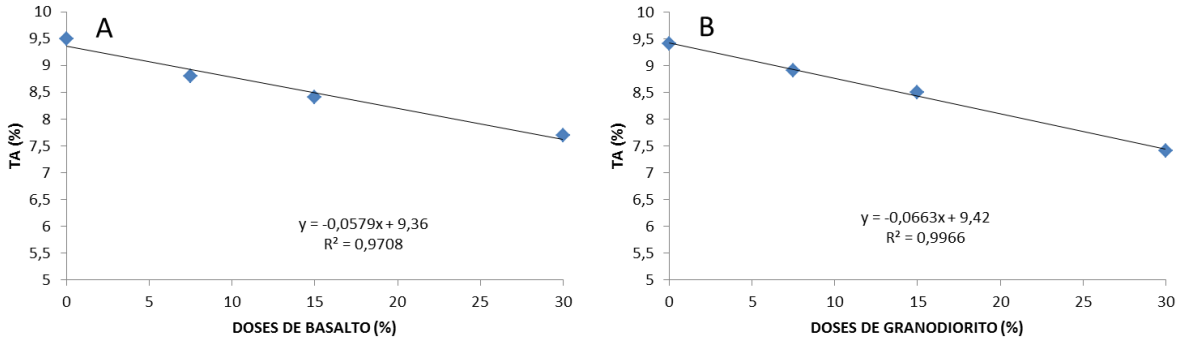

Figura 28. Teor de água (TA) em sementes de arroz recobertas com diferentes doses dos agrominerais basalto (A) e granodiorito (B), aos doze meses após o recobrimento.

Cavalcante et al. (2010) relatou que a fonte de sais podem influenciar no processo germinativo e de crescimento do mamoeiro. Verificou que podem ocorrer ações antagônicas exercidas pelos constituintes da fonte atenuando os efeitos depressivos, de modo que podem ser expressas respostas diferentes de acordo com o tipo de mineral utilizado como reações de antagonismo entre elementos. O efeito salino na germinação ocorre quando a concentração de sais da solução for maior que a da semente (DESAI et al, 2004). Segundo Munns, (2002) a inibição do crescimento das plantas pelo estresse salino pode ser consequência de efeitos osmóticos, provocando déficit hídrico e, ou, de efeitos específicos de íons, que podem acarretar toxidez ou desequilíbrio nutricional. Esses fatos podem ser considerados para aquelas variáveis e períodos de armazenamento em que as sementes recobertas com os agrominerais demonstraram resultados inferiores às sementes sem tratamento. No entanto deve-se considerar que as sementes recobertas demostraram para a maioria das variáveis, resultados superiores quando comparadas as sementes sem o recobrimento, nos diferentes períodos de armazenamento.

De maneira em que se pode observar que para o agromineral basalto a dose de melhor resposta foi a de 15%, mas quando se observa o agromineral granodiorito à dose em que se obtiveram os melhores resultados foi a de 30% permitindo inferir de que as diferenças entre os agrominerais puderam ser visualizadas durantes os períodos de avaliação.

4.2 Testes de emergência, índice de velocidade de emergência e produção de massa seca.

Para os testes de emergência em areia, índice de velocidade de emergência e produção de matéria seca de plântula, realizados 13 meses após o recobrimento, ocorreu efeito benéfico do recobrimento das sementes para os dois agrominerais em estudo (Figura 29). Para o basalto ajustou-se regressão de terceiro grau para a emergência com tendência de acréscimos nos valores, conforme aumento da dose no recobrimento, entretanto para o índice de velocidade de emergência o comportamento visualizado foi de uma reta de modo que conforme se aumentaram as doses aumentou o resultado para essa variável. Enquanto que para o granodiorito ocorreram acréscimos lineares para essas duas variáveis com os acréscimos nas doses do agromineral. Para a produção de matéria seca de plântulas os dois agrominerais apresentaram comportamento semelhante, ocorrendo acréscimo na matéria seca até 18,4% para o basalto e 19,2% para o granodiorito, e um ligeiro decréscimo após esses pontos. Esse comportamento indica um melhor desempenho fisiológico das sementes recobertas com os agrominerais, podendo indicar um efeito de manutenção de um nível mais alto da qualidade fisiológica das sementes recobertas ao longo do período de armazenamento. Nesse sentido, Höfs el. al. (2004), constataram que o índice de velocidade de emergência de plântulas de arroz mostrou redução com o uso de sementes de menor qualidade fisiológica. Também Schuch et. al. (2000) constatou que a redução no nível de vigor das sementes aumentou o tempo necessário para a protrusão das raízes primarias em sementes de aveia preta.

Outro aspecto que poderia estar favorecendo um melhor desempenho fisiológico das sementes poderia possivelmente estar relacionado ao fornecimento de nutrientes pelos agrominerais, para as sementes e as plântulas em desenvolvimento. Nesse sentido, Lemes (2013) constatou que sementes de arroz tratadas com silício sob estresse salino, apresentaram resultados superiores de porcentagem de emergência em campo, sendo que acréscimos na dose de silício proporcionaram aumento linear nessa variável. Silva e Ahrens (2011) constataram que o tratamento de sementes de milho com pó de xisto favoreceu o comportamento das variáveis, testes de germinação, vigor e exame de sementes infestadas em relação a testemunha sem recobrimento. O tratamento com pó de xisto apresentou

comportamento semelhante ao tratamento convencional das sementes de milho com fungicidas e inseticidas para as variáveis, germinação, vigor e infestação por insetos, indicando que esses tratamentos poderiam ser substituídos pelo recobrimento das sementes com o pó de xisto, em sistemas de produção orgânica.

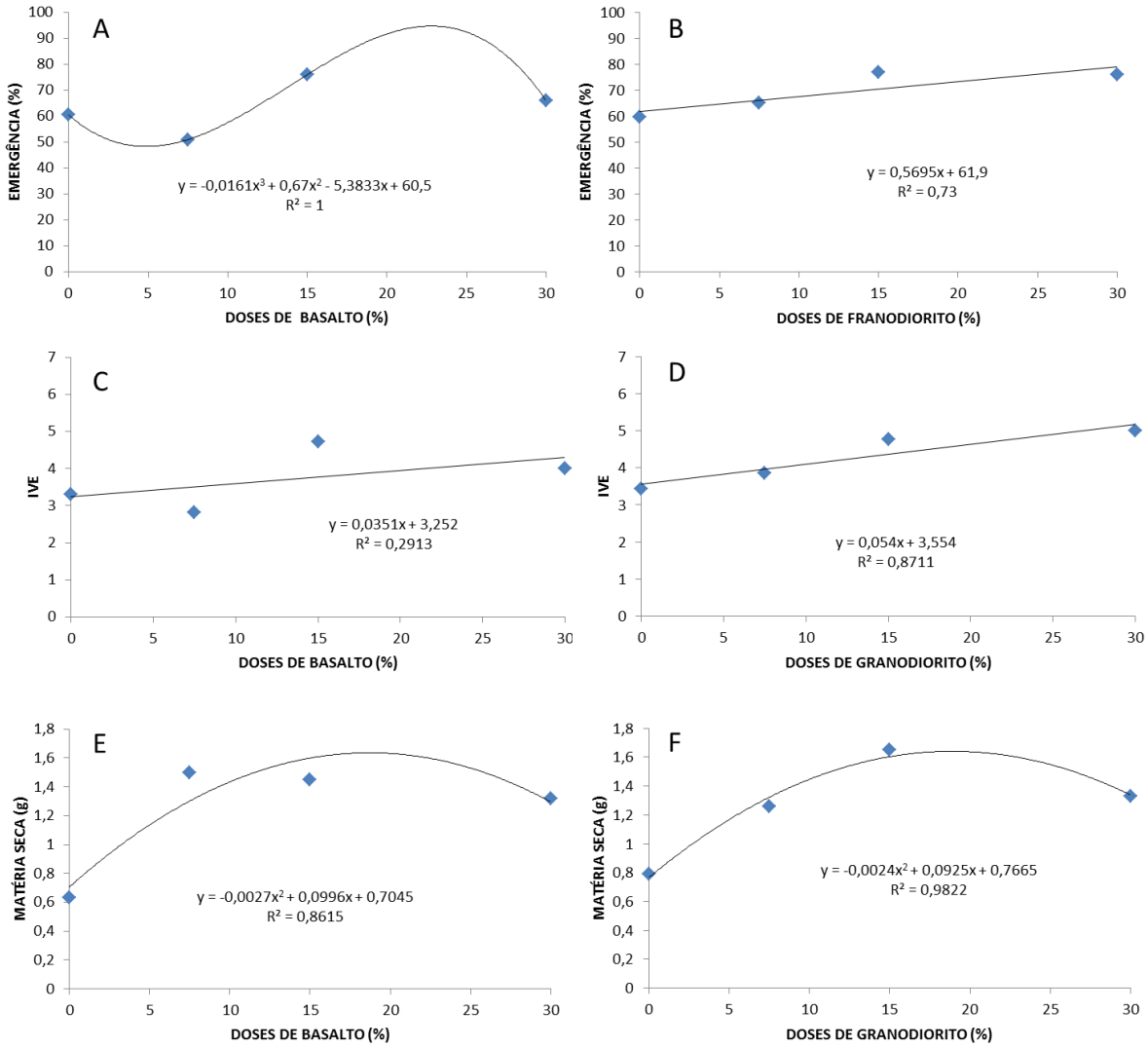

Figura 29. Emergência em areia para a rocha basalto (A) e granodiorito (B), índice de velocidade de emergência (IVE), para a rocha basalto (C) e granodiorito (D) e matéria seca de plântula para a rocha basalto (E) e granodiorito (F) em função da dose no recobrimento das sementes.

4.3 Efeitos do recobrimento no armazenamento das sementes

Avaliaram-se as diversas variáveis ao longo do período de armazenamento para as doses sem recobrimento e 30% de recobrimento com os dois agrominerais. Para a primeira contagem da germinação ajustaram-se polinômios de segundo grau

(Figura 30). Para o basalto as sementes recobertas com a dose 30% apresentaram a tendência de que nos períodos iniciais foram superiores a das sementes sem recobrimento até em torno de oito meses de armazenamento, mostrando comportamento inferior a das sementes não recobertas após esse período. Para o granodiorito as duas doses de recobrimento das sementes demonstraram comportamento semelhante ao longo do período de armazenamento (Figura 30).

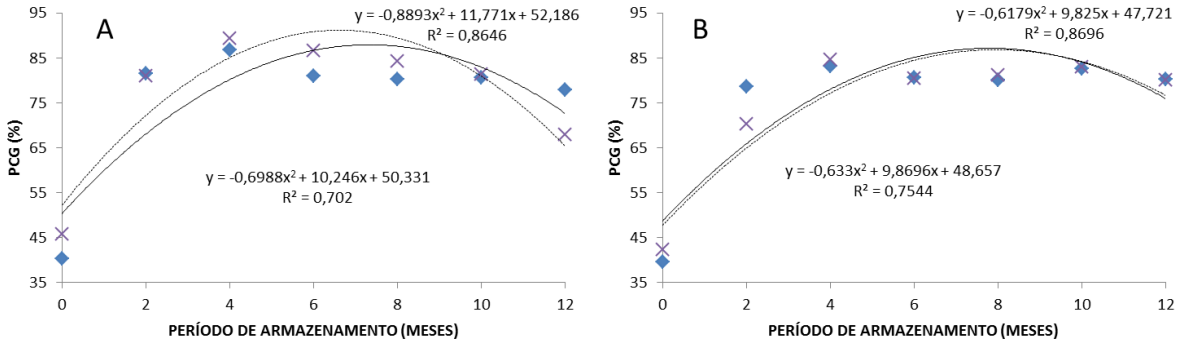

Figura 30. Primeira contagem de germinação (PCG) para a rocha basalto (A) e granodiorito (B), ao longo do período de armazenamento nos tratamentos sem recobrimento (–) e recobrimento na dose de 30% dos agrominerais (---).

Para a germinação também se ajustaram polinômios de segundo grau (Figura 31). Observa-se que para o basalto, o recobrimento das sementes proporcionou germinação superior as das sementes sem recobrimento ao longo do período de armazenamento. Para o granodiorito as sementes recobertas apresentaram valores de germinação próximos aos das sementes sem recobrimento no início do período de armazenamento, sendo que com o avanço desse período as sementes recobertas com 30% de pó de rocha passaram a apresentar um comportamento gradativamente superior. Avaliando ao longo do período de armazenamento pode observar que as doses de 30% de recobrimento mantiveram ao final do período de um ano, níveis de germinação aceitáveis, ficando em torno dos 80% de germinação para o basalto e acima de 80% de germinação para o granodiorito.

Medina (2009), constataram que sementes de triticale mantiveram o potencial fisiológico de maneira satisfatória por seis meses em local sem controle das condições do ambiente, em regiões com clima semelhante ao de Campinas SP. Porém observou queda na qualidade sanitária das sementes em razão da sobrevivência de patógenos.

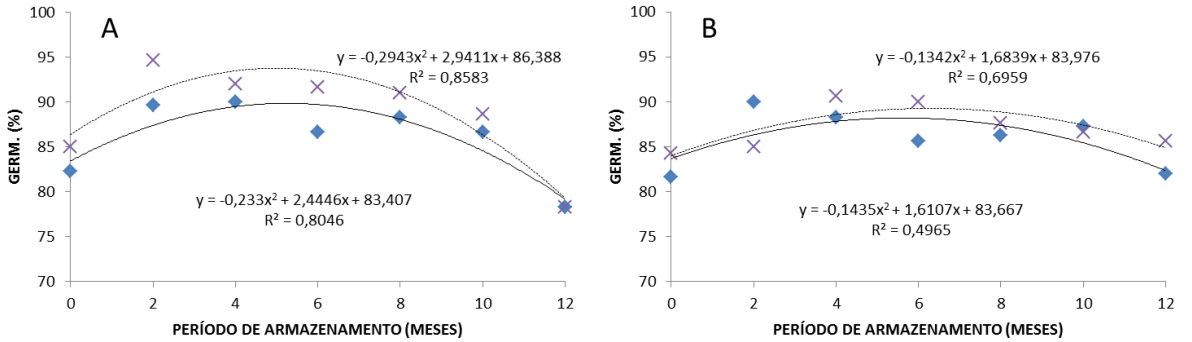

Figura 31. Germinação (GERM.) para a rocha basalto (A) e granodiorito (B), ao longo do período de armazenamento nos tratamentos sem recobrimento (—) e recobrimento na dose de 30% dos agrominerais (---).

Os comportamentos das regressões para o envelhecimento acelerado (Figura 32) foram muito semelhantes aos da primeira contagem da germinação, ajustando-se polinômios de segundo grau. Para o basalto nas épocas iniciais de avaliação observou-se um distanciamento visível entre as doses analisadas, sendo que a dose 30% apresentou valores superiores às sementes sem recobrimento. Ao final do período de armazenamento, porém, ocorreu uma inversão nesse comportamento. Já para o granodiorito houve uma pequena vantagem para a dose 30% até os seis meses de armazenamento, desaparecendo essa vantagem após esse período.

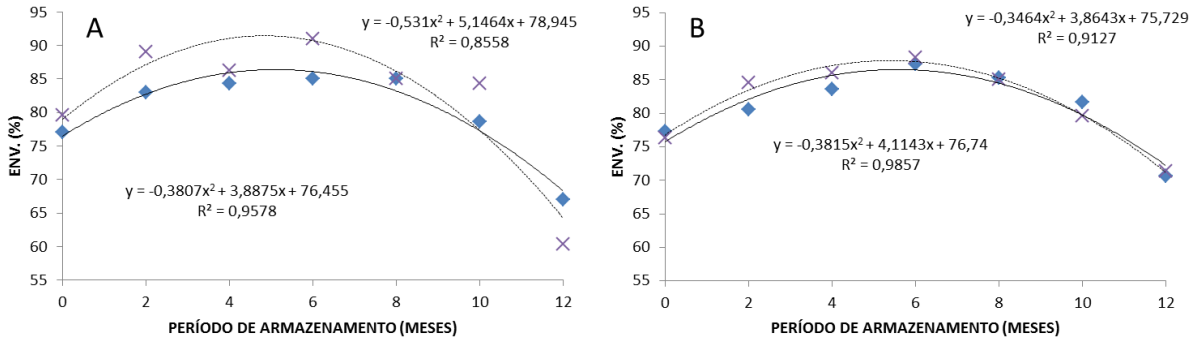

Figura 32. Envelhecimento acelerado (ENV.) para a rocha basalto (A) e granodiorito (B), ao longo do período de armazenamento nos tratamentos sem recobrimento (—) e recobrimento na dose de 30% dos agrominerais (---).

Para o teste de frio ajustaram-se regressões lineares ao longo do período de armazenamento (Figura 33), para os dois agrominerais. Para o basalto observa-se que durante todo o período de armazenamento o recobrimento das sementes com a dose 30% da rocha, proporcionou um comportamento superior em relação às sementes não tratadas, demonstrando beneficio no tratamento das sementes

mantendo o mesmo distanciamento em relação as sementes sem tratamento. Para o granodiorito observou-se que nos períodos iniciais de armazenamento o recobrimento proporcionou resultados inferiores (Figura 33), sendo que a partir do quarto mês de armazenamento o recobrimento das sementes proporcionou comportamento superior em relação as sementes não tratadas, demonstrando que a tendência de um distanciamento crescente até o final do armazenamento.

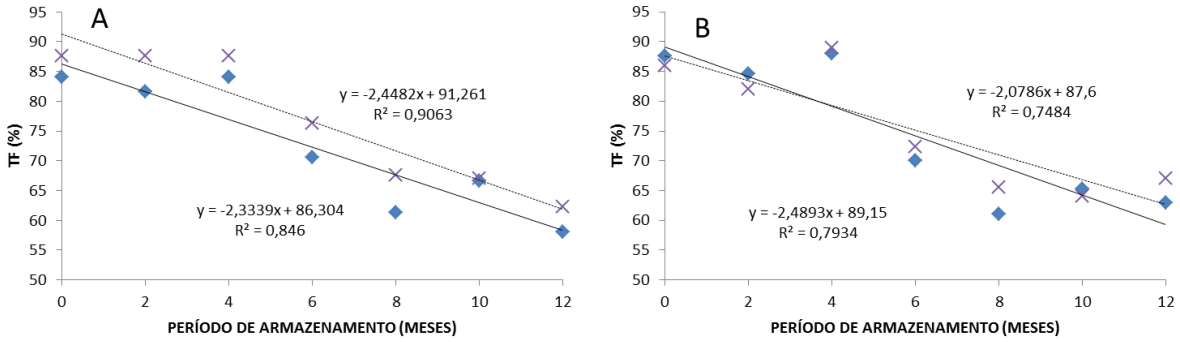

Figura 33. Teste de frio (TF) para a rocha basalto (A) e granodiorito (B), ao longo do período de armazenamento nos tratamentos sem recobrimento (——) e recobrimento na dose de 30% dos agrominerais (---).

Na variável comprimento da parte aérea, ajustaram-se polinômios de terceiro grau para todas as doses nos dois agrominerais, em função dos diferentes períodos de armazenamento. Para o granodiorito observa-se que a partir de dois meses de armazenamento, o recobrimento das sementes proporcionou maior comprimento da parte aérea das plântulas, até o final do período de armazenamento. Para o basalto observa-se que somente no período entre oito e dez meses de armazenamento o recobrimento das sementes proporcionou benefícios para essa variável, apresentando comportamento semelhante nos demais períodos.

Segundo Marcos Filho (2005), a germinação é um processo que compreende a captação de água, digestão e assimilação das reservas armazenadas e a retomada de crescimento embrionário, dando origem a uma plântula. Esta se desenvolve através da utilização das reservas contidas no endosperma ou no tecido cotiledonar, embora ocorra absorção de nutrientes do solo após a protrusão da raiz primária. Essa situação perdura até a fase em que a planta adquire eficiência fotossintética suficiente para se tornar autotrófica. Isso geralmente ocorre entre os vinte e trinta dias após a emergência das plântulas.

Assim, os efeitos observados no comprimento da parte aérea e no teste de frio, possivelmente estejam relacionados a um efeito de conservação do potencial fisiológico das sementes recobertas, ao longo do período de armazenamento. Por outro lado, esse comportamento também pode estar relacionado a um efeito fertilizante resultante da liberação de nutrientes dos pós de rocha utilizados. Nesse sentido, Mateus (2007) constatou que a mistura de sementes de *Brachiaria brizantha* com fertilizantes minerais fosfatados, cloreto de potássio e formulado farelado após 96 horas de contato do produto com as sementes anteriormente a semeadura afetou a emergência das plântulas.

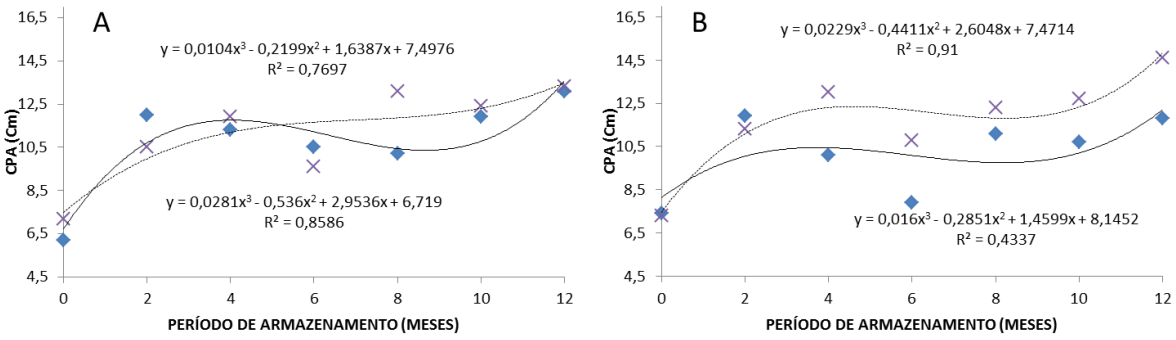

Figura 34. Comprimento de parte aérea (CPA) para a rocha basalto (A) e granodiorito (B), ao longo do período de armazenamento nos tratamentos sem recobrimento (—) e recobrimento na dose de 30% dos agrominerais (---).

Para o comprimento de raiz não se observa nenhuma tendência clara de superioridade, devido ao recobrimento das sementes ao longo do período de armazenamento, para os dois agrominerais (Figura 35).

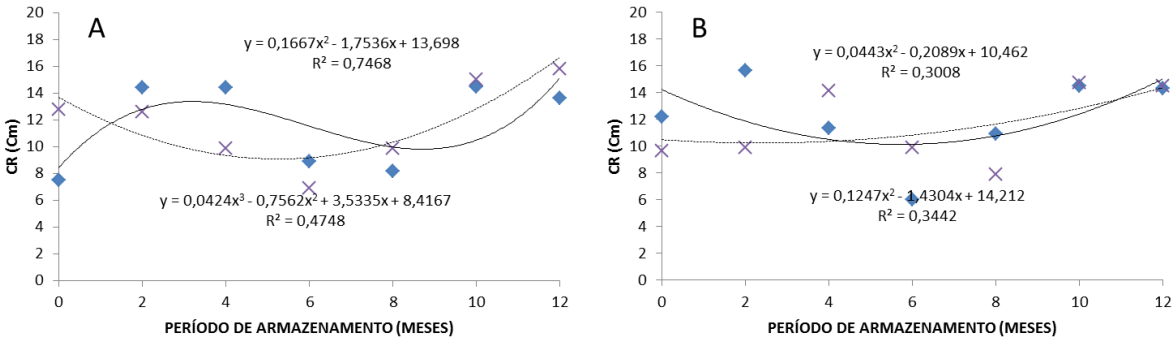

Figura 35. Comprimento de raiz (CR) para a rocha basalto (A) e granodiorito (B), ao longo do período de armazenamento nos tratamentos sem recobrimento (—) e recobrimento na dose de 30% dos agrominerais (---).

Avaliando-se o teor de água dos tratamentos constata-se que o conjunto sementes mais o recobrimento com os dois agrominerais na dose de 30%, apresentou valores inferiores ao das sementes sem recobrimento ao longo de todo o período de armazenamento (Figura 36), ocorrendo flutuações o longo do período. Verifica-se inclusive menor variação no teor de água ao longo do armazenamento nos tratamentos com os dois agrominerais utilizados no recobrimento, em relação às sementes não recobertas. As condições ambientais de Pelotas proporcionam variações nos teores de água ao longo do armazenamento, por apresentar altos valores de umidade relativa nos períodos de inverno e primavera, o que resulta em aumentos nos teores de água tanto das sementes nuas como das sementes recobertas. Dessa forma, pode observar de que o conjunto sementes e pó de rocha mantiveram valores em torno de mais de 1,5 pontos percentuais mais baixos para ambas as rochas utilizadas, ao longo do período de armazenamento.

Dessa forma, é possível que o teor de água das sementes recobertas com os pós das duas rochas tenha sofrido redução em função dos tratamentos com recobrimento, embora esse parâmetro não tenha sido avaliado nesse trabalho. Trabalho realizado por Van Asbrouck & Bradford (2011) utilizou com sucesso grânulos de Zeolito para a secagem de sementes ou outros materiais vegetais, como raízes, ramos, flores, frutos ou a planta inteira. Segundo essa metodologia, os grânulos podem ser misturados às sementes e posteriormente retirados com o uso de peneiras. Dessa forma, a utilização de recobrimento de sementes com pós de agrominerais, pode se constituir em uma tecnologia inovadora para a realização de secagem de sementes e manutenção do teor da água em níveis mais baixos ao longo do armazenamento.

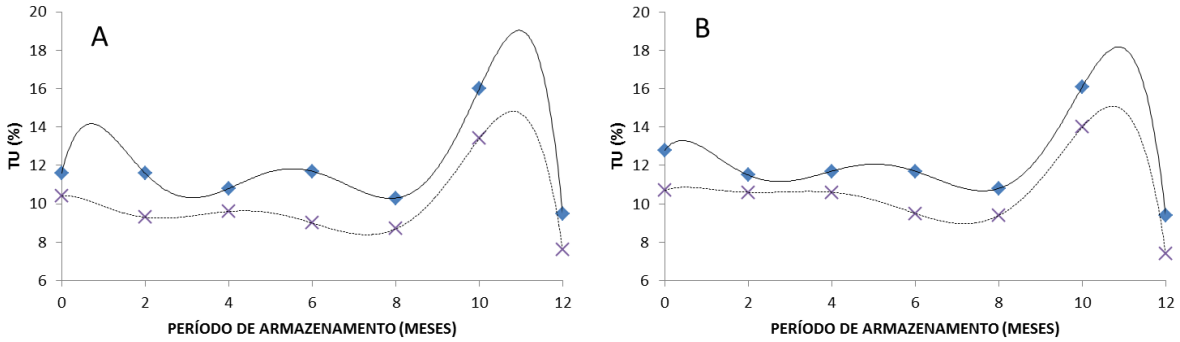

Figura 36. Teores de água (TA) para a rocha basalto (A) e granodiorito (B), ao longo do período de armazenamento nos tratamentos sem recobrimento (—) e recobrimento na dose de 30% dos agrominerais (---).

Pode-se observar que para diferentes variáveis os períodos iniciais de avaliação apresentaram resultados inferiores do que outros períodos posteriores, tal fato converge com resultados obtidos por Barros et. al. (2005), em que avaliou sementes de feijão tratadas com fungicida e polímero em períodos mensais podendo-se observar que para o período de 60 dias alguns dos tratamentos apresentaram resultados superiores aos resultados do período inicial de avaliação. Também se podendo observar tal desempenho superior em trabalho realizado por Pires et. al. (2004), que sementes de feijão tratadas com fungicidas e polímeros avaliadas mensalmente obtiveram resultados superiores de vigor, evidenciando um aumento do vigor até os dois meses de armazenamento.

Durante o período de armazenamento pode ficar mais visível de que o agromineral basalto tendeu a resultados mais positivos nos períodos iniciais de avaliação e que para o agromineral granodiorito os períodos em que se obtiveram resultados mais positivos foram os períodos finais de avaliação, podendo-se associar a uma melhor conservação do vigor das sementes utilizadas.

5. CONCLUSÕES

O recobrimento de sementes com pós de rocha dos agrominerais basalto e granodiorito melhora o desempenho fisiológico de sementes de arroz, ao longo do período de armazenamento;

Sementes recobertas com os agrominerais proporcionam desempenho superior de plântulas no período inicial de crescimento;

Sementes recobertas com os pós de rocha de basalto e granodiorito apresentam teor de água inferior do conjunto semente mais o material de recobrimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARSEGO, O.; BAUDET, L.; AMARAL, A. S.; HÖLBIG, L.; PESKE, F.; Recobrimento de sementes de arroz irrigado com ácido giberélico, fungicidas e polímero. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 2, p.201-206, 2006.

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. de L.; SCAPIM, C. A.; MARTORELLI, D. T.; ALBRECHT, L. P.; FACIOLLI, F. S. Qualidade fisiológica e produtividade das sementes de milho tratadas com micronutrientes e cultivadas no período de safrinha. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 535-543, 2006.

AZAMBUJA, I.H.V.; VERNETTI Jr., F.J.; MAGALHÃES Jr., A.M. Aspectos socioeconômicos da produção do arroz. In: GOMES, A.S.; MAGALHÃES Jr., A.M. **Arroz irrigado no Sul do Brasil.** Brasília, DF. Embrapa Informação Tecnológica, 2004, p.23-44.

BACON, J. R.; CLAYTON, P. B. Protection for seeds: a new film coating technique. **Span**, Near Derby, v. 29, n. 2, p. 54–56, 1986.

BARROS, A. S. R.; Tratamento de sementes de milho com pós-inertes. In: **XXII Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, 1998, Recife. Anais do XXII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 1998. p. 1-3.

BARROS, R.; G.; BARRIGOSSI J.; A.; F.; COSTA, J.; L.; S.; Efeito do armazenamento na compatibilidade de fungicidas e inseticidas, associados ou não a um polímero no tratamento de sementes de feijão, **Bragantia**, Campinas, v.64, n.3, p.459-465, 2005.

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

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: **Worshop Insumos para Agricultura Sustentável**, 2012, Pelotas. Workshop Insumos para a Agricultura Sustentável, 2012.

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. In: **XXI Congresso de Iniciação Científica da UFPel**, 2012, Pelotas. Anais do XXI Congresso de Iniciação Científica, 2012.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes:** ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 429p.

CAVALCANTE, L. F. CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, I. H. L.; DIASET, T. J.; Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. **Semina**: Ciências Agrárias, Londrina, v.31, p.1281-1290, 2010.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira de grãos. Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília: Conab, 2014. Publicação mensal. 1. Grãos. 2. Safra. 3. Agronegócio I. Título. Disponível em: http://www.conab.gov.br2012.pdf acesso em fevereiro de 2014.

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

DESAI, B.B.; KOTECHA, P.M. & SALUNKE, D.K. **Seeds handbook: biology, production, processing and storage.** 2.ed. New York, Marcel Dekker, 2004. 787p.

EBERHARDT, P. E. R.; XAVIER, C. A.; 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

FERNANDES, F.R.C.; LUZ, A.B.; CASTILHOS, Z.C. Eds. **Agrominerais para o Brasil**. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral - CETEM/MCT, 2010. 380 p. Gramado. Memória. Passo Fundo: Comissão Estadual de Sementes e Mudas do Rio Grande do Sul, 1998. p.99-106.

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.

GRECCO, M. F.; BERGMANN, M.; BAMBERG, A. L.; SILVEIRA, C. A. P.; MARTINAZZO, R.; Potencial da rocha dacítica para remineralização de solos. In: **Workshop de Insumos para agricultura Sustentável**, 2012, Pelotas. Insumos para agricultura Sustentável, 2012.

GRECCO, M. F.; BAMBERG, A. L.; SILVEIRA; C. A. P.; MARTINAZZO, R.; BERGMANN, M.; Classificação de rochas do sul do Brasil com potencial para utilização agrícola baseada em litoquímica. In: **XXI Congresso de Iniciação Científica da UFPel**, 2012, Pelotas. Anais do XXI Congresso de Iniciação Científica, 2012.

HARTER, F. S.; BARROS, A. C. S. A.; Cálcio e silício na produção e qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 1, 2011.

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.

HOFS, A.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A.;. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**. 2004, v.26, n.1, pp. 92-97.

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.

LARRÉ, C. F.; MORAES, D. M.; LOPES, N. F. Qualidade fisiológica de sementes de arroz tratadas com solução salina e 24-epibrassinolídeo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 1, 2011.

LEITE, R. F. C.; SCHUCH, L. O. B.; AMARAL, A. S.; TAVARES, L. C.; Rendimento e qualidade de sementes de arroz irrigado em função da adubação com boro. **Revista Brasileira de Sementes,** Londrina, v. 33, n. 4, 2011.

LEMES, E.; S. **Aplicação de cinza da casca de arroz, via solo, como fonte de silício em arroz irrigado sob estresse salino**. 2013 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2013.

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

LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/Fotapos, 155p. 1989.

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.

KIRKBY, E. A.; RÖMHELD, V. **Nutrientes na fisiologia de plantas: micronutrientes na fisiologia de plantas: micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade funções, absorção e mobilidade**, Encarte Técnico informações agronômicas nº 118 Goiânia – junho 2007, 24p.

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

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

MATEUS, G. P.; BORGHIII, E.; MARQUESII, R. R.; BÔAS, R. L. V.; CRUSCIO C. A. C.; Fontes e períodos de contato de fertilizantes e germinação de sementes de Brachiaria brizantha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** Viçosa., v.31, n.1, p. 177-183. 2007.

MAUDE, R. Progressos recentes no tratamento de sementes. In: NASCIMENTO, W.; SILVA, J.; MARTON, L. Qualidade fisiológica de sementes peletizadas de tomate durante o armazenamento. **Informativo ABRATES**. Londrina, v.3,n.3, p.47, 1993.

MEDINA, P. F.; TANAKA, M. A. S.; PARISI, J. J. D.; Sobrevivência de fungos associados ao potencial fisiológico de sementes de triticale (X. triticosecale

Wittmack) durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes,** Londrina., v.31, n.4, p. 17-26. 2009.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment.** Camberra, p.12, 2002.

PAIXÃO, M. F.; AHRENS, D. C.; BIANCO, R.; OLSEN, O. ; SKORA NETO, F.; SILVA, F. A.; CAIEIRO, J.T.; NAZARENO, N.R.X. . Controle de *Sitophilus oryzae* (L.) em armazenamento de sementes de centeio com subprodutos do processamento do xisto, no Paraná, Brasil. In: **I Congresso Brasileiro de Rochagem**, 2009, Brasília, DF. Anais I Congresso Brasileiro de Rochagem. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2009. v. 1. p. 259-264.

PIRES, L.; L.; BRAGANTINI, C.; COSTA, J.; L.; S. Armazenamento de sementes de feijão revestidas com polímeros e tratadas com fungicidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.7, p.709-715, jul. 2004.

RAMOS, L. A.; KORNDÖRFER, G. H.; NOLLA, A.; Acúmulo de silício em plantas de arroz do ecosistema de várzea submetido à aplicação de diferentes fontes. **Bragantia,** Campinas, v. 67. P. 7 n.3, 2008

REIS, M. A.; ARF, O.; SILVA, M. G.; EUSTÁQUIO DE SÁ, M.; BUZETTI, S.; Aplicação de silício em arroz de terras altas irrigado por aspersão ado por aspersão. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 30, n. 1, p. 37-43, 2008

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.

SARTORATO, A.; RAVA, C.A. Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 300p. **Seminário Panamericano de Semillas**, 15, 1996.

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N.; MAIA, M. S.; Vigor de sementes de populações de aveia preta: II. Desempenho e utilização de nitrogênio. **Scientia Agricola**, Piracicaba., vol.57, n.1, pp. 121-127. 2000.

SILVA, D.; R.; G. **Caracterização e avaliação agronômica 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.

SOUZA, F. N. S; ALVES, J. M.; DAGOSTINI, L. R.; PINHEIRO, O. N.; ALMEIDA, V. R.; CAMPOS, G. A. Rochas silicáticas na correção e adubação de solos In: MARTINS, E. S. & THEODORO, S. H (Eds.) **I Congresso Brasileiro de Rochagem**, Brasília. Anais I Congresso Brasileiro de Rochagem, 2009. Cap. 36, p.289-295. 2009.

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.

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O.; ROCHA E. L.; REGO, K. G. 2006. Experiências de uso de rochas silicáticas como fonte de nutrientes. **Espaço & Geografia**, Brasília. Vol.9, No 2, p. 30, 2006.

VAN ASBROUCK, J.; BRADFORD, K.J. Desiccant beads for efficient seed drying and storage. Palestra da Sessão Técnica 2, **10º Congresso Internacional de Sementes (ISSS)**, Salvador, Bahia, Brasil, 2011.

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

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