

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel**  
**Programa de Pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar**



**Dissertação**

**Utilização de agrominerais no recobrimento de sementes de feijão miúdo**

**Ricardo Batista Job**

**Pelotas, 2015**

**Ricardo Batista Job**

**Utilização de agrominerais no recobrimento de sementes de feijão miúdo**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel - Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo da Silva Pedroso

Coorientador: Dr. Gilberto Antônio Peripolli Bevilaqua

Pelotas, 2015

Ricardo Batista Job

## **Utilização de agrominerais no recobrimento de sementes de feijão miúdo**

Dissertação aprovada como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 25/02/2015

Banca examinadora:

Prof. Dr. Carlos Eduardo da Silva Pedroso (Orientador)  
Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Manoel de Souza Maia  
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

Dr. Adilson Luís Bamberg  
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Otoniel Geter Lauz Ferreira  
Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Pelotas

Aos meus pais, José Noeci e Dilma pelo  
incentivo e apoio

**Dedico**

## **Agradecimentos**

A minha família, que me recebeu e ensinou valores que levo por toda a vida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar da Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade de realizar o mestrado.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado – Embrapa Clima Temperado, pela disponibilidade do espaço físico para realização dos experimentos.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos, e digo, sem esta seria muito difícil concluir o curso.

Ao Orientador Prof. Dr. Carlos Eduardo da Silva Pedroso, pela orientação e incansável revisão dos manuscritos deste trabalho.

Ao Dr. Gilberto Antonio Peripolli Bevilaqua, pela forma democrática como conduzimos os trabalhos e pela particular amizade.

Ao pesquisador da Embrapa, Ricardo Alexandre Valgas, pela atenção e orientações sobre a análise estatística do trabalho.

A Gabriela, companheira que contribuiu muito para que chegássemos a este momento e a Manoela, nossa filhinha que nos enche de alegria.

Aos amigos funcionários da Embrapa: Leonel Guerreiro Mendes, Amilton Martins Pereira, Rosângela Mattos da Silva e Ailton Rosa Freitas pela ajuda na condução dos experimentos.

Aos colegas de curso pela amizade e trocas de experiência, especialmente a Régis A. Pinheiro, Paulo E. R. Eberhardt e Carla Alves.

A Elga e Egon Heck por disponibilizarem sua propriedade para realização do experimento a campo.

*“A vida é uma peça de teatro que não permite ensaios. Por isso, cante, chore, dance, ria e viva intensamente, antes que a cortina se feche e a peça termine sem aplausos”.*

(Charles Chaplin)

## Resumo

JOB, Ricardo Batista. **Utilização de agrominerais no recobrimento de sementes de feijão miúdo**. 2015. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

O trabalho teve o objetivo de avaliar a germinação e o desempenho inicial de plantas de feijão miúdo (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) a partir de sementes recobertas com agrominerais. As sementes foram recobertas com fosfato natural itafós, gábro e mistura dos dois agrominerais em níveis equivalentes a 5, 10, 15, 20 e 25 g/100 g de sementes, utilizando como adesivo acetato de polivinila (PVA). A germinação das sementes tratadas foi determinada em laboratório seguindo o protocolo descrito nas Regras para Análise de Sementes para a cultura do feijão miúdo. O experimento a campo foi conduzido em delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições cujas variáveis avaliadas foram: emergência de plântulas aos 5, 8 e 17 dias após a semeadura, altura de plantas aos 17, 24, 30, 38, 45, 54 e 66 dias após a semeadura, número de folhas por ramo, massa seca de folhas, massa seca de ramos e massa seca total. Os tratamentos não afetaram a germinação das sementes. Os agrominerais gábro e mistura do fosfato natural itafós e gábro superaram a testemunha no número de folhas e na massa seca total.

**Palavras-chave:** remineralizadores de solo; *Vigna unguiculata* (L.) Walp.; tratamento de sementes; planta forrageira.

## Abstract

JOB, Ricardo Batista. **Utilization from agrominerals on seed coating of cowpea.** 2015. 71f. Dissertation (MSc in Agronomy) - Graduate Program in Agricultural Production Systems Family, Eliseu Maciel School of Agronomy, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2015.

The current work set out to evaluate the germination and early performance of cowpea plants (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) through the use of seeds covered in agrominerals. The seeds were covered in itafós natural phosphate, gabbro and a mixture of both agrominerals in quantities equivalent to 5, 10, 15, 20, and 25g/100g of seeds. Polyvinyl acetate (PVA) was utilized as adhesive. The germination of the treated seeds was determined in laboratory following the protocol of the International Rules for Seed Testing for the cultivation of cowpea. The field experiment was carried out under experimental design in randomized blocks, with four repetitions whose variables were: the emergence of seedlings at the 5th, 8th and 17th day after seeding; plant height at the 17th, 24th, 30th, 38th, 45th, 54th and 66th day after seeding; number of leaves per bough; dry mass of leaves and boughs and dry mass total. The treatment did not affect the seeds germination. The agrominerals gabbro and the mixture of itafós natural phosphate and gabbro surpassed the control treatment in the number of leaves as well as in overall dry mass.

**Keywords:** soil remineralizadores; *Vigna unguiculata* (L.) Walp.; seeds treatment; forage plant.

## Lista de Figuras

Figura 1	Percentual de emergência de plântulas aos 5 dias após a semeadura em função de diferentes níveis dos agrominerais FNI; GAB e GAB+FNI (g de produto/100g de semente) .....	36
Figura 2	Percentual de emergência de plântulas aos 8 dias após a semeadura em função de diferentes níveis dos agrominerais FNI; GAB e GAB+FNI (g de produto/100g de semente) .....	38
Figura 3	Percentual de emergência de plântulas aos 17 dias após a semeadura em função de diferentes níveis dos agrominerais FNI; GAB e GAB+FNI (g de produto/100g de semente) .....	40
Figura 4	Número de folhas por planta obtido aos 66 dias após a semeadura através da média dos valores dos agrominerais para cada nível de tratamento.....	46
Figura 5	Massa seca de folhas por planta obtida aos 66 dias após a semeadura através da média dos valores dos agrominerais para cada nível de tratamento.....	48
Figura 6	Massa seca de ramos por planta obtida aos 66 dias após a semeadura através da média dos valores dos agrominerais para cada nível de tratamento.....	49
Figura 7	Massa seca total por planta obtida aos 66 dias após a semeadura através da média dos valores dos agrominerais para cada nível de tratamento.....	50

## Lista de Tabelas

Tabela 1	Composição litoquímica das rochas que deram origem aos agrominerais utilizados no recobrimento das sementes.....	27
Tabela 2	Percentual de plantas emergidas aos 5 dias após a semeadura para os agrominerais fosfato natural itafós (FNI); gabro (GAB) e gabro + fosfato natural itafós (GAB+FNI) em cada nível de tratamento.....	35
Tabela 3	Percentual de plantas emergidas aos 8 dias após a semeadura para os agrominerais fosfato natural itafós (FNI); gabro (GAB) e gabro + fosfato natural itafós (GAB+FNI) em cada nível de tratamento.....	37
Tabela 4	Percentual de plantas emergidas aos 17 dias após a semeadura para os agrominerais fosfato natural itafós (FNI); gabro (GAB) e gabro + fosfato natural itafós (GAB+FNI) em cada nível de tratamento.....	39
Tabela 5	Média dos coeficientes angulares dos modelos lineares ajustados para a variável resposta altura das plantas, para agrominerais (fosfato natural itafós – FNI; gabro – GAB e gabro + fosfato natural itafós – GAB+FNI) .....	41
Tabela 6	Média dos coeficientes angulares dos modelos lineares ajustados para a variável resposta altura das plantas, para os níveis de tratamento (0, 5, 10, 15, 20 e 25 g/100 g de semente) .....	42
Tabela 7	Altura das plantas, para agrominerais (fosfato natural itafós – FNI; gabro – GAB e gabro + fosfato natural itafós – GAB+FNI) .....	43
Tabela 8	Altura das plantas, para os níveis de tratamento (0, 5, 10, 15, 20 e 25 g/100 g de semente) .....	43

Tabela 9	Médias dos coeficientes angulares das retas ajustadas para a variável resposta número de folhas por planta, para o fator agrominerais: fosfato natural itafós – FNI; gabro – GAB, gabro + fosfato natural itafós – GAB+FNI e testemunha.....	44
Tabela 10	Médias dos coeficientes angulares das retas ajustadas para a variável resposta número de folhas por planta, para o fator níveis de tratamento 0, 5, 10, 15, 20 e 25 g/100g de semente.....	45
Tabela 11	Número médio de folhas por planta, para o fator agrominerais fosfato natural itafós – FNI; gabro – GAB e gabro + fosfato natural itafós – GAB+FNI avaliado aos 66 dias após a semeadura.....	45
Tabela 12	Média da massa seca de folhas em miligramas/planta, para cada agromineral, avaliada aos 66 dias após a semeadura .....	47
Tabela 13	Média da massa seca total em miligramas/planta, para cada agromineral, avaliada aos 66 dias após a semeadura.....	49

## Lista de Abreviaturas e Siglas

BOD	Biochemical Oxygen Demand
COAFAN	Cooperativa dos Agricultores Familiares Nortense
CPSMV	<i>Cowpea severe mosaic vírus</i>
CSMV	Mosaico severo do caupi
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FNI	Fosfato natura itafós
GAB	Gabro
PVA	Polyvinil acetate (acetato de polivinil)
Vol.	Volume

## Lista de Símbolos

%	Porcentagem
mg	Miligrama
g	Grama
CaCO <sub>3</sub>	Carbonato de cálcio
C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>	Lactose
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>	Molibdato de sódio
H <sub>2</sub> O	Água
N <sub>2</sub>	Nitrogênio
SiO <sub>2</sub>	Dióxido de silício
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Trióxido de dialumínio
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Trióxido de ferro
MgO	Monóxido de magnésio
CaO	Monóxido de cálcio
Na <sub>2</sub> O	Monóxido de disódio
K <sub>2</sub> O	Monóxido de dipotássio
TiO <sub>2</sub>	Dióxido de titânio
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Pentóxido de fósforo
MnO	Monóxido de manganês
β	Beta

## Sumário

<b>1.</b>	Introdução.....	15
<b>2.</b>	Revisão de Literatura.....	17
2.1.	Feijão miúdo.....	17
2.2.	Recobrimento das sementes.....	19
2.3.	Adesivo.....	21
2.4.	Agrominerais.....	22
2.4.1.	Fosfato.....	22
2.4.2.	Gabro.....	24
<b>3.</b>	Material e Métodos.....	26
3.1.	Recobrimento das sementes com agrominerais.....	26
3.1.1.	Classificação das sementes.....	26
3.1.2.	Preparo do adesivo.....	27
3.1.3.	Preparo dos minerais.....	27
3.1.4.	Detalhamento das etapas no recobrimento das sementes.....	28
3.1.4.1.	Arranjo dos tratamentos.....	29
3.2.	Experimentos.....	30
3.2.1.	Teste de germinação das sementes.....	30
3.2.2.	Semeadura a campo.....	30
3.2.2.1.	Variáveis observadas a campo.....	31
3.3.	Análise dos dados.....	32
<b>4.</b>	Resultados e discussão.....	34
4.1.	Germinação .....	34
4.2.	Emergência.....	35
4.2.1.	Emergência aos 5 dias após a semeadura.....	35
4.2.2.	Emergência aos 8 dias após a semeadura.....	37
4.2.3.	Emergência aos 17 dias após a semeadura.....	39
4.3.	Altura das plantas.....	41
4.4.	Número de folhas.....	44

4.5.	Massa seca.....	47
4.5.1.	Massa seca de folhas.....	47
4.5.2.	Massa seca de ramos.....	48
4.5.3.	Massa seca total.....	49
<b>5.</b>	<b>Conclusões.....</b>	<b>53</b>
	Referências.....	54
	Anexos.....	60

## 1. Introdução

A semente é um insumo essencial dentro da produção agrícola. Entre a metade do século XX e a primeira década do século XXI houve avanços científicos que demonstraram a importância que a qualidade das sementes exerce sobre o desempenho dos cultivos. O desenvolvimento de métodos de análise de sementes, descritos e validados, possibilitou conhecer atributos da qualidade de sementes das mais variadas espécies cultivadas.

Além da qualidade genética, física, fisiológica e sanitária das sementes, outro fator importante de destaque nos últimos anos é o tratamento das sementes em momentos prévios a semeadura.

Os benefícios do tratamento de sementes sobre o desenvolvimento de algumas culturas são cientificamente comprovados, principalmente os tratamentos à base de micronutrientes. Neste caso, a semente passa a ser um veículo que leva consigo nutrientes complementares ao desenvolvimento inicial da planta, além daqueles disponíveis em suas reservas.

As fontes de tratamentos podem ter origens diversas, mas uma chama a atenção pelo pioneirismo: o uso de agrominerais no recobrimento de sementes. A utilização de agrominerais no Brasil é datada oficialmente em 2013, quando a Lei 12.890 permite a produção, beneficiamento e comercialização de agrominerais para uso agrícola. A composição litoquímica do agromineral é importante neste processo visto que está diretamente relacionada com a capacidade de fornecer nutrientes a planta. Os agrominerais gábro e fosfato natural itafós atendem a esta premissa básica.

O agromineral gábro, além de possuir mais de 50% de silício na sua composição, possui uma série de macro e micro elementos importantes aos cultivos. O fosfato natural itafós é um agromineral com grande potencial no fornecimento de fósforo devido a sua composição mineralógica apresentar quase 25% de  $P_2O_5$ . Outro aspecto importante a ser levado em consideração é a relação de proximidade estabelecida entre o sistema radicular e a fonte do nutriente.

Nesta lógica o recobrimento de sementes com agrominerais pode representar uma micro-mineralização localizada, muito próxima da radícula, importante para absorção dos elementos utilizados na nutrição da nova planta.

Este trabalho teve como principal objetivo avaliar os efeitos sobre o desempenho inicial de plantas de feijão miúdo (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) a partir de sementes recobertas com agrominerais. O feijão miúdo é uma planta muito rústica quanto a fertilidade do solo, mas que responde a adubação de base, além de ter grande importância para o manejo sustentável de unidades familiares no Sul do Rio Grande do Sul.

## 2. Revisão de literatura

### 2.1. Feijão miúdo

O Feijão miúdo (*Vigna unguiculata* (L) Walp) é uma leguminosa granífera, que em algumas regiões do Brasil substitui o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), compondo a dieta da população (ANTUNES, 2008).

A grande produção no Brasil está restrita aos Estados do Norte, Nordeste e de forma menos intensa no Centro-Oeste do País. Recebe vários nomes comuns de acordo com a região onde é cultivado, como feijão-caupi, fava-de-vaca, feijão-chicote, feijão-fradinho, feijão-de-macassar, feijão-de-corda, feijão-da-china, feijão-de-olho-preto, feijãozinho-da-Índia, feijão-de-vaca (BEVILAQUA et al., 2007, p.12).

É uma planta muito rústica. Esta característica permitiu adaptar-se aos mais variados microclimas do Brasil, por tolerar déficits hídricos além de solos de média ou baixa fertilidade (PIO-RIBEIRO; ASSIS FILHO, 1997, p.223), podendo ser produzido em regiões onde o cultivo do feijão comum é restringido devido a estas variações.

No Rio Grande do Sul, o feijão miúdo, como é comumente conhecido, é utilizado como cobertura morta, em recuperação de solos degradados e na alimentação animal. A produção se destaca nos municípios de Mostardas, Tavares e São José do Norte, localizados na estreita faixa de terra litorânea entre a Laguna dos Patos e o Oceano Atlântico, onde também é utilizado em sucessão ao cultivo da cebola (*Allium cepa* L.) (BEVILAQUA, 2007 et al., p.17).

De origem Africana, trazido para o Brasil na segunda metade do século XVI pelos colonizadores portugueses (FREIRE FILHO et al. 2011, p.16), tem característica de planta de ciclo curto e excelente fonte de carboidratos, fibras e minerais. Os grãos são consumidos *in natura* e a parte vegetativa pode ser utilizada como forragem verde, feno ou ensilagem para animais. É uma das únicas forrageiras de elevado potencial proteico e energético que tolera o pastejo durante as estações quentes do Sul do Brasil.

O feijão miúdo é uma planta anual, de verão/outono, que pode ser consorciada com milheto (*Pennisetum americanum*), sorgo (*Sorghum bicolor*) e papuã (*Brachiaria plantagine*) entre outras gramíneas (MITTELMANN, 2006). Esta é uma característica desta espécie, entre outras do gênero *Vigna*, considerada importante do ponto de vista forrageiro.

Ganha destaque como planta recuperadora de solo, atuando como adubo verde, protegendo os solos da degradação (ANDRADE JUNIOR et al. 2002, p.11), protege contra a erosão eólica e proporciona melhorias dos atributos químicos, físicos e biológicos o solo.

Pode ser cultivado em quase todos os tipos de solos, com destaque para os Latossolos Amarelos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Neossolos Flúvicos. Recomenda-se calagem quando a percentagem de saturação por alumínio for igual ou superior a 20%. Por ser uma planta de boa capacidade noduladora e com eficiente sistema de fixação de N<sub>2</sub>, pode ser dispensada a adubação nitrogenada (ANDRADE JUNIOR et al. 2002, p.17).

Até a última década o cultivo no Brasil estava basicamente restrito a atender o consumo interno. Mesmo o País estando entre os cinco principais produtores, a participação no mercado mundial com o feijão miúdo é considerada oficial somente a partir de 2012, quando foram realizadas as primeiras exportações do produto para Índia e Egito e em 2013 para Portugal (WANDER, 2013, p.2).

Entre os países que mais exportam estão Estados Unidos, Peru, Brasil, Níger, Mali, Burkina Faso, Benin, Chade, Camarões, Myanmar e Tailândia. Entre os principais importadores estão Estados Unidos, Canadá, Portugal, Espanha, Grécia, Reino Unido, Bélgica, Argélia, Egito, Nigéria, Gana, Costa do Marfim, Togo, Gabão, Emirados Árabes Unidos, Israel, Índia e Turquia (FREIRE FILHO et al., 2011, p.53).

As variações fenotípicas que o feijão miúdo ganhou desde a época colonial, quando já era cultivado tradicionalmente no município de São José do Norte/RS, é citado por Sallis (2002), que em seu trabalho avaliou a produção de matéria seca do genótipo Amendoim em diferentes densidades de plantio, épocas de semeadura e regimes de corte. Seus resultados demonstram que o genótipo Amendoim tem capacidade de adaptar-se a diferentes arranjos populacionais, podendo compensar a produção em função da época de semeadura.

É uma cultura que também sofre com ataque de pragas. Dentre as principais podemos citar a cigarrinha verde (*Empoasca sp.*), que provoca enrolamento e

amarelecimento dos folíolos; o pulgão (*Aphis craccivora* Koch, 154) que pode transmitir o mosaico do caupi (CAMV) e provocar deformações das folhas pela sucção de seiva (GALLO et al., 2002, p.524-525), acarretando perdas para a cultura.

Pragas importantes em outras culturas como a lagarta-preta-das-folhas (*Spodoptera cosmioides* (Walk, 1858)) na cultura da mamona (*Ricinus communis* L.), pode atacar o limbo foliar no estabelecimento inicial do feijão miúdo; a vaquinha (*Cerotoma arcuatus* (Oliv., 1791)), que pode atacar inclusive vagens de soja (*Glycine max* L.), perfura as folhas, reduzindo assim a área foliar além de transmitir o mosaico severo do caupi (CSMV). Outras pragas de relevada importância para a cultura são a broca-das-vagens (*Maruca vitata* (Fabr., 1787)) que ataca talos, pedúnculos, flores e vagens e o besouro *Chalcodermus bimaculatus* Fiedler, 1936, curculionídeo conhecido como “manhoso” que ataca vagens e sementes, reduzindo o poder germinativo. Esta é considerada a principal praga da cultura no Estado do Ceará (GALLO, 2002, p.525-526).

Vírus também podem causar sérios danos a cultura. O mosaico severo do caupi “cowpea severe mosaic vírus” – CPSMV é causado por uma espécie do gênero Comovirus transmitido por coleópteros, especialmente os da família Chrysomelidae. Existem poucas evidências de transmissão via sementes. Plantas remanescentes de cultivos anteriores e hospedeiros naturais, cultivados ou não, podem servir de meio de sobrevivência para o vírus nos períodos de entressafra. No Brasil foram encontradas, de forma natural, espécies como a soja (*Glycine max* (L.) Merr.), o feijão (*P. vulgaris* L.), o feijão dos arrozais (*Macroptilium lathyroides* (L.) Urb.), o feijão bravo (*Canavalia brasiliensis* Mart.), o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.), o feijão-de-asa (*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC.), a crotalária (*Crotalaria juncea* L.) infectadas pelo CPSMV (PIO-RIBEIRO; ASSIS FILHO, 1997, p.223-231).

## **2.2. Recobrimento das sementes**

A prática de recobrir sementes com materiais inertes trouxe muitas vantagens para a agricultura, pois foi possível melhorar a plantabilidade de espécies com sementes muito pequenas ou irregulares além da possibilidade de incorporar nutrientes, agrotóxicos e corantes às sementes (CONCEIÇÃO, 2007, p.1-2).

O recobrimento é feito a partir de um material sólido de granulometria fina, denominado de enchimento, e um cimentante não fitotóxico que serve de adesivo, mas solúvel e de hidratação rápida (SILVA; NAKAGAWA, 1998, p.151-158).

A utilização de agrominerais no recobrimento de sementes é uma prática pouco conhecida. Não há descrição de uma metodologia padrão a ser seguida. Há trabalhos baseados em metodologias descritas a partir de experimentos teste, como o de Bevilaqua et al. (2012), que testou diferentes concentrações e dosagens do adesivo a base de açúcar mascavo utilizado em sementes de feijão comum (cv. Expedito), recobertas com granodiorito gnáissico. Os resultados demonstraram que o percentual de emergência de plântulas foi maior em sementes tratadas do que em sementes não tratadas, após quatro meses de armazenamento.

Tais tratamentos podem ter finalidades diferentes. Servir de proteção às sementes ou como fonte de nutrientes afim de contribuir para o desenvolvimento inicial da cultura.

Binneck, et al. (1999), avaliou o estabelecimento inicial, fixação de nitrogênio, produção de forragem e sementes de trevo branco (*Trifolium repens* L.), a partir de sementes revestidas com carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), lactose ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) e sem revestimento, inoculadas com *Rhizobium leguminosarum* biovar *trifolium* e duas doses de molibdênio (0 e 40  $\text{mg.g}^{-1}$  de semente), aplicado via semente, utilizando como fonte de molibdênio o molibdato de sódio ( $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$ ). Os resultados mostraram que a germinação e emergência de plântulas não são prejudicadas pelo recobrimento das sementes; o carbonato de cálcio melhora o desempenho produtivo da cultura e; a aplicação de molibdênio via semente incrementa a fixação de nitrogênio ( $\text{N}_2$ ) na parte aérea, produção de sementes e tem influência positiva sobre o estabelecimento inicial da cultura.

Segundo Peske (2009), o recobrimento de sementes de soja com fosfato bicálcico e fitina, utilizados em quatro diferentes doses em relação ao peso das sementes, mostrou efeito positivo aumentando a produtividade em mais de 14% do peso total de grãos, em função da fonte e dose do fósforo fornecido. Rufino (2010) utilizou silicato de alumínio como fonte de silício e calcário dolomítico como fonte de cálcio no recobrimento de sementes de soja em experimento conduzido em um PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, em casa de vegetação e observou maior crescimento inicial, área foliar e produção de matéria seca nas plantas oriundas de sementes tratadas.

Outro fator vantajoso que o recobrimento de sementes com agrominerais pode dispor é a proximidade do agromineral em relação ao ponto de emissão da radícula pela plântula. Dispor de nutrientes acessíveis logo no início do processo de emissão das raízes, principalmente os elementos pouco móveis no solo, pode fazer diferença na absorção dos nutrientes e desenvolvimento da planta.

“A primeira estrutura a emergir da semente em germinação é a raiz, possibilitando à plântula fixar-se no solo, absorver água” (RAVEN, 2011, p.546) e nutrientes. Dentro deste contexto, o trabalho de Bevilaqua et al. (1996) reafirma o exposto e seus resultados demonstram que houve maior absorção de fósforo e potássio, em plantas de milho, quanto mais próximos das sementes estavam os minerais fonte destes elementos.

Embora os agrominerais disponibilizem lentamente seus nutrientes, uma pequena parte é disponibilizada imediatamente ao entrar em contato com a água, principalmente os fosfatos.

### **2.3. Adesivo**

A cola a base de acetato de polivinila (PVA) é utilizada como adesivo no recobrimento de sementes e tem apresentado bons resultados dentro da finalidade específica de cada tratamento.

A sigla PVA vem do inglês *polyvinil acetate*, que é um polímero sintético obtido da polimerização do acetato de vinila. É um produto incolor e insolúvel em água, mas que na presença de emulsificante torna-se disperso em meio aquoso, muito utilizado na fabricação de colas devido à alta adesividade. Foi descoberto em 1962 pelo alemão Fritz Klatte (FOGAÇA, 2014) e é um componente da cola branca (cola escolar), entre tantos outros produtos.

Segundo Conceição (2008), a cola PVA utilizada como cimentante no recobrimento de sementes de milho (híbrido UENF 506-8) com calcário e meio de cultura semi-sólido JNFb, não mostrou ter influência negativa sobre a germinação e o vigor das sementes. A capacidade do cimentante (PVA) em aderir o material de recobrimento à semente, teve bons resultados próximo dos valores de 2%(p/p) do adesivo, para plantios manuais e 4%(p/p) para plantios mecanizados.

O trabalho de Silva et al. (2002), com peletização de sementes de alface, mostrou não haver efeito dos diferentes volumes de suspensão aquosa de bentonita e acetato de polivinila (PVA), utilizado como material adesivo, sobre o índice de velocidade de emergência das sementes, quando comparadas com sementes não peletizadas semeadas em substrato orgânico e cultivadas em casa de vegetação.

## **2.4. Agrominerais**

Os agrominerais ou remineralizadores de solo são uma categoria de insumo destinado a agricultura, conforme a Lei 12.890 de dezembro de 2013, que altera a Lei 6.894/80. Entende-se como agromineral o material de origem mineral que sofreu redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e que altere os índices de fertilidade do solo por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, bem como promova a melhoria das propriedades físicas, físico-químicas ou biológica do solo (BRASIL, 2013).

O mineral é definido pelos geólogos como uma substância de ocorrência natural, sólida, cristalina, geralmente inorgânica e com composição química específica (PRESS et al., 2006, p.78). Raramente uma propriedade física ou química identifica um mineral, são necessários outros caracteres como equipamentos de laboratório, ou estudos de ótica ao microscópio petrográfico (POPP, 1998, p.15).

### **2.4.1. Fosfato**

O fósforo (P) desempenha papel muito importante no metabolismo vegetal por armazenar e fornecer energia. Nenhum outro elemento é capaz de substituí-lo em nível celular, características que o torna um elemento imprescindível para o crescimento e produção animal e vegetal (ALBUQUERQUE, 1996, p.9). O fósforo é absorvido e permanece na planta na forma oxidada, não sendo reduzido como ocorre com o nitrato e sulfato. Na célula o fósforo inorgânico irá compor moléculas que fazem parte do metabolismo energético como o ATP e GTP ou formar constituintes de

membranas (fosfolipídios), açúcares fosfatados, nucleotídeos (NAD e FAD), coenzimas (CoA) e ácidos nucleicos (DNA e RNA). Plantas deficientes em fósforo apresentam geralmente coloração verde-escura, manchas necróticas no pecíolo das folhas e podem aumentar a senescência bem como apresentar crescimento reduzido (MARENCO; LOPES, 2007, p.275-279).

O fósforo não é encontrado de forma livre na natureza por ser um elemento que estabelece facilmente ligações com o oxigênio e outros elementos, passando a existir nas formas oxidadas presente em minerais como Fosforita  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , Fluorapatita  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{CaF}$ , Cloroapatita  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{CaCl}$ , Valvelita  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2\text{H}_2\text{O}$ , entre outros. O magnetismo alcalino que aconteceu nas Eras Secundária e Mesozóica, mas que prosseguiu até o início da Era Terciária e Cenozóica contribuiu para formação de importantes jazidas minerais de fosfatos no Brasil (ALBUQUERQUE, C., 1986, p.25-45).

Os depósitos de fósforo podem ser de origem sedimentar ou ígnea, os quais são os mais importantes do ponto de vista econômico. Porém, podem ser oriundos de depósitos biogênicos (concentrações orgânicas nitrogenadas de dejetos de aves), com pouco menos importância econômica. Os depósitos de origem sedimentar estão localizados basicamente nos Estados Unidos, Sudeste do México, Marrocos, Noroeste do Saara e Oriente Médio. Os originados de depósitos ígneos estão localizados na África do Sul, Rússia, Finlândia e Brasil (SOUZA; FONSECA, 2009, p.456-468).

São mais de 370 minerais conhecidos que detêm teores de fósforo superior a 10%, porém apenas 96 deles apresentam teores superiores ao da apatita (18,4% de P). Do ponto de vista científico e mineralógico este é um ponto importante, porém não é visto da mesma forma quando se trata do beneficiamento destes materiais para fins de aplicação direta ou fabricação de fertilizantes. Apenas os da série da apatita  $\text{Ca}_5(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})(\text{PO}_4)_3$ , constituem minerais-minéricos com características mineralógicas, químicas e texturais mais utilizados para o beneficiamento (SOUZA; FONSECA, 2009, p.456-468).

Os fosfatos agrupam-se em torno do íon  $\text{PO}_4$ , geralmente formam cristais hexagonais e são muito utilizados como fertilizantes (POPP, 1998, p.23). Geralmente os solos agrícolas são considerados pobres em fósforo. Nem sempre este fenômeno é devido a não existência do íon  $\text{PO}_4$ , mas devido a sua forma não-lábil em função dos mecanismos de adsorção que ocorrem no solo devido a interação do íon com a

superfície das partículas, principalmente na superfície dos óxidos de alumínio e ferro, podendo ocorrer em solos ácido ou alcalinos.

Desta forma, os solos de carga variável são fonte e dreno de fósforo ao mesmo tempo, o que exige cuidados no manejo do solo para otimizar o aproveitamento do fósforo nativo ou o fertilizante fosfatado utilizado. A correção do pH, preparo do solo com o mínimo ou sem revolvimento, a reciclagem de resíduos orgânicos e utilização de plantas com alta dependência micorrízica podem ser fundamentais neste processo (MEURER et al., 2012, p.146-149). Nesta lógica a utilização de agrominerais como remineralizadores de solo se propõe agir sobre os três principais atributos do solo: melhorar as características químicas, físicas e biológicas.

#### **2.4.2. Gabro**

O gabro é uma rocha ígnea, plutônica (quando a consolidação do magma ocorre no interior da crosta terrestre). As intrusões podem ser médias ou relativamente grandes, mas não ganham características de hábito batolítico, ou seja, não afloram numa extensão superior a 100Km<sup>2</sup>. Tem cores muito escuras e densidade entre 2,9 e 3,0, que é a relação do peso do mineral comparado com o peso de um volume equivalente de água. É formado basicamente de feldspato plagioclásio e piroxênio, com granulação média a grosseira (POPP, 1998, p.18-51).

A cor escura vem dos elementos que compõe este mineral, o qual é pobre em sílica, mas rico em ferro e magnésio (PRESS et al., 2006, p.122), entre outros elementos.

Agrominerais oriundos da rocha gabro, processada a nível industrial, podem ter composição litoquímica variada, apresentando elementos fundamentais para o desenvolvimento das plantas, como SiO<sub>2</sub>, MgO, CaO, K<sub>2</sub>O, MnO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e P<sub>2</sub>O.

O silício (Si) não é um elemento essencial às plantas, mas agronomicamente é considerado importante para o desenvolvimento de muitas espécies. Espécies de dicotiledôneas acumulam menos de 0,1% de Si, cereais de inverno e cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) podem acumular 1% e o arroz (*Oryza sativa* L.) pode chegar a 5% de Si na massa seca (PRADO et al., 2008, p.161-162).

Os efeitos benéficos do Si na planta estão mais relacionados com funções estruturais e de defesa. O silício pode afetar de forma indireta a produção vegetal em função de melhorar a arquitetura da planta, aumentando a rigidez estrutural dos tecidos e amenizando a toxidez por ferro, manganês, alumínio e sódio (KORNDÖRFER, 2006, p.356-361).

Em dicotiledôneas o Si pode ter efeito positivo sobre doenças fúngicas (em pepino, tomate, abóbora, melão e videira), além de melhorar o crescimento da parte aérea e raízes, aumentar a floração, produção e qualidade dos frutos em abacate, manga, morango e goiaba (PRADO et al., 2008, p.169-172).

O magnésio ocupa a posição central na molécula de clorofila e ativa muitas enzimas. O potássio é responsável pela formação dos açúcares na folhas e transporte para outros órgãos como raízes, tubérculos, colmos e frutos. O manganês faz parte na formação da clorofila, algumas membranas, como a dos cloroplastos, na síntese de proteínas e ácidos nucleicos. O ferro não faz parte da clorofila mas é necessário para que ela se forme. Este participa ativamente de processos importante na vida da planta como a respiração, fixação biológica de nitrogênio e sua assimilação. O fósforo é importante na floração e frutificação, além de ser imprescindível na fotossíntese e respiração (MALAVOLTA et al., 2002, p.11-15).

Esta variada composição de minerais de rochas como o gabro ou até mesmo o basalto, outra rocha muito semelhante, pode ser favorável devido a complementaridade que um mineral pode ter em relação a outro em termos de fertilidade do solo. Chegar a um solo onde se possa equacionar a disponibilidade e o equilíbrio entre os minerais constituintes não é comum, mas se possível, com certeza será um ganho qualitativo para a produção vegetal.

### **3. Material e Métodos**

O trabalho foi conduzido em duas etapas distintas:

1º) Recobrimento das sementes com agrominerais (conduzido em laboratório).

2º) Experimentos: teste de germinação das sementes (conduzido em laboratório) e avaliação do desenvolvimento inicial da cultura semeada a campo. Estas duas etapas foram realizadas de acordo com a metodologia descrita a seguir.

#### **3.1. Recobrimento das sementes com agrominerais**

##### **3.1.1. Classificação das sementes**

As sementes de feijão miúdo (*V. unguiculata*), genótipo Amendoim, foram cedidas pela Cooperativa de Agricultores Familiares Nortense – COOAFAN, de São José do Norte/RS, safra 2012/2013.

As sementes foram classificadas de acordo com a largura e espessura em peneiras manuais de furos redondo e oblongo respectivamente. As retidas na peneira de malha 7 mm foram descartadas. Foram utilizadas apenas as sementes retidas na peneira de malha 6 mm.

Foi realizada uma seleção manual das sementes de forma cuidadosa, para fins de identificar dano causado por insetos ou outro tipo de dano mecânico que viesse a comprometer a integridade física das sementes. As sementes foram divididas em dezesseis porções iguais de 250 g, pesadas em balança analítica de precisão 0,001 g. Cada porção de semente recebeu um tratamento distinto, conforme descrito no item 3.1.3.

### 3.1.2. Preparo do adesivo

O material adesivo utilizado foi cola a base de acetato de polivinila, conhecido como PVA ou simplesmente cola branca, diluída em água destilada na proporção 2:1 (vol./vol.). O volume de adesivo utilizado nas sementes foi 2% (vol./g) em relação ao peso de cada porção de sementes.

### 3.1.3. Preparo dos agrominerais

Foram utilizados dois agrominerais, para o recobrimento das sementes, oriundos de rochas do Banco de Agrominerais da Embrapa Clima Temperado. Estas rochas foram submetidas a análise litoquímica no ACME Analytical Laboratories Ltda, Vancouver, Canadá, cujos teores totais dos elementos foram determinados pelo método ICP (*Inductively Coupled Plasma*), conforme mostra a tabela 1.

Tabela 1. Composição litoquímica das rochas que deram origem aos agrominerais, gabro(GAB) e fosfato natural itafós (FNI), utilizados no recobrimento das sementes.

Agrominerais	SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na <sub>2</sub> O (%)	K <sub>2</sub> O (%)	TiO <sub>2</sub> (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	MnO (%)
GAB	65,91	12,53	6,94	1,42	3,58	3,51	3,48	1,04	0,32	0,14
FNI	31,24	3,54	1,66	0,44	33,18	0,02	0,64	0,15	24,71	0,10

Fonte: Banco de Agrominerais da Embrapa Clima Temperado - Nov.2015.

As amostras de rochas utilizadas foram britadas, moídas, passadas em peneiras com malha 140 mesh (0,105 mm) e secas em estufa de convecção mecânica (ar forçado) à 55°C±1°C por 72 horas e deram origem aos agrominerais descritos como:

1) Gabro: ocorrência de rocha ígnea intrusiva de composição idêntica ao basalto, mas de aspecto textural diferente, coletada no Município de Paula Freitas – Paraná (anexo A). Esta rocha tem menos sílica que as rochas intermediárias e não

possui quartzo. Tem coloração cinza-escura, granulação grossa, presença de minerais máficos e quantidades moderadas de plagioclásio rico em cálcio (WESTHEIMER, 2006).

2) Fosfato natural itafós: rocha sedimentar com grande capacidade de liberação de fósforo em relação a outros fosfatos oriundos de rochas ígneas ou metamórficas (SILVA, 2010). A empresa que explora o produto no Brasil é a Itafós Mineradora Ltda, com sede em Campos Belos – Goiás, porém a jazida de extração do produto está localizada no Município de Arraias – Tocantins (anexo A).

Os agrominerais gabro (GAB) e fosfato natural itafós (FNI) deram origem a dois tratamentos. O terceiro tratamento foi obtido da mistura dos dois agrominerais (GAB+FNI), todos fornecidos em cinco níveis diferentes.

Os níveis de tratamentos utilizado foram calculados em relação ao peso das sementes. Além da testemunha (0 g), a quantidade dos agrominerais fornecidos em cada nível foi de 5, 10, 15, 20 e 25 g/100 g de semente.

No tratamento GAB+FNI cada agromineral contribuiu com a metade do valor especificado para cada nível de tratamento (em gramas).

#### **3.1.4. Detalhamento das etapas no recobrimento das sementes**

Descrito os procedimentos com as sementes, adesivo e agrominerais utilizados nos tratamentos, a etapa seguinte servirá para descrever a sequência prática do método de recobrimento das sementes.

Etapa 1. Os agrominerais foram pesados em balança analítica de precisão 0,001 g em níveis equivalentes a 5, 10, 15, 20 e 25 g/100 g de semente, em relação ao peso de cada porção de semente a ser tratada e distribuídos em bandejas de polietileno.

Etapa 2. As porções de sementes (250 g) foram colocada em becker de 1000 ml e homogeneizadas ao adesivo (2% vol./g de semente) com bastão de vidro.

Etapa 3. Cada porção de semente com adesivo foi homogeneizada aos agrominerais, já distribuídos nos respectivos níveis de tratamento, conforme descrito na etapa 1.

Etapa 4. A partir do momento que as sementes estavam recobertas, com base no aspecto visual, procedeu-se o peneiramento e retirada do excesso de material não aderido às sementes.

Etapa 5. A porção de sementes recobertas com o agromineral em seu respectivo nível de tratamento foi novamente pesada após a etapa 4. Este procedimento possibilitou chegar a quantidade exata do agromineral aderido à semente em função da diferença de peso da porção de sementes antes e depois do tratamento.

Foi quantificado o peso representativo do percentual de adesivo utilizado em cada tratamento, para subtrair do valor final. Caso isto não ocorra, este valor será confundido como sendo parte do peso do agromineral aderido às sementes. O material retido no fundo da peneira também foi pesado, apenas para servir como uma contraprova, caso houvesse erros metodológicos.

#### **3.1.4.1. Arranjo dos tratamentos**

Os tratamentos foram agrupados de acordo com os agrominerais e níveis de tratamento, arranjados da seguinte forma:

- 1) GAB em níveis de 5, 10, 15, 20 e 25 g/100 g de semente.
- 2) FNI em níveis de 5, 10, 15, 20 e 25 g/100 g de semente.
- 3) GAB+FNI nos níveis de 5, 10, 15, 20 e 25 g/100 g de semente (anexo B).

Além destes, utilizou-se como testemunha um tratamento sem qualquer recobrimento, totalizando dezesseis tratamentos.

Optou-se por não utilizar adesivo no tratamento testemunha em função dos resultados apresentados por Job et al. (2014) que demonstrou não haver efeitos negativos ou positivos do adesivo a base de PVA sobre a germinação e vigor das sementes de feijão miúdo, genótipo amendoim.

### **3.2. Experimentos**

Na condução do experimento houve duas fases distintas: o teste de germinação das sementes em nível de laboratório (na Estação Experimental Terras Baixas – ETB, da Embrapa Clima Temperado) e a condução do experimento a campo (no Município de Capão do Leão/RS, de latitude Sul 31°47'55" e longitude Oeste 52°25'29").

#### **3.2.1. Teste de germinação das sementes**

Foi realizado teste de germinação 48 horas após o tratamento das sementes. O teste foi conduzido conforme protocolo para a cultura do feijão miúdo (*V. unguiculata*), descrito nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009, p.148-223), conduzido em germinador tipo BOD a 25°C±1°C. Foram feitas 8 repetições com 50 sementes, semeadas em papel germitest, umedecido 2,5 vezes o peso do papel.

Foi realizada a primeira contagem da germinação aos 5 dias após a semeadura e a contagem final aos 8 dias após a semeadura.

Para validar o teste de germinação foi realizado o teste de tolerância máxima permitida (Anexo C), conforme descrito nas Regras para Análise de Sementes. Este teste identifica a diferença entre o maior e o menor percentual de germinação entre as repetições. Caso este valor seja superior a tolerância indicada, o teste de germinações deve ser repetido, para fins de emissão de resultados (BRASIL, 2009, p.382-384).

#### **3.2.2. Semeadura a campo**

A semeadura a campo foi realizada em 10 de março de 2014 em delineamento experimental em blocos casualizado com quatro repetições.

Foi realizada análise de solo pelo Laboratório de Análise de Solos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas. Os resultados

demonstraram teores de 1,79% MO, 15% argila, pH 6,0 (SMP), CTC 6,7 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>, 1,3 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> de Ca, 85 mg/dm<sup>3</sup> de K<sub>2</sub>O, 9,2 mg/dm<sup>3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 0,7 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> de Mg.

Não foi realizada a correção da acidez do solo nem qualquer tipo de adubação para alterar os níveis de fertilidade. A área foi preparada no sistema convencional, com aração, gradagem e abertura do sulco para semeadura de forma manual, com enxada a, aproximadamente, 4 cm de profundidade.

Para o experimento de campo, os diferentes tratamentos de sementes citados anteriormente foram repetidos por 4 vezes em parcelas compostas por quatro linhas com 2 m de comprimento, espaçadas 0,50 m entre si. Em cada linha foram semeadas manualmente 21 sementes, procurando obedecer um espaçamento de 10 cm entre sementes.

Foi realizada capina manual aos 30 dias após a semeadura. Não foram utilizados qualquer tipo de herbicida, inseticida, fungicida, adubação complementar ou inoculante nas sementes.

### 3.2.2.1. Variáveis observadas a campo

No experimento conduzido a campo foram observadas as seguintes variáveis:

**Emergência a campo:** foram contadas todas as plantas emergidas em cada parcela consideradas normais aos 5, 8 e 17 dias após a semeadura. Considerou-se plantas normais aquelas que possuíam cotilédones totalmente expostos acima da superfície do solo, íntegros e entreabertos, expondo totalmente as folhas cotiledonares.

Os percentuais de plântulas emergidas por parcela foram calculados em relação ao total de sementes semeadas por parcela (84 sementes), considerando uma emergência de 100%, dado pela fórmula:

$$\text{Emergência (\%)} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ de plantas emergidas} \times 100}{84}$$

Onde: **100** é o percentual máximo de emergência de plantas e **84** é o total de sementes semeadas por parcela.

**Altura das plantas:** foram realizadas sete avaliações das alturas das plantas, medidas nas datas 17, 24, 30, 38, 45, 54 e 66 dias após a semeadura. As medidas para altura das plantas foram consideradas a partir da base até a gema apical da planta (último ponto de crescimento), sem esticar a planta. Foram identificadas 8 plantas por parcela, marcadas cujo fizeram parte das sete avaliações. Cada planta foi considerada como uma repetição, totalizando 32 (8 plantas/parcelas/blocos X 4 blocos). Foram escolhidas, de forma aleatória, 4 plantas/linha. As plantas selecionadas localizavam-se nas duas linhas centrais das parcelas, evitando-se as plantas que estavam nos 50 cm iniciais ou finais da linha.

**Número de folhas:** a emissão de folhas foi avaliada seguindo as mesmas datas das avaliações para a altura das plantas (17, 24, 30, 38, 45, 54 e 66 dias após a semeadura). Em cada data de avaliação era contado o número de folhas do ramo principal de cada planta. Aos 66 dias após a semeadura foi possível quantificar o ganho total em folhas por planta.

**Massa seca de folhas:** aos 66 dias após a semeadura as plantas que faziam parte das avaliações foram colhidas e suas estruturas (folha, colmo e material morto) separadas manualmente (anexo D). As folhas foram secas em estufa de convecção mecânica (ar forçado) a  $55^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  por 72 horas e pesadas em balança analítica de precisão 0,001g.

**Massa seca de ramos:** os ramos obtidos da separação botânica também foram secos em estufa pelo mesmo período e pesados em balança analítica de precisão conforme a descrição do item “massa seca de folhas”.

**Massa seca total:** a massa seca total foi calculada a partir da soma da massa seca de folhas e ramos.

### 3.3. Análise dos dados

Para as variáveis resposta altura de plantas e número de folhas por planta foi ajustado um modelo linear levando em consideração as datas das avaliações (17, 24, 30, 38, 45, 54 e 66 dias após a semeadura) e os valores observados para ambas variáveis resposta em cada data. O modelo foi ajustado para cada planta (8 plantas/parcela), sendo cada planta considerada uma unidade experimental.

Os modelos foram representados pelos betas ( $\beta$ ), que são a inclinação das linhas de tendências representativas do comportamento de cada tratamento ao longo de todo o período experimental. Os valores dos  $\beta$ s foram comparados através da análise de variância ( $p < 0,05$ ), pois são variáveis aleatórias, originados de funções de variáveis aleatórias.

Em função do genótipo de feijão miúdo testado apresentar grande variabilidade de respostas morfogênicas e estruturais e para possibilitar maior sensibilidade ao efeito dos tratamentos efetuados na semente que originou cada planta, para as avaliações de massa de forragem foi considerado cada planta avaliada (no total de 8/parcela) uma unidade experimental.

Foi efetuada a análise de variância, a 5% de significância, para todas as variáveis resposta e comparação de médias pelo teste DMS ao nível de 5% de significância e análise de regressão polinomial também ao nível de 5% de significância. Para análise dos dados foi utilizado o software estatístico WinStat 1.0 (MACHADO & CONCEÇÃO, 2003).

## **4. Resultados e Discussão**

### **4.1. Germinação**

A análise de variância para as variáveis resposta primeira contagem da germinação e germinação final não mostrou diferença significativa para os fatores agrominerais e níveis de tratamento (anexo E e F).

A média de germinação das sementes na primeira contagem foi de 69,1 %, realizada aos 5 dias após a semeadura. O percentual de germinação das sementes ao final do teste foi de 82,3%, contado aos 8 dias após a semeadura. Este valor está entre os percentuais de germinação encontrado por Carvalho et al. (2011) em trabalho realizado sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão miúdo, realizado no Estado da Bahia. Seus resultados mostram valores que variam dentro de uma amplitude de 63,5% e 88,5% de germinação.

Os percentuais de germinação dentro da espécie *V. unguiculata* podem variar bastante, principalmente entre cultivares ou entre genótipos diferentes ou até mesmo em função da região onde é cultivado. Souza et al. (2012) avaliou a germinação de sementes crioulas de feijão-caupi (feijão miúdo) do banco de germoplasma da Universidade Federal do Ceará e obteve em média 86,6% de germinação. Dutra et al. (2007), avaliou sementes de feijão-caupi de quatro regiões do Estado do Ceará e os percentuais de germinação variaram de 30% a 98% de germinação. Estes valores mostram uma amplitude de variação bastante grande, permitindo abrir um comparativo em relação aos percentuais de germinação das sementes de feijão miúdo recobertas com agrominerais encontrados neste experimento (82,3% de germinação), cujo valor se aproxima dos percentuais de germinação mais altos encontrados na literatura.

## 4.2. Emergência

### 4.2.1. Emergência aos 5 dias após a semeadura

A análise de variância para a variável resposta emergência de plântulas aos 5 dias após a semeadura mostrou haver interação significativa entre os fatores agrominerais e níveis de tratamento (anexo G). A tabela 2 mostra a diferença nos percentuais de plântulas emergidas aos 5 dias após a semeadura entre os fatores agrominerais e níveis de tratamento.

Tabela 2. Percentual de plantas emergidas aos 5 dias após a semeadura para os agrominerais fosfato natural itafós (FNI); gabro (GAB) e gabro + fosfato natural itafós (GAB+FNI) em cada nível de tratamento (g de produto/100g de semente).

Níveis	FNI	GAB	GAB+FNI
0	21,4 CDa	21,4 Ca	21,4 Ca
5	17,6 Da	14,3 Ca	20,2 Ca
10	28,6 BCDA	16,4 Cb	36,9 ABa
15	35,1 ABa	34,2 Ba	24,1 Ca
20	40,5 Aa	37,2 Ba	44,0 Aa
25	30,6 ABCb	56,2 Aa	27,1 BCb

Letras maiúsculas mostram diferença na coluna. Letras minúscula mostram diferença na linha. As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si. Foi aplicado o teste DMS ao nível de 5% de probabilidade.

O recobrimento das sementes de feijão miúdo com os agrominerais fosfato natural itafós (FNI), gabro (GAB) e fosfato natural itafós + gabro (GAB+FNI) não afetaram negativamente a emergência de plântulas aos 5 dias após a semeadura. Os tratamentos FNI 15, FNI 20; GAB 15, GAB 20, GAB 25, GAB+FNI 10 e GAB+FNI 20 superaram a testemunha - nível 0 (Tabela 2).

Os agrominerais diferiram entres si ao nível mais alto de tratamento (nível 25). O agromineral GAB 25 superou os demais (FNI 25 e GAB+FNI 25) cuja diferença em pontos percentuais foi de 25,6 e 29,1 respectivamente.

Para o agromineral GAB a análise de regressão foi significativa (anexo H) e os valores de emergência de plântulas em resposta aos níveis de tratamento foram melhor ajustados à regressão polinomial de segundo grau (Figura 1).

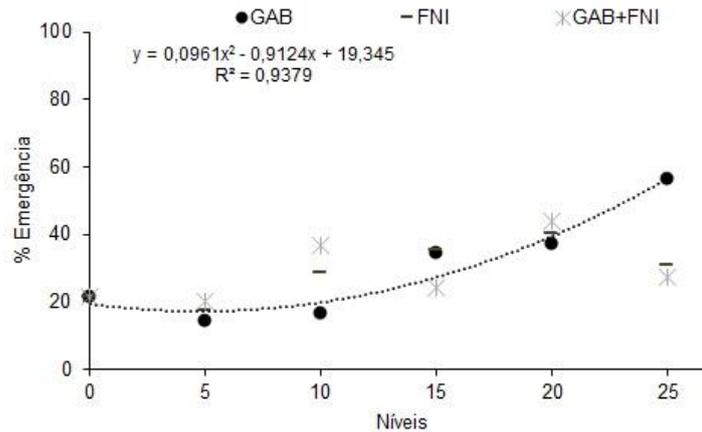


Figura 1. Percentual de emergência de plântulas aos 5 dias após a semeadura em função de diferentes níveis dos agrominerais FNI; GAB e GAB+FNI (g de produto/100g de semente).

O modelo quadrático em função dos diferentes níveis (Figura 1) mostrou que o ponto de mínima ocorre com 5 unidades do produto (correspondente a 17,2% de emergência) enquanto que a resposta, praticamente, se iguala a testemunha (nível 0) com 10 unidades do produto. A partir desta dose ocorrem acréscimos progressivos (0,192%) de emergência para o aumento da unidade de produto, de modo que para passagem da dose de 14 para 15 g de produto/100g de semente aumenta em 1,1% a emergência das plântulas. Já quando o aumento da dose ocorre de 24 para 25 g de produto/100g de semente o aumento da emergência passa a ser de 3,8 pontos percentuais, o que demonstra a maior importância do produto à medida que se eleva a sua dose a partir de 5g/100g de semente (figura 1).

Para os agrominerais FNI e GAB+FNI a análise de regressão foi significativa para modelos polinomiais de primeiro grau (anexo I e J), porém com coeficiente de determinação muito baixo ( $R^2$  0,5846 e  $R^2$  0,2399), respectivamente. Por isso optou-se, nestes casos, pela não utilização dos modelos.

#### 4.2.2. Emergência aos 8 dias após a semeadura

A análise de variância para a variável resposta emergência de plântulas aos 8 dias após a semeadura mostrou haver interação entre os fatores agrominerais e níveis de tratamento (anexo K). Os percentuais de plântulas emergidas estão demonstrados na tabela 3. Nesta avaliação apenas os tratamentos FNI 20 e GAB 25 superaram a testemunha (nível 0).

Tabela 3. Percentual de plantas emergidas aos 8 dias após a semeadura para os agrominerais fosfato natural itafós (FNI); gabro (GAB) e gabro + fosfato natural itafós (GAB+FNI) em cada nível de tratamento.

Níveis	FNI	GAB	GAB+FNI
0	50,6 BCa	50,6 Ba	50,6 ABa
5	36,3 Db	28,9 Cb	47,0 Ba
10	51,5 BCa	27,7 Cb	52,4 ABa
15	54,5 ABa	57,4 Ba	44,9 Bb
20	63,4 Aa	59,5 Ba	59,8 Aa
25	42,2 CDb	70,8 Aa	32,15 Cc

Letras maiúsculas mostram diferença na coluna. Letras minúscula mostram diferença na linha. As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si. Foi aplicado o teste DMS ao nível de 5% de probabilidade.

A tabela 3 mostra que foi mantida a diferença nos percentuais de emergência do tratamento GAB 25 em relação ao FNI 25 e GAB+FNI 25, como já havia demonstrado aos 5 dias após a semeadura (Tabela 2). No entanto as diferenças aumentaram e os valores mostraram que o GAB 25 superou o FNI 25 em 28,6 pontos percentuais e o GAB+FNI 25 em 38,6 pontos percentuais.

A resposta de emergência já ao oitavo dia após a semeadura, para o maior nível de tratamento do agromineral GAB é essencial para que haja maior uniformidade da lavoura e plantas com porte semelhante.

A figura 2 demonstra graficamente a resposta do feijão miúdo aos níveis de tratamento para variável resposta emergência de plântulas aos 8 dias após a semeadura.

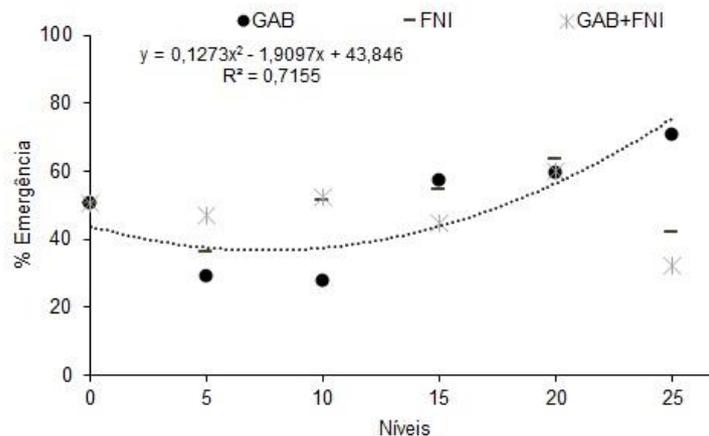


Figura 2. Percentual de emergência de plântulas aos 8 dias após a semeadura em função de diferentes níveis dos agrominerais FNI; GAB e GAB+FNI (g de produto/100g de semente).

A análise de regressão não foi significativa para o agromineral FNI (anexo L). Para os agrominerais GAB e GAB+FNI a análise de regressão foi significativa (anexo M e N). A porcentagem de plântulas emergentes ao 8º dia apresentou modelo quadrático em função dos diferentes níveis do agromineral GAB (Figura 2). O ponto de mínima ocorre com 8 unidades do produto (correspondente a 36,7% de emergência) enquanto que a resposta se iguala a testemunha (nível 0) com 14 unidades do produto. A partir desta dose ocorrem acréscimos progressivos (0,2546) de emergência para o aumento da unidade de produto, de modo que para a passagem da dose de 14 para 15 g de produto/100g de semente aumenta 1,78 pontos percentuais para a emergência. Já quando o aumento da dose ocorre de 24 para 25 g de produto/100g de semente ocorre aumento de 4,33 pontos percentuais para a emergência, o que demonstra o importante efeito positivo do produto a partir de 14 g/100g de sementes (figura 2).

Mesmo a análise de regressão sendo significativa para o agromineral GAB+FNI e apontando modelos linear e quadrático capaz de descreverem o comportamento dos pontos no gráfico da figura 2, optou-se por não utilizá-los em função do baixo valor do coeficiente de determinação apresentado pelos modelos ( $R^2$  0,1254 e  $R^2$  0,3140, respectivamente).

A rápida emergência das plântulas é extremamente importante para o adequado estabelecimento da pastagem. Segundo Carámbula (2004), quando não há uniformidade na emergência de plântulas podem ocorrer importantes variações no

estabelecimento da cultura, o que pode ocasionar aparecimento de plantas daninhas, compactação do solo quando há presença de animais, especialmente no momento do primeiro pastejo, devido ao pisoteio ou arranquio de plantas pouco desenvolvidas. O melhor estande de plantas em épocas de semeadura tardias propicia ainda maiores uniformidades de florescimento, frutificação e maturação das sementes, bem como menor investimento em folhas, características muito favoráveis ao processo de colheita de sementes forrageiras. Neste sentido o tratamento FNI, com 15g de produto/100g de sementes, destaca-se por possibilitar um maior estande de plântulas emergidas em contraste com a testemunha. Todavia, o tratamento de sementes com o agromineral GAB tem maior destaque à medida que se eleva o nível deste produto. Os modelos verificados tanto aos 5 dias como aos 8 dias após a semeadura sugerem que doses mais elevadas do que as testadas possam favorecer ainda mais a emergência das plântulas.

#### 4.2.3. Emergência aos 17 dias após a semeadura

A análise de variância para a variável resposta emergência de plântulas aos 17 dias após a semeadura mostrou interação significativa entre os fatores agrominerais e níveis de tratamento (anexo O). O tratamento GAB+FNI 20 foi o único que obteve percentual de emergência de plântulas aos 17 dias superior a testemunha (nível 0), superando-a em 13,7%, conforme mostra a tabela 4.

Tabela 4. Percentual de plantas emergidas aos 17 dias após a semeadura para os agrominerais fosfato natural itafós (FNI); gabro (GAB) e gabro + fosfato natural itafós (GAB+FNI) em cada nível de tratamento.

Fator 2	Fator 1			
	Níveis	FNI	GAB	GAB+FNI
0		68,1 ABa	68,1 ABa	68,1 BCa
5		57,7 Bb	69,9 ABab	74,7 ABCa
10		73,2 Aab	64,6 Bb	80,1 ABa
15		73,2 Aa	72,3 ABa	66,1 Ca
20		76,5 Aa	75,6 ABa	81,8 Aa
25		69,3 ABab	80,6 Aa	62,2 Cb

Letras maiúsculas mostram diferença na coluna. Letras minúscula mostram diferença na linha. As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si. Foi aplicado o teste DMS ao nível de 5% de probabilidade.

Não foram ajustados modelos de regressão polinomial que descrevesse a resposta da emergência das plântulas aos níveis de tratamento do agromineral FNI (anexo P). Para o agromineral GAB foi ajustada regressão polinomial de primeiro grau (anexo Q), mostrando haver tendência linear em resposta aos níveis de tratamentos (Figura 3). O intercepto foi de 65,6% (testemunha – nível 0) enquanto o coeficiente de declividade foi de 0,498%, ou seja, o acréscimo de uma unidade do produto resulta em acréscimos de, aproximadamente, meio ponto percentual na emergência de plântulas.

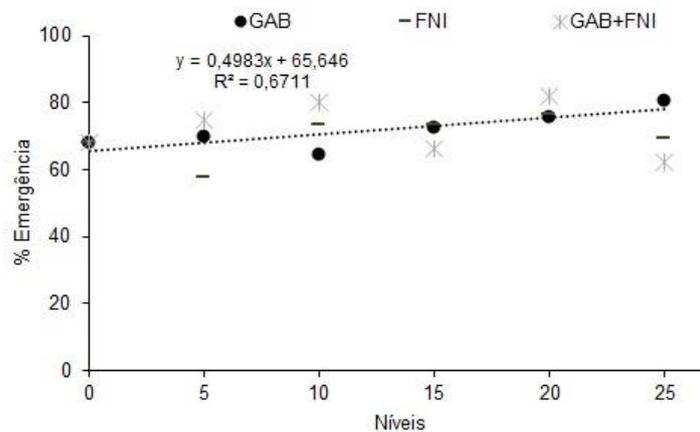


Figura 3. Percentual de emergência de plântulas aos 17 dias após a semeadura em função de diferentes níveis dos agrominerais FNI; GAB e GAB+FNI (g de produto/100g de semente).

A análise de regressão para o agromineral GAB+FNI foi significativa e apresentou polinômio de segundo grau capaz de descrever o comportamento dos percentuais de emergência obtidos em resposta aos níveis de tratamento (anexo R), porém o modelo não foi utilizado devido ao baixo valor do coeficiente de determinação ( $R^2$  0,3245).

Portanto ao 17º dia o agromineral FNI não afeta a emergência de plântulas, a mistura dos agrominerais ainda afeta positivamente a emergência nas menores dosagens e o agromineral GAB ainda propicia respostas crescentes de emergência de plântulas com o aumento da sua dose, modelo que sugere teste de doses ainda superiores para que se obtenham respostas possivelmente superiores de emergência, mesmo ao 17º dia após a semeadura quando as plantas já estão em fase autotrófica, independente das reservas da semente.

Os percentuais de emergência de plântulas a campo, obtidos aos 17 dias após a semeadura, demonstrados pela tabela 4, estão muito próximos aos encontrados por Rocha et al. (2013), que avaliou a qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi (feijão miúdo), cultivares BRS Novaera, BRS Guariba e BRS Pujante, cultivados no Sudoeste da Bahia. Os resultados para os percentuais de emergência de plântulas a campo contadas aos 15 dias após a semeadura foram de 68%, 74% e 75%, respectivamente.

Freitas et al. (2013) também avaliou a qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi (feijão miúdo), cultivar BRS Guariba, em sistema de semeadura direta e convencional, em Mossoró - Rio Grande do Norte, conduzidos sob diferentes períodos de irrigação. Neste trabalho foram obtidos percentuais de emergência de plântulas a campo entre 57% e 66%.

#### 4.3. Altura das plantas

A análise de variância para os coeficientes angulares gerados pelos modelos lineares ajustados para a variável resposta altura das plantas em função do tempo foi significativa para os fatores agrominerais e níveis de tratamento de forma independente (anexo S). Os valores demonstrados na tabela 5 identificam a diferença entre as médias dos coeficientes angulares para cada agromineral e testemunha.

Tabela 5. Média dos coeficientes angulares dos modelos lineares ajustados para a variável resposta altura das plantas, para agrominerais (fosfato natural itafós – FNI; gabro – GAB e gabro + fosfato natural itafós – GAB+FNI).

Agroinerais	Médias	
FNI	0,2013	BC
GAB	0,2416	A
GAB+FNI	0,2203	B
Testemunha	0,1921	C

dms: 0,01943.

Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si. Foi aplicado o teste DMS ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores médios dos coeficientes angulares apresentados na tabela 5 foram gerados a partir dos modelos lineares ajustados para cada planta, considerando as sete datas de avaliação (17, 24, 30, 38, 45, 54 e 66 dias após a semeadura). Os modelos lineares ajustados para cada planta mostram o comportamento da variável resposta altura das plantas ao longo do experimento, considerando como variável independente as datas de avaliação e como variável dependente as alturas das plantas em cada data. A diferença significativa para o fator agrominerais ocorreram entre os agrominerais GAB, GAB+FNI e a testemunha – nível 0 (Tabela 5), com uma superioridade do agromineral GAB em relação aos demais.

As diferenças entre as médias obtidas dos coeficientes angulares para os níveis de tratamento estão demonstradas na tabela 6. A diferença foi significativa para os níveis 10, 20 e 25, os quais superaram a testemunha (nível 0). Os níveis 5 e 15 não diferiram estatisticamente da testemunha (Tabela 6).

Tabela 6. Média dos coeficientes angulares dos modelos lineares ajustados para a variável resposta altura das plantas, para os níveis de tratamento (0, 5, 10, 15, 20 e 25 g/100 g de semente).

Níveis de tratamento	Médias	
0	0,1921	B
5	0,2110	AB
10	0,2240	A
15	0,2088	AB
20	0,2298	A
25	0,2315	A

dms: 0,02704.

Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si. Foi aplicado o teste DMS nível de 5% de probabilidade.

De modo geral, as respostas são semelhantes as obtidas para a emergência de plântulas aos 17 dias, onde as respostas superiores a testemunha ocorreram nas doses mais elevadas do GAB. As demais opções de agrominerais não surtiram efeito positivo.

Aos 66 dias após a semeadura foi realizada a última avaliação das alturas das plantas. Foram verificados efeitos dos agrominerais e dos níveis, de forma independente (anexo T). A tabela 7 mostra as alturas das plantas de feijão miúdo aos

66 dias após a semeadura onde se pode observar a superioridade que os agrominerais GAB e GAB+FNI apresentaram em relação a testemunha.

Tabela 7. Altura das plantas para os agrominerais (fosfato natural itafós – FNI; gabro – GAB e gabro + fosfato natural itafós – GAB+FNI), aos 66 dias após a semeadura.

Agrominerais	Médias	
FNI	17,23	BC
GAB	19,14	A
GAB+FNI	18,08	B
Testemunha	16,52	C

dms: 0,9674.

Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si. Foi aplicado o teste DMS ao nível de 5% de probabilidade.

A análise de regressão polinomial para o fator níveis de tratamento não foi significativa para a variável resposta altura de plantas aos 66 dias após a semeadura. Os valores médios de altura de plantas para cada nível de tratamento estão descritos na tabela 8.

Tabela 8. Altura das plantas para os níveis de tratamento (0, 5, 10, 15, 20 e 25 g/100 g de semente), aos 66 dias após a semeadura.

Níveis de tratamento	Médias	
0	16,52	C
5	17,31	BC
10	18,53	AB
15	17,71	ABC
20	18,77	A
25	18,43	AB

dms: 1,30.

Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si. Foi aplicado o teste DMS ao nível de 5% de probabilidade.

Os níveis de tratamento 10, 20 e 25 foram superiores a testemunha (nível 0). Os valores para altura média das plantas nestes níveis estão entre 10,8% e 12,0%

acima dos apresentados pelo menor nível (0 – testemunha). Os resultados de altura das plantas aos 66 dias foi consequência do desempenho das plantas ao longo do experimento em resposta a cada tratamento. Os coeficientes angulares demonstrados pela tabela 6 já demonstravam respostas semelhante para os níveis (10, 20 e 25) semelhante aos apresentados pela tabela 8, onde tais níveis novamente superaram a testemunha (nível 0).

#### 4.4. Número de folhas

A análise de variância para os coeficientes angulares gerados pelos modelos lineares ajustados para a variável resposta número de folhas por planta em função do tempo (17, 24, 30, 38, 45, 54 e 66 dias após a semeadura) foi significativa para os fatores agrominerais e níveis de tratamentos de modo independente (anexo U).

Os valores médios dos coeficientes angulares para cada agromineral e a testemunha estão descritos na tabela 9. Todos os agrominerais diferiram da testemunha, apresentando coeficiente de inclinação de linha de tendência maiores, indicando maior emissão de folhas ao longo do tempo para as plantas originadas a partir de sementes tratadas. Os agrominerais GAB e GAB+FNI diferiram significativamente do agromineral FNI, com coeficientes angulares maiores (Tabela 9).

Tabela 9. Médias dos coeficientes angulares das retas ajustadas para a variável resposta número de folhas por planta, para o fator agrominerais: fosfato natural itafós – FNI; gabro – GAB, gabro + fosfato natural itafós – GAB+FNI e testemunha.

Agrominerais	Médias	
FNI	0,2122	B
GAB	0,2180	A
GAB+FNI	0,2235	A
Testemunha	0,2041	C

dms: 0,0058.

Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si. Foi aplicado o teste DMS nível de 5% de probabilidade.

As diferenças entre os valores médios dos coeficientes de inclinação das linhas de tendência para os níveis de tratamento estão demonstradas na tabela 10. Houve diferença significativa dos níveis 10, 15, 20 e 25 em relação a testemunha (nível 0), os quais apresentaram coeficientes angulares com valores maiores. O nível de tratamento 5 não apresentou diferença significativa em relação a testemunha (nível 0).

Tabela 10. Médias dos coeficientes angulares das retas ajustadas para a variável resposta número de folhas por planta, para o fator níveis de tratamento 0, 5, 10, 15, 20 e 25 g/100g de semente.

Níveis de tratamento	Médias	
0	0,2041	C
5	0,2107	BC
10	0,2189	A
15	0,2211	A
20	0,2180	AB
25	0,2207	A

dms: 0,0076.

Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si. Foi aplicado o teste DMS nível de 5% de probabilidade.

Aos 66 dias após a semeadura foi realizada a última avaliação do número total de folhas por planta. Houve efeito independente dos fatores agrominerais e níveis de tratamento (anexo V).

A tabela 11 mostra a diferença entre os valores médios de folhas por planta aos 66 dias após a semeadura para os agrominerais e testemunha. Todos os agrominerais foram superiores a testemunha no número total de folhas por planta. Entre os agrominerais, o GAB+FNI superou os demais (Tabela 11).

Tabela 11. Número médio de folhas por planta, para o fator agrominerais fosfato natural itafós – FNI; gabro – GAB e gabro + fosfato natural itafós – GAB+FNI avaliado aos 66 dias após a semeadura

Agrominerais	Médias	
FNI	11,1	B
GAB	11,3	B
GAB+FNI	11,6	A
Testemunha	10,2	C

dms: 0,28.

Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si. Foi aplicado o teste DMS nível de 5% de probabilidade.

A análise de regressão para o número de folhas por planta aos 66 dias após a semeadura foi significativa ao nível de 5% de significância.

O efeito dos diferentes níveis testados foi linear positivo ( $R^2$  0,7735) – anexo W. O coeficiente angular da reta positivo mostra que há ganho em número de folhas por planta na razão de 0,0479 folhas por unidade de produto. Portanto, com acréscimos próximos a 22 unidades de produto ocorre o ganho equivalente a 1 (uma) folha em cada ramo principal (Figura 4) o que corresponde a 79 mil folhas a mais/ha com base na densidade de semeadura e na emergência das plântulas, considerando apenas o ramo principal por ser o mais responsivo.

O nível de tratamento zero (0) marca exatamente o intercepto da reta ao eixo das abcissas e correspondendo a 10,5 folhas/ramo principal. A maior resposta em ganho de folhas/ramo principal é atingida ao nível 25 onde chega a 11,7 folhas (Figura 4).

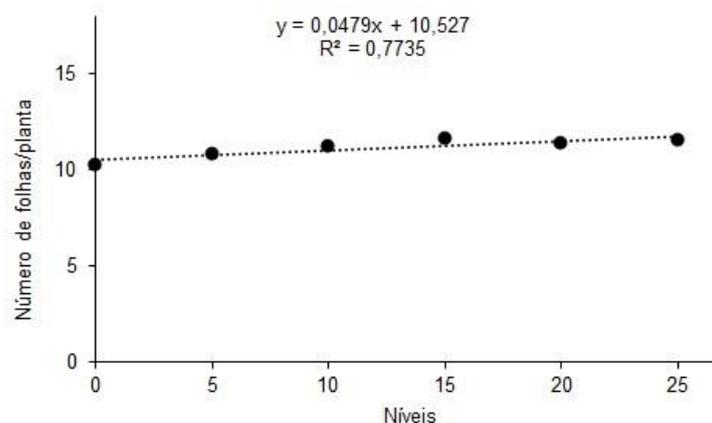


Figura 4. Número de folhas por planta obtido aos 66 dias após a semeadura através da média dos valores dos agrominerais para cada nível de tratamento.

Souza et al. (2013), mostrou dados sobre o número médio de folhas por planta de duas cultivares de caupi (BRS Guariba e BRS Novaera), cultivado a campo em Botucatu/SP próximas as verificadas no atual trabalho, as quais variaram entre 10,3 e 11,4 folhas/planta.

## 4.5. Massa seca

### 4.5.1. Massa seca de folhas

A análise de variância para a variável resposta massa seca de folhas não mostrou interação entre os fatores agrominerais e níveis de tratamento (anexo X). Porém foi significativa para o fator agromineral e níveis de tratamento de forma independente. Os valores das médias de massa seca de folhas estão descritos na tabela 12.

O agromineral GAB foi superior a todos os demais agrominerais, com uma produção em massa seca de folhas de 25,2% superior a testemunha, 21,6% superior ao FNI e 9,1% superior ao GAB+FNI.

O agromineral GAB+FNI, embora com uma produção em massa seca de folhas inferior ao GAB, diferiu significativamente do FNI e da testemunha, superando-os em 17,7% e 13,7%, respectivamente (Tabela 12).

Tabela 12. Média da massa seca de folhas em miligramas/planta, para cada agromineral, avaliada aos 66 dias após a semeadura.

Agrominerais	Médias	
FNI	947,74	C
GAB	1.208,62	A
GAB+FNI	1.098,57	B
Testemunha	904,47	C

dms: 100,05.

Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si. Foi aplicado o teste DMS ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores médios de produção de massa seca de folhas por planta para cada nível de tratamento, estão demonstrados na figura 5.

O modelo linear positivo foi significativo ( $R^2$  0,8224) – (anexo Y) e demonstra que há ganho em massa seca de folhas por planta, à medida que aumentam os níveis de tratamento, na razão de 9,84 mg/unidade de produto.

O nível de tratamento zero (0) marca exatamente o intercepto da reta ao eixo das abcissas e corresponde a massa seca de folhas/planta de 931,88 mg. A maior resposta em ganho de massa seca de folhas por planta é atingida ao nível 25 onde a produção chega a 1.177,90 mg (Figura 5).

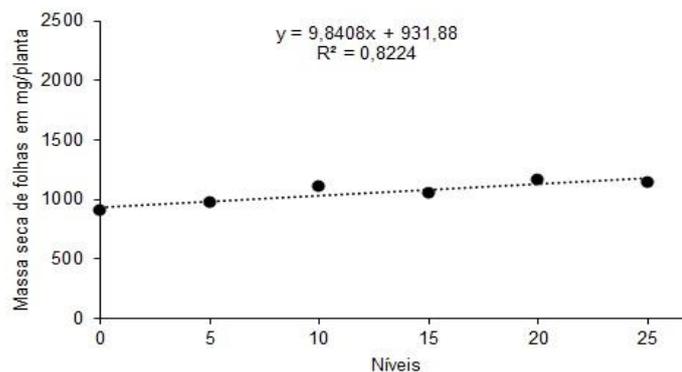


Figura 5. Massa seca de folhas por planta obtida aos 66 dias após a semeadura através da média dos valores dos agrominerais para cada nível de tratamento.

#### 4.5.2. Massa seca de ramos

A análise de variância demonstrou que a massa seca de ramos foi afetada pelos diferentes níveis de recobrimento dos tratamentos (anexo Z).

O modelo linear foi significativo (anexo AA) e apresentou coeficiente de determinação acima de 70% ( $R^2$  0,7038). O coeficiente angular demonstra que há ganho em massa seca de ramos por planta à medida que aumentam os níveis de tratamento na razão de 5,11 mg/unidade de produto.

O nível de tratamento zero (0) marca exatamente o intercepto da reta ao eixo das abcissas e correspondendo a massa seca de ramos/planta de 478,02 mg. A maior resposta em ganho de massa seca de ramos por planta é atingida ao nível 25 onde a produção chega a 605,80 mg (Figura 6).

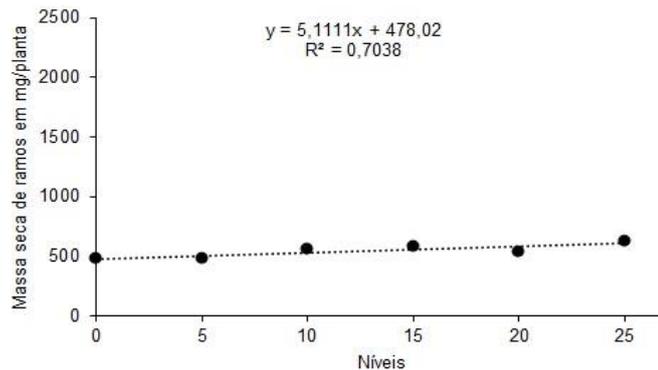


Figura 6. Massa seca de ramos por planta obtida aos 66 dias após a semeadura através da média dos valores dos agrominerais para cada nível de tratamento.

#### 4.5.3. Massa seca total

Ocorreram efeitos independentes dos agrominerais e níveis de tratamento sobre a massa seca total (Anexo AB). Os valores da massa seca total em mg/planta estão descritos na tabela 13.

Os agrominerais GAB e GAB+FNI diferiram significativamente da testemunha e do agromineral FNI. O agromineral GAB possibilitou rendimento total de massa seca 21,9% superior a testemunha, enquanto que o agromineral GAB+FNI rendimentos de massa seca total de 16,4% superior a testemunha (Tabela 13). Não houve diferença significativa entre o agromineral FNI e a testemunha para a variável massa seca total por planta.

Tabela 13. Média da massa seca total em miligramas/planta, para cada agromineral, avaliada aos 66 dias após a semeadura.

Agrominerais	Médias	
FNI	1.494,50	B
GAB	1.770,81	A
GAB+FNI	1.653,55	A
Testemunha	1.382,69	B

dms: 126,23.

Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si. Foi aplicado o teste DMS nível de 5% de probabilidade.

O modelo linear positivo foi significativo (anexo AC) e apresentou coeficiente de ajuste dos pontos à reta acima de 87% ( $R^2$  0,8795), demonstrando que há ganho em massa seca total por planta à medida que aumentam os níveis de tratamento na razão de 14,95 mg/unidade de produto.

No tratamento testemunha (nível 0) correspondeu a uma massa seca de ramos/planta de 1.409,90 mg enquanto que no maior nível de tratamento (nível 25) a produção chega a 1.783,79 mg (Figura 7).

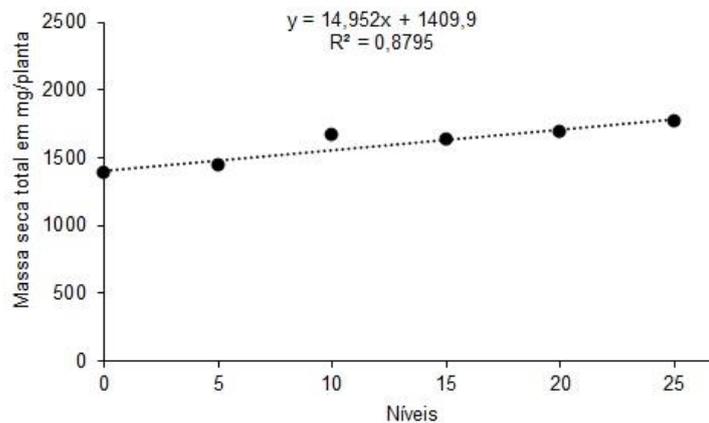


Figura 7. Massa seca total por planta obtida aos 66 dias após a semeadura através da média dos valores dos agrominerais para cada nível de tratamento.

Souza et al. (1999), estudando a eficiência simbiótica de *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii* em *V. unguiculata* (feijão miúdo) obteve resultados para produção de massa seca que variaram de 1.600 mg a 3.835 mg/planta, cultivadas em vaso em casa de vegetação e colhidas aos 65 dias após a semeadura. Estes valores superam alguns valores demonstrados pela tabela 13, provavelmente em função de condições térmicas e hídricas mais favoráveis a cultura além daquelas intrínsecas ao tratamento utilizado.

De modo geral as melhores respostas ao tratamento GAB sobre as variáveis observadas podem estar associadas a sua composição química. Este mineral tem mais de 65% de dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ) em sua composição (Tabela 1). O silício desempenha muitas finalidades na planta como a resistência a pragas e doenças, minimiza toxidez por metais, danos causados pela radiação, balanço de nutrientes,

minimiza efeitos de altas temperaturas e geadas (MENDES, 2011, p.51-63). Estas condições podem ser importantes para que a planta se estabeleça melhor.

O trabalho de Crusciol et al. (2013, p.404-410) também faz referência a aplicação de silício via foliar em amendoim, feijão e soja. O efeito que o silício teve sobre as plantas possibilitou concluir que houve aumento no número de vagens e consequentemente da produtividade nas três culturas.

Em relação a utilização de adubos fosfatados é incontestável o fato de que possibilitam melhores rendimentos às culturas. No entanto neste trabalho alguns resultados ficaram aquém daqueles realizados por Coutinho et al. (2014, p.66-73), Silva et al. (2010, p.31-36) e Bezerra et al. (2014, p.109-105) os quais demonstraram efeitos positivos de adubos com fonte de fósforo no rendimento do feijão miúdo.

As variáveis testadas oscilaram quanto a resposta a fonte de fósforo durante o período experimental, mesmo que no presente trabalho o agromineral utilizado como fonte de fósforo tenha teores de  $P_2O_5$  acima de 24%. Cabe ressaltar que o nível de fósforo na área experimental foi considerado baixo, baseado na análise de solo e que, a forma predominante no tratamento FNI é de alta interação com a fase sólida do solo.

Meurer et al. (2012, p.136-146) ressalta que quanto maior os teores de argila e óxidos de ferro, maior será a quantidade de fósforo adsorvido de forma específica (quimiossorvido) e isto pode ter tendência de irreversibilidade, ou seja, a quantidade desorvida (liberada) é muito menor do que a quantidade adsorvida (ligada a superfície de uma partícula). Entretanto outros trabalhos apresentaram melhores resultados com a utilização de agrominerais com fontes de fósforo no recobrimento de sementes.

Levien (2012) avaliou o crescimento e a produtividade de plantas de soja oriundas de sementes recobertas com diferentes fontes de fósforo. Os agrominerais utilizados foram: fitina, fosfato bicálcico, fosfato natural daoui, superfosfato triplo, fosfato monoamônico, fosfato monocálcico, fosfato de potássio e fosfato de sódio. Neste experimento foi possível observar que a fitina e o fosfato monocálcico aumentam a área foliar, matéria seca e produtividade da cultura da soja.

Em experimento com sementes de milho recobertas com fitina e fosfato natural de arad, Galina (2012) observou efeitos positivos no crescimento inicial de plântulas e aumento da produtividade.

Deste modo, verifica-se no presente estudo um aumento de potencial produtivo da cultura do feijão miúdo a partir do recobrimento de suas sementes. Sugerem-se

testes com doses mais elevadas especialmente do agromineral GAB, pois na maioria das vezes foram verificadas respostas lineares das variáveis com o acréscimo do produto. Tal recobrimento além de ser favorável ao desempenho inicial da cultura também pode ser favorável ao controle de pragas, por possibilitar maior proteção física a semente. Estudos futuros neste sentido seriam fundamentais para elevar a qualidade tanto fisiológica quanto sanitária da semente de feijão miúdo.

## **5. Conclusão**

O recobrimento de sementes de feijão miúdo com os agrominerais fosfato natural itafós, gabro e a mistura destes dois agrominerais não afetaram a germinação das sementes.

As plantas oriundas das sementes tratadas apresentaram melhor desempenho inicial.

O recobrimento de sementes com o agromineral gabro, nas maiores doses, promove o melhor desempenho inicial da cultura do feijão miúdo.

## Referências

ALBUQUERQUE, C. **O fósforo de a vida**. In. Anais Encontro Nacional de Rochas Fosfáticas 3. Brasília. IBRAFOS, 1986.

ALBUQUERQUE, Gildo de Araújo Sá Cavalcanti. **A produção de fosfato no Brasil: uma apreciação histórica das condicionantes envolvidas**. Rio de Janeiro. CETEM/CNPq. 1996. 130p.

ANDRADE JÚNIOR, Anderson Soares; SANTOS, Antônio Apoliano; SOBRINHO, Cândido Athayde; BASTOS, Edson Alves; MELO, Francisco de Brito; VIANA, Francisco Marto Pinto; FREIRE FILHO, Francisco Rodrigues; CARNEIRO, Jociclé da Silva; ROCHA, Maurisrael de Moura; CARDOSO, Milton José; SILVA, Paulo Henrique Soares; RIBEIRO, Valdenir Queiroz. **Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. 108 p.

ANTUNES, Irajá Ferreira. Feijão. In. BARBIERI, Rosa Lia; STUMPF, Elizabeth Regina Tempel. **Origem e evolução de plantas cultivadas** Brasília, DF. Embrapa Informações Tecnológicas, 2008. p.360.

BEVILAQUA, Gilberto A. P.; BROCH, Dirceu L.; POSSENTI, Jean C.; VILLELA, Francisco A. **Posição do fósforo e potássio na adubação da semente e no crescimento de plântulas de milho**. Revista Brasileira de Arociência, v.2, nº 2, 87-92, Mai.-Ago., 1996.

BEVILAQUA, Gilberto Antonio Peripolli; EBERHARDT, Paulo Eduardo Rocha; JOB, Ricardo Batista; PINHEIRO, Régis. **Recobrimento de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) com pó de rocha granodiorito gnáissico**. Anais Workshop Insumos para Agricultura Sustentável. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2012.

BEVILAQUA, Gilberto Antonio Peripolli; GALHO, André Marisqueirena; ANTUNES Irajá Ferreira; MARQUES, Robson Luiz Legorio; MAIA, Manoel de Sousa. **Manejo de sistemas de produção de sementes e forragem de feijão-miúdo para a agricultura familiar**. Embrapa Clima Temperado. Pelotas/RS, 2007. 23p.

BEZERRA, Marlene Alexandrina Ferreira; OLIVEIRA, Francisco Assis; BEZERRA, Francisco Thiago Coelho; PEREIRA, Walter Esfrain; SILVA, Sherly Aparecida. **Cultivo de feijão-caupi em latossolos sob o efeito residual da adubação fosfatada**. Revista Caatinga, Mossoró, v. 27, n. 1, p. 109 – 115, jan. – mar., 2014.

BINNECK, Eliseu, BARROS; Antonio Carlos Souza Albuquerque; VAHL, Ledemar Carlos. **Peletização e aplicação de molibdênio em sementes de trevo branco**. Revista Brasileira de Sementes, vol. 21, nº.2, p.203-207, 1999.

BRASIL. **Lei nº 12.890, de 10 de dezembro de 2013**. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2013/lei-12890-10-dezembro-2013-777603-publicacaooriginal-142208-pl.html>>. Acesso em: 09 out 2013.

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

CARÁMBULA, M. **Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas**. Buenos Aires. Hemisferio Sur, 2004. 413p.

CARVALHO, Joelizia Maria; SANTOS, Jerffson Lucas; BANDEIRA, Arlete da Silva; D'ARÊDE, Lucialdo Oliveira; SILVA, Alexandre Carneiro; MORAIS, Otoniel Magalhães. **Qualidade de Sementes de *Vigna unguiculata* e *Phasheolus vulgaris* produzidas em diferentes municípios na Bahia**. Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – Vol 6, No. 2, Dez 2011.

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

CONCEIÇÃO, Patrícia Marluci da; VIEIRA, Henrique Duarte. **Qualidade fisiológica e resistência do recobrimento de sementes de milho**. Revista. Brasileira de Sementes. vol.30 nº.3.Londrina, 2008.

COUTINHO, Pablo Wenderson Ribeiro; SILVA, Deymeson Mateus Soares, SALDANHA, Eduardo César Medeiros; OKUMURA, Ricardo Shigueru; SILVA JÚNIOR, Mário Lopes. **Doses de fósforo na cultura do feijão-caupi na região nordeste do Estado do Pará**. Revista Agroambiente On-line, v. 8, n. 1, p. 66-73, janeiro-abril, 2014.

CRUSCIOL, Carlos Alexandre Costa; SORATTO, Rogério Peres, CASTRO, Gustavo Spadotti Amaral; COSTA, Claudio Hideo Martins; FERRARI NETO, Jayme.

**Aplicação foliar de ácido silícico estabilizado na soja, feijão e Amendoim.**

Revista Ciência Agronômica, v. 44, n. 2, p. 404-410, abr-jun, 2013.

DUTRA, Alek Sandro; TEÓFILO, Elizita Maria, MEDEIROS FILHO, Sebastião, DIAS, Francisco Tiago Cunha. **Qualidade fisiológica de sementes de feijão caupi em quatro regiões do estado do ceará.** Revista Brasileira de Sementes, vol. 29, nº 2, p.111-116, 2007.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **PVA.** Disponível em:

<<http://www.alunosonline.com.br/quimica/pva>>. Acesso em: 15 Jun. 2014.

FREIRE FILHO, Francisco Rodrigues; RIBEIRO, Valdenir Queiroz; ROCHA, Maurisrael de Moura; SILVA, Kaesel Jackson Damasceno e; NOGUEIRA, Maria do Socorro da Rocha; RODRIGUES, Erina Vitória. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios.** Embrapa Meio-Norte. Teresina/PI. 2011. 84p.

FREITAS, Rômulo Magno Oliveira; TORRES, Salvador Barros; NOGUEIRA, Narjara Walessa; LEAL, Caio César Pereira; FARIAS, Raul Martins. **Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi em função de sistemas de plantio e estresse hídrico.** Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 43, nº. 4, p. 370-376, out./dez. 2013.

GALINA, Silvia. **Desempenho de sementes de milho recobertas com fósforo.**

Pelotas, 2012.41 f. Tese (Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de sementes). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2012.

GALLO, Domingos; NAKANO, Octavio; SILVEIRA NETO, Sinval; CARVALHO, Ricardo Pereira Lima; BAPTISTA, Gilberto Casadei; BERTI FILHO, Evoneo; PARRA, José Roberto Postali; ZUCHI, Roberto Antonio; ALVES, Sérgio Batista; VENDRAMIM, José Djair; MARCHINI, Luís Carlos; LOPES, João Roberto Spotti; OMOTO, Celso. **Entomologia Agrícola.** Piracicaba. FEALQ, 2002. 524p-526p.

JOB, Ricardo Batista; BEVILAQUA, Gilberto Antonio Peripolli; PINHEIRO, Régis Araújo; PEDROSO, Carlos Eduardo da Silva. **Recobrimento de sementes de feijão miúdo com pó de basalto.** XVI Encontro de Pós-Graduação da Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2014.

KORNDÖRFER, Gaspar H. Elementos benéficos. In. FERNANDES, Manlio Silvestre (Org.). **Nutrição mineral de Plantas**. Viçosa, MG. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2006. 432 p.

LEVIEN, Alexandre Moscaelli. **Sementes de soja recobertas com diferentes fontes e dosagens de fósforo**. Pelotas, 2012-53f. Tese (Doutorado) –Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2012.

MACHADO, Amauri Almeida. CONCEIÇÃO, Adriano Rochedo. **Sistema de análise estatística para Windows. Winstat. Versão 1.0**. Núcleo de Informática Aplicada - NIA. Universidade Federal de Pelotas - UFPel, 2003.

MALAVOLTA, Eurípides; GOMES, Frederico Pimentel; ALCARDE, José Carlos. **Adbos e adubações**. 1926. São Paulo. Nobel Franquias S.A., 2002. 200 p.

MARENCO, Ricardo A.; LOPES, Nei Fernandes. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa, MG. Ed. UFV, 2007. 469p.

MENDES, Lucas da Silva; SOUZA, Carlos Henrique Eiterer; MACHADO, Vanessa Júnia. **Adubação com silício: influência sobre o solo, planta, pragas e patógenos**. Revista Cerrado Agrociência. UNIPAM, (2):p.51-63, set. 2011.

MEURER, Egon José; RHENHEIMER, Danilo; BISSANI, Carlos Alberto Fenômenos de sorção em solos. In. **Fundamento de química do solo**. MEURER, Egon José editor. 4º ed. Porto Alegre. Evangraf, 2012. 280p.

MITTELMANN, Andréa. Principais espécies forrageiras. In. PEGORARO, Ligia Margareth Cantarelli. **Noções sobre produção de leite**. Pelotas. Embrapa Clima Temperado. 2006. 153p.

PESKE, Fabrício Becker; BAUDET, Leopoldo; PESKE, Silmar Teichert. **Produtividade de plantas de soja provenientes de sementes tratadas com fósforo**. Revista Brasileira de Sementes. Vol.31, nº1. Londrina, 2009.

PIO-RIBEIRO, G.; ASSIS FILHO, F. M. Doenças do Caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). In. KIMATI, H.; AMORIN, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo. Agronômica Ceres. 1995 – 1997. 2v. 223p.-232p.

POPP, José Henrique. **Geologia Geral**. 5<sup>o</sup> ed. 1998. Rio de Janeiro. Editora S. A., 1998.

PRADO, Renato de Mello; ROZANE, Danilo Eduardo; VALE, Diego Wylliam; CORREIA Marcus André Ribeiro; SOUZA, Henrique Antunes. **Nutrição de plantas diagnose foliar em grandes culturas**. Jaboticabal: FCAV, CAPES/Fundunesp, 2008. 301p.

PRESS, Frank; GROTZINGER, John; SIEVER, Raymond; JORDAN, Thomas H. **Para entender a terra**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 656p.

RAVEN, Peter H.; EVERT, Ray F.; EICHHORN, Susan E. **Biologia vegetal**. 1936. Tradução: Ana Claudia de Macedo Vieira et al. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2011, cap.24, p.546.

ROCHA, Pablo Alves; ÁVILA, Joseani Santos; ARAUJO NETO, Anderson Costa; NUNES, Renan Thiago Carneiro; LIMA, Raelly da Silva; MORAIS, Otoniel Magalhães. **Qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi produzidas em sequeiro no sudoeste da Bahia**. In: III Congresso Nacional de Feijão-caupi, 2013, Recife/PE. Anais. Recife/PE, 2013.

RUFINO, Cassyo de Araújo. **Aplicação de cálcio/magnésio e silício nas sementes de soja**. 2010. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

SALLIS, Maria da Gloria Viegas. **Rendimento de matéria seca de feijão-miúdo (*Vigna unguiculata*) (Walp) em resposta a práticas de manejo**. Pelotas, 2002. 100f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2002.

SILVA, Armando José; UCHÔA, Sandra Cátia Pereira; ALVES, José Maria Arcanjo; LIMA, Antônio César Silva; SANTOS, Célia Socorro Vieira; OLIVEIRA, Jane Maria Franco; MELO, Valdinar Ferreira. **Resposta do feijão-caupi à doses e formas de aplicação de fósforo em Latossolo Amarelo do Estado de Roraima**. Revista Acta Amazônica vol. 40(1) 2010: 31 – 36.

SILVA, João Bosco C.; SANTOS, Paulo E. C.; NASCIMENTO, Warley Marcos. **Desempenho de sementes peletizadas de alface em função do material cimentante e da temperatura de secagem dos péletes**. Horticultura Brasileira. Vol.20, nº1. Brasília – DF, março 2002.

SILVA, João. Bosco. C. da; NAKAGAWA, João. **Confecção e avaliação de péletes de sementes de alface**. Horticultura Brasileira. Brasília, 1998. v.16, n.2, p. 151-158.

SOUSA, Rodrigo Leite; ALENCAR, Antônio André da Silva; FERNANDES, Ymell dos Santos; LUCENA, Rafael Garcia; FREITAS JÚNIOR, Silvério de Paiva. **Teste de Germinação em diferentes variedades de feijão caupi (*Vigna unguiculata*) coletados na região do cariri**. Universidade Federal do Ceará - Campus Cariri. IV Encontro Universitário da UFC no Cariri. Juazeiro do Norte/CE. Dezembro, 2012.

SOUZA, Alessandra Alves; BURITY, Hélio Almeida; FIGUEIREDO, Márcia do Vale Barreto; SILVA, Maria Luiza Ribeiro Bastos; MELOTTO, Maeli; TSAI, Siu Mui. **Eficiência simbiótica de estirpes HUP<sup>HR</sup>, HUP<sup>-</sup> de *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii* em cultivares de caupi**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.34, n.10, p.1925-1931, out. 1999.

SOUZA, Antônio Eleutério; FONSECA, David Siqueira. Fosfato. In. **Economia Mineral do Brasil**. Brasília – DF, 2009. p. 456-468.

SOUZA, Mayra Roberta; MATOSO, Aline de Oliveira; SORATTO, Rogério Peres; GUARNIERI, Franciele; TIRABASSI, Luís Henrique. **Área foliar e produção de matéria seca do feijão-caupi sob diferentes densidades de plantas**. III Congresso Nacional de Feijão Caupi, Recife/PE, 2013.

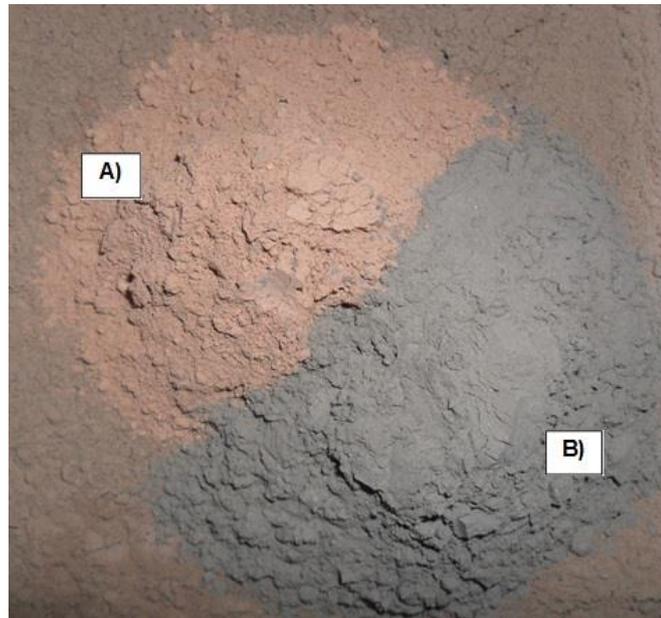
WANDER, Alcido Elenor. **Produção e participação brasileira no mercado internacional de feijão-caupi**. III Congresso Nacional de Feijão-caupi. Recife/PE, 2013.

WESTHEIMER, F. H. Rochas ígneas: sólidos que se formaram de líquidos. In. **Para entender a Terra**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 656p.

## **Anexos**

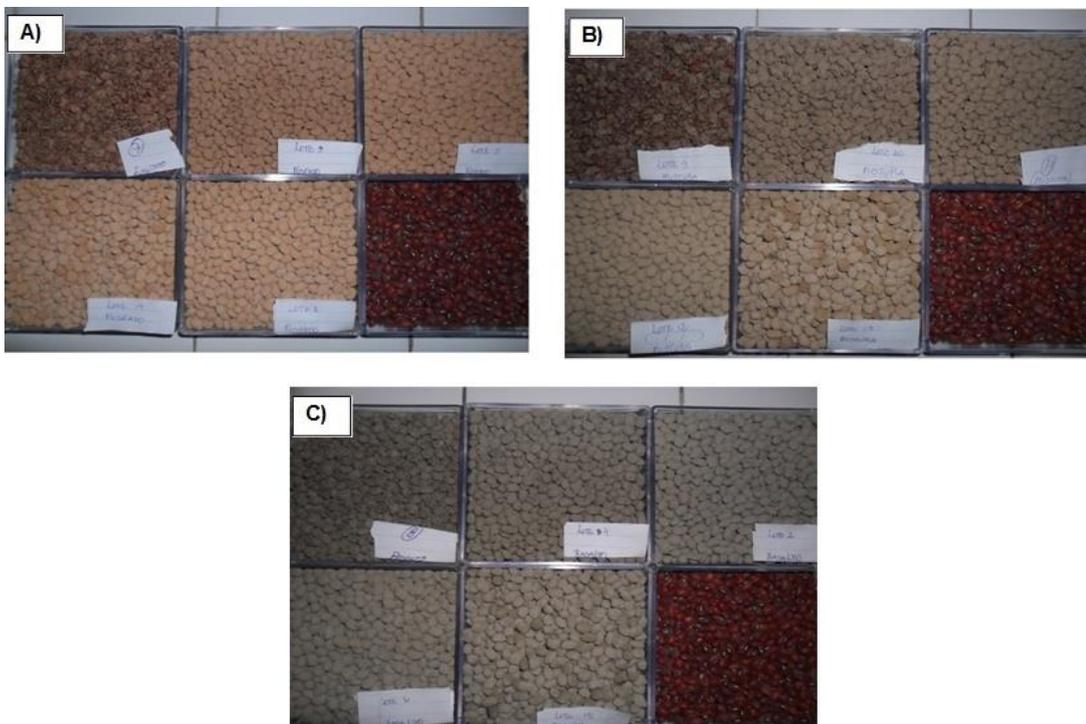
## Anexo A

Minerais utilizados no recobrimento das sementes: A) Fosfato Natura Itafós; B) Gabro.



## Anexo B

Tratamentos A) fosfato natural itafós (FNI), B) gabro + fosfato natural itafós (GAB+FNI), C) gabro (GAB).



## Anexo C

Cálculo da tolerância máxima permitida para validação do teste de germinação.

Repetições	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Germinação (%)	84,4	81,9	84,6	79,4	80,8	82,3	81,8	82,8

Diferença entre a maior e o menor percentual de germinação:  
**84,6% – 79,4% = 5,2%**

Média de germinação entre as repetições:  
**(84,4 + 81,9 + 84,6 + 79,4 + 80,8 + 82,3 + 81,8 + 82,8) / 8 = 82,2%**

Usa-se **83%**

*Obs.: os valores tabelados são números inteiros.*

Para um valor de **83%** de germinação, a tabela 18.9 das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), admite uma tolerância de **15%**, que é maior que a tolerância de **5,2%** demonstrado pelo teste de germinação.

**O resultado do teste é válido.**

## Anexo D

Separação botânica das plantas colhidas aos 66 dias após a semeadura.



### Anexo E

Tabela da análise de variância ( $p < 0,05\%$ ) para a variável resposta primeira contagem da germinação, contada aos 5 dias após a semeadura.

Fontes	GL	SQ	QM	F	p
<b>Agrominerais</b>	2	33.722	16.861	0.268	0.765
<b>Níveis</b>	5	202.889	40.578	0.646	0.665
<b>Agro. X Nív.</b>	10	451.611	45.161	0.719	0.706
<b>Fesíduo</b>	126	7918	62.841	-	-
<b>TOTAL</b>	143	8606.222	-	-	-

\*significativo ao nível de 5% ( $p < 0,05$ ), pelo teste DMS.

<b>Média Geral (%)</b>	69,11
<b>CV (%)</b>	11,47
<b>Desv. Pad.</b>	7,93

### Anexo F

Tabela da análise de variância ( $p < 0,05\%$ ) para a variável resposta germinação final, contada aos 8 dias após a semeadura.

Fontes	GL	SQ	QM	F	p
<b>Agrominerais</b>	2	42	21	0.303	0.739
<b>Níveis</b>	5	220.667	44.133	0.638	0.671
<b>Agro. X Nív.</b>	10	601.333	60.133	0.869	0.564
<b>Resíduo</b>	126	8720	69.206	-	-
<b>TOTAL</b>	143	9584	-	-	-

\*significativo ao nível de 5% ( $p < 0,05$ ), pelo teste DMS.

<b>Média Geral (%)</b>	82,33
<b>CV (%)</b>	10,10
<b>Desv. Pad.</b>	8,32

### Anexo G

Tabela da análise de variância ( $p < 0,05\%$ ) para a variável resposta emergência de plântulas, avaliada aos 5 dias após a semeadura.

Fontes	GL	SQ	QM	F	p
<b>Agrominerais</b>	2	15.801	7.900	0.125	0.882
<b>Níveis</b>	5	4972.062	994.412	15.806	0,000*
<b>Agro. X Nív.</b>	10	3324.432	332.443	5.284	0,000*
<b>Resíduo</b>	54	3397.305	62.913	-	-
<b>TOTAL</b>	71	11709.6	-	-	-

\*significativo ao nível de 5% ( $p < 0,05$ ), pelo teste DMS.

<b>Média</b>	29,3
<b>CV (%)</b>	27,1
<b>Desv. Pad.</b>	7,9

### Anexo H

Tabela da análise de regressão para os níveis do agromineral GAB na variável resposta emergência de plântulas, avaliadas aos 5 dias após a semeadura.

Fontes	GL	SQ	F	p	R2
Níveis	5	5057.6238	-	-	-
Linear	1	3882.9403	61.71915	0,0000*	76.77
Quadrática	1	861.12027	13.68747	0.0005*	93.8
Desvio	3	313.56316	4.984071	0.0039	6.2
Resíduo	54	3397.305	-	-	-

\* significativo a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

### Anexo I

Tabela da análise de regressão para os níveis do agromineral FNI na variável resposta emergência de plântulas, avaliadas aos 5 dias após a semeadura.

Fontes	GL	SQ	F	p	R2
Níveis	5	1440.002	-	-	-
Linear	1	841.822	13.381	0.00058*	58.46
Quadrática	1	131.125	2.084	0.155	67.57
Desvio	3	467.055	7.424	0.00030	32.43
Resíduo	54	3397.305	-	-	-

\* significativo a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

### Anexo J

Tabela da análise de regressão para os níveis do agromineral GAB+FNI na variável resposta emergência de plântulas, avaliadas aos 5 dias após a semeadura.

Fontes	GL	SQ	F	p	R2
Níveis	5	1798.8683	-	-	-
Linear	1	431.52057	6.858	0.01142*	23.99
Quadrática	1	205.2344	3.262	0.07647	35.4
Desvio	3	1162.1134	18.471	0,00000	64.6
Resíduo	54	3397.305	-	-	-

\* significativo a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

### Anexo K

Tabela da análise de variância da variável emergência de plântulas avaliada aos 8 dias após a semeadura.

Fontes	GL	SQ	QM	F	p
Agrominerais	2	47.256	23.628	0.535	0.589
Níveis	5	3799.283	759.857	17.195	0,000*
Agro. X Nív.	10	5787.815	578.782	13.098	0,000*
Resíduo	54	2386.260	44.190	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>71</b>	<b>12020.615</b>	-	-	-

\*significativo ao nível de 5% ( $p < 0,05$ ), pelo teste DMS.

<b>Média</b>	48,9
<b>CV (%)</b>	13,6
<b>Desv. Pad.</b>	6,6

### Anexo L

Tabela da análise de regressão para os níveis do agromineral FNI na variável resposta emergência de plântulas, avaliadas aos 8 dias após a semeadura.

Fontes	GL	SQ	F	p	R2
Níveis	5	1795.2671	-	-	-
Linear	1	103.09289	2.332946	0.1325	5.742
Quadrática	1	167.0286	3.779783	0.0570	15.05
Desvio	3	1525.1456	34.51336	0,0000	84.95
Resíduo	54	2386.26	-	-	-

\* significativo a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

### Anexo M

Tabela da análise de regressão para os níveis do agromineral GAB na variável resposta emergência de plântulas, avaliadas aos 8 dias após a semeadura.

Fontes	GL	SQ	F	p	R2
Níveis	5	6083.0383	-	-	-
Linear	1	2839.1091	64.2477	0,0000*	46.67
Quadrática	1	1514.2765	34.2674	0,0000*	71.57
Desvio	3	1729.6527	39.1412	0,0000	28.43
Resíduo	54	2386.26	-	-	-

\* significativo a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

### Anexo N

Tabela da análise de regressão para os níveis do agromineral GAB+FNI na variável resposta emergência de plântulas, avaliadas aos 8 dias após a semeadura.

Fontes	GL	SQ	F	p	R2
Níveis	5	1708.7938	-	-	-
Linear	1	214.20004	4.847	0.0313*	12.54
Quadrática	1	322.3417	7.294	0.0092*	31.4
Desvio	3	1172.252	26.527	0,0000	68.6
Resíduo	54	2386.26	-	-	-

\* significativo a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

### Anexo O

Tabela da análise de variância da variável emergência de plântulas avaliada aos 17 dias após a semeadura.

Fontes	GL	SQ	QM	F	p
Agrominerais	2	87.385	43.693	0.5186	0.598
Níveis	5	861.911	172.382	2.046	0.087
Agro. X Nív.	10	1908.946	190.895	2.266	0.027*
Resíduo	54	4549.195	84.244	-	-
TOTAL	71	7407.438	-	-	-

\*significativo ao nível de 5% ( $p < 0,05$ ), pelo teste DMS

Média	71,2
CV (%).	12,9
Desv. Pad.	9,2

### Anexo P

Tabela da análise de regressão para os níveis do agromineral FNI na variável resposta emergência de plântulas, avaliadas aos 17 dias após a semeadura.

Fontes	GL	SQ	F	p	R2
Níveis	5	864.972	-	-	-
Linear	1	221.610	2.630	0.1106	25.62
Quadrática	1	50.142	0.595	0.4438	31.42
Desvio	3	593.219	7.041	0.0004	68.58
Resíduo	54	4549.195	-	-	-

\* significativo a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

### Anexo Q

Tabela da análise de regressão para os níveis do agromineral GAB na variável resposta emergência de plântulas, avaliadas aos 17 dias após a semeadura.

Fontes	GL	SQ	F	p	R2
Níveis	5	648.18708	-	-	-
Linear	1	435.25289	5.166	0.0270*	67.15
Quadrática	1	123.25074	1.463	0.2317	86.16
Desvio	3	89.683446	1.064	0.3718	13.84
Resíduo	54	4549.195	-	-	-

\* significativo a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

### Anexo R

Tabela da análise de regressão para os níveis do agromineral GAB+FNI na variável resposta emergência de plântulas, avaliadas aos 17 dias após a semeadura.

Fontes	GL	SQ	F	p	R2
Níveis	5	1257.6983	-	-	-
Linear	1	28.544143	0.3388256	0.5629	2.27
Quadrática	1	379.52503	4.50505	0.0384*	32.45
Desvio	3	849.62916	10.0853	2.23E-005	67.55
Resíduo	54	4549.195	-	-	-

\* significativo a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

### Anexo S

Tabela da análise de variância ( $p < 0,05\%$ ) para os coeficientes angulares dos modelos ajustados para a variável resposta altura das plantas, medias aos 17, 24, 30, 38, 45, 54 e 66 dias após a semeadura.

Fontes	GL	SQ	QM	F	p
Agrominerais	2	0.1079	0.0539	6.5357	0.0015*
Níveis	5	0.1096	0.0219	2.6556	0.0219*
Bloco	3	0.0521	0.0173	2.1029	0.0988
Agro. X Nív.	10	0.0786	0.00788	0.95246	0.4843
Resíduo	555	4.5837	0.0082	-	-
TOTAL	575	4.9321	-	-	-

\*significativo ao nível de 5% ( $p < 0,05$ ), pelo teste DMS

Média	0,2126
CV (%).	42,03
Desv. Pad.	0,091

### Anexo T

Tabela da análise de variância ( $p < 0,05\%$ ) para os valores da variável resposta altura das plantas, medias aos 66 dias após a semeadura.

Fontes	GL	SQ	QM	F	p
<b>Agrominerais</b>	2	243.20941	121.6047	5.9638	0.0027*
<b>Níveis</b>	5	359.10764	71.82153	3.5223	0.0038*
<b>Agro. X Nív.</b>	10	307.2758	30.72758	1.507	0.1329
<b>Resíduo</b>	558	11377.834	20.39038	-	-
<b>TOTAL</b>	575	12287.427	-	-	-

\*significativo ao nível de 5% ( $p < 0,05$ ), pelo teste DMS

<b>Média</b>	17,88
<b>CV (%)</b>	25,26
<b>Desv. Pad.</b>	4,51

### Anexo U

Tabela da análise de variância ( $p < 0,05\%$ ) para os coeficientes angulares dos modelos ajustados para a variável resposta número de folhas por planta, medias aos 66 dias após a semeadura.

Fontes	GL	SQ	QM	F	p
<b>Agrominerais</b>	2	0.008598	0.004299	6.089	0.0024*
<b>Níveis</b>	5	0.021952	0.004390	6.218	0,00001*
<b>Bloco</b>	3	0.004606	0.001535	2.174	0.08996
<b>Agro. X Nív.</b>	10	0.005139	0.000513	0.728	0.6983
<b>Resíduo</b>	555	0.391838	0.000706	-	-
<b>TOTAL</b>	575	0.432135	-	-	-

\*significativo ao nível de 5% ( $p < 0,05$ ), pelo teste DMS

<b>Média</b>	0,2156
<b>CV (%)</b>	12,32
<b>Desv. Pad.</b>	0,0026

### Anexo V

Tabela da análise de variância ( $p < 0,05\%$ ) para os valores da variável resposta número de folhas por planta, medias aos 66 dias após a semeadura.

Fontes	GL	SQ	QM	F	p
<b>Agrominerais</b>	2	22.593	11.2968	7.006	0.00098*
<b>Níveis</b>	5	124.35417	24.8708	15.425	0,0000*
<b>Bloco</b>	3	12.8333	4.27777	2.653	0.0579
<b>Agro X Nív.</b>	10	20.3645	2.03645	1.263	0.2482
<b>Resíduo</b>	555	894.8541	1.61235	-	-
<b>TOTAL</b>	575	1075	-	-	-

\*significativo ao nível de 5% ( $p < 0,05$ ), pelo teste DMS

<b>Média</b>	11,12
<b>CV (%)</b>	11,41
<b>Desv. Pad.</b>	1,27

### Anexo W

Tabela da análise de regressão para os níveis de tratamento na variável resposta número de folhas por planta, avaliada aos 66 dias após a semeadura.

Fontes	GL	SQ	F	p	R2
<b>Níveis</b>	5	124,354			
<b>Linear</b>	1	96,192	57,677	0,00000*	77,35
<b>Quadrática</b>	1	24,778	14,857	0,00012*	97,28
<b>Desvio</b>	3	3,383	2,028	0,1088	2,721
<b>Resíduo</b>	570	950,645			

\* significativo a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

### Anexo X

Tabela da análise de variância ( $p < 0,05\%$ ) para a variável resposta massa seca de folhas, avaliada aos 66 dias após a semeadura.

Fontes	GL	SQ	QM	F	p
<b>Agrominerais</b>	2	4574244.6	2287122	11.139	0,000018*
<b>Níveis</b>	5	4945666.3	989133.3	4.8173	0.000254*
<b>Bloco</b>	3	718528.92	239509.6	1.1665	0.3219
<b>Agro. X Nív.</b>	10	2049747.5	204974.7	0.99827	0.4436
<b>Resíduo</b>	555	0,000000011	205330.7	-	-
<b>TOTAL</b>	575	0,000000012	-	-	-

\*significativo ao nível de 5% ( $p < 0,05$ ), pelo teste DMS

<b>Média</b>	1054,9
<b>CV (%)</b>	42,9
<b>Desv. Pad.</b>	453,1

### Anexo Y

Tabela da análise de regressão para os níveis de tratamento na variável resposta massa seca de folhas, avaliadas aos 66 dias após a semeadura.

Fontes	GL	SQ	F	p	R2
<b>Níveis</b>	5	4945666,3			
<b>Linear</b>	1	4067295,1	19,11	0,000014*	82,24
<b>Quadrática</b>	1	283051,47	1,33	0,2493	87,96
<b>Desvio</b>	3	595319,66	2,798	0,0395	12,04
<b>Resíduo</b>	570	0,000000001			

\* significativo a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

### Anexo Z

Tabela da análise de variância ( $p < 0,05\%$ ) para a variável resposta massa seca de ramos, avaliada aos 66 dias após a semeadura.

Fontes	GL	SQ	QM	F	p
Agrominerais	2	15897.399	7948.7	0.11046	0.8954
Níveis	5	1558995.1	311799	4.3328	0.00070*
Bloco	3	560161.69	186720.6	2.5947	0.05177
Agro. X Nív.	10	504971.73	50497.17	0.70172	0.7232
Resíduo	555	39939144	71962.42	-	-
TOTAL	575	42579170	-	-	-

\*significativo ao nível de 5% ( $p < 0,05$ ), pelo teste DMS

Média	541,9
CV (%).	49,5
Desv. Pad.	268,2

### Anexo AA

Tabela da análise de regressão para os níveis de tratamento na variável resposta massa seca de ramos, avaliadas aos 66 dias após a semeadura.

Fontes	GL	SQ	F	p	R2
Níveis	5	1558995,1			
Linear	1	1097193,7	15,25	0,00010*	70,38
Quadrática	1	4895,35	0,0680	0,7943	70,69
Desvio	3	456906,04	6,34	0,00030	29,31
Resíduo	570	41020175			

\* significativo a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

### Anexo AB

Tabela da análise de variância ( $p < 0,05\%$ ) para a variável resposta massa seca total, avaliada aos 66 dias após a semeadura.

Fontes	GL	SQ	QM	F	p
Agromineral	2	5128729.4	2564365	7.753	0.0004776*
Níveis	5	10675948	2135190	6.4555	0,0000076*
Bloco	3	2099014	699671.3	2.1154	0.09722
Agro. X Nív.	10	1685176.7	168517.7	0.50949	0.8838
Resíduo	555	0,0000000183	330755.8	-	-
TOTAL	575	0,0000000203	-	-	-

\*significativo ao nível de 5% ( $p < 0,05$ ), pelo teste DMS

Média	1596,8
CV (%).	36,0
Desv. Pad.	575,1

### Anexo AC

Tabela da análise de regressão para os níveis de tratamento na variável resposta massa seca total, avaliada aos 66 dias após a semeadura.

Fontes	GL	SQ	F	p	R2
<b>Níveis</b>	5	10675948			
<b>Linear</b>	1	9389467,2	27,81	0,0000019*	87,95
<b>Quadrática</b>	1	362395,07	1,073	0,3007	91,34
<b>Desvio</b>	3	924085,48	2,736	0,00428	8,66
<b>Resíduo</b>	54	0,00000001			

\* significativo a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).