

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CURSO DE AGRONOMIA

RODRIGO LUIZ DA SILVA DUTRA

**EFICIÊNCIA NO USO DE FÓSFORO EM GENÓTIPOS DE FEIJÃO  
COM USO DE BIOATIVADORES DE SOLO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2016

RODRIGO LUIZ DA SILVA DUTRA

**EFICIÊNCIA NO USO DE FÓSFORO EM GENÓTIPOS DE FEIJÃO  
COM USO DE BIOATIVADORES DE SOLO**

Trabalho de conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de conclusão de curso II, do Curso Superior de Agronomia - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR.

Orientador: Prof. Dr. Lucas da Silva Domingues

DOIS VIZINHOS

2016



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus Dois Vizinhos  
Diretoria de Graduação e Educação Profissional  
Coordenação do Curso de Agronomia



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### EFICIÊNCIA NO USO DE FÓSFORO EM GENÓTIPOS DE FEIJÃO COM USO DE BIOATIVADORES DE SOLO

por

RODRIGO LUIZ DA SILVA DUTRA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC II) foi apresentado em 05 de dezembro de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Lucas da Silva Domingues

Paulo Fernando Adami

---

Prof.(a) Orientador(a)  
UTFPR - DV

---

Membro titular  
UTFPR - DV

Laercio Ricardo Sartor

---

Membro titular  
Instituição de Vínculo

Angélica Signor Mendes

---

Responsável pelos Trabalhos  
de Conclusão de Curso

Lucas da Silva Domingues

---

Coordenador(a) do Curso  
UTFPR – Dois Vizinhos

## RESUMO

DUTRA, R. L. da S. **Eficiência no uso de fósforo em genótipos de feijão com uso de bioativadores de solo.** Trabalho de conclusão de curso II. Dois Vizinhos – PR: UTFPR, 2016.

Dentre as leguminosas, o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) fornece nutrientes essenciais que podem substituir parcialmente outros produtos proteicos para a população brasileira. Os genótipos crioulos de feijão estão adaptados às condições ambientais e socioeconômicas dos produtores rurais, principalmente agricultores familiares, podendo apresentar elevados teores de nutrientes nos grãos. O trabalho tem por objetivo avaliar a eficiência no uso de fósforo em cinco genótipos de feijão, com e sem a utilização de bioativador Penergetic® e com e sem aplicação de fósforo no solo. O experimento foi conduzido na UTFPR Câmpus Dois Vizinhos - PR, implantado na safra e 2015/2016 e safrinha 2016, os experimentos foram em esquema fatorial 2x2x5 no delineamento de blocos ao acaso com três repetições. A parcela principal representa a forma de adubação de plantio, sem fósforo na base e com fósforo na base conforme a recomendação para a cultura. A subparcela consiste na aplicação ou a ausência de bioativador de fósforo em cobertura na cultura e a subsubparcela representa os cinco genótipos de feijão. Foram avaliados os componentes de rendimento, produtividade da cultura do feijão, o teor fósforo no tecido e nos grãos da planta e eficiência no uso do fósforo. A produtividade média das cultivares na safra foi maior do que na safrinha. O uso de Penergetic® proporcionou um aumento significativo na produtividade da cultivar Pérola na safra, maior número de grãos por planta da variedade Vermelho e maior teor de fósforo nos grãos nas cultivares BRS Exedito e Cavalinho Iraí, na safrinha. A variedade Vermelho demonstrou ser mais eficiente no uso de fósforo para produção de grãos tanto na safra quanto na safrinha. Na presença de adubação fosfatada, a produtividade média dos genótipos foi 12,10% maior na safra.

**Palavras chave:** *Phaseolus vulgaris*; Macronutrientes; Penergetic®.

## ABSTRACT

Among legumes, beans (*Phaseolus vulgaris* L.) provide essential nutrients that may partially replace other protein products for the Brazilian population. Creole bean genotypes are adapted to the environmental and socioeconomic conditions of the farmers, mainly family farmers, and can present high levels of nutrients in the grains. The objective of this study was to evaluate the efficiency of phosphorus use in five bean genotypes, with and without the use of a Penergetic® bioactivator and with and without phosphorus application in soil. The experiment was conducted at UTFPR Câmpus Dois Vizinhos - PR, implanted in the harvest and 2015/2016 and safrinha 2016, the experiments were in a 2x2x5 factorial scheme in a randomized block design with three replicates. The main plot represents the form of planting fertilization, without phosphorus at the base and with phosphorus at the base according to the recommendation for the crop. The subplot consists of the application or absence of phosphate bioactivator in the crop and the sub-plot represents the five bean genotypes. The yield components, bean crop productivity, phosphorus content in the plant tissue and grains and phosphorus efficiency were evaluated. The average productivity of the cultivars in the harvest was higher than in the second crop. The use of Penergetic® resulted in a significant increase in the productivity of the cultivar Pérola in the harvest, the highest number of grains per plant of the Red variety and the highest phosphorus content in the grains in the cultivars BRS Expedito and Cavalo Iraí, in the second crop. The Red variety has been shown to be more efficient in the use of phosphorus for grain production in both the harvest and the offspring. In the presence of phosphate fertilization, the average yield of the genotypes was 12.10% higher in the harvest.

**Key words:** *Phaseolus vulgaris*; macronutrients; Penergetic®.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	7
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	8
2.1. OBJETIVO GERAL .....	8
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	8
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	9
3.1. FEIJÃO.....	9
3.2. FEIJÃO CRIOULO .....	9
3.3. MELHORAMENTO GENÉTICO DO FEIJÃO .....	10
3.4. FÓSFORO (P).....	11
3.5. BIOATIVADOR DE SOLO.....	12
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	13
4.1. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO NO CAMPO .....	13
4.2. ANÁLISES DE LABORATÓRIO.....	17
4.3. DADOS CLIMATOLÓGICOS .....	18
4.4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	19
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	20
5.1. ANÁLISES DE VARIÂNCIA .....	20
5.2. COMPARAÇÃO ENTRE OS TRATAMENTOS FÓSFORO X PENERGETIC®.....	22
5.3. COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DOS GENÓTIPOS X ADUBAÇÃO FOSFATADA E GENÓTIPOS X P ENERGETIC .....	26
5.3.1. NÚMERO DE VAGENS POR PLANTA (NVP) .....	27
5.3.2. NÚMERO DE GRÃOS POR PLANTA (NGP).....	28
5.3.3. MASSA DE 1000 GRÃOS (M1000G).....	30
5.3.4. PRODUTIVIDADE.....	31
5.3.5. TEOR DE FÓSFORO NAS FOLHAS .....	35
5.3.6. TEOR DE FÓSFORO NOS GRÃOS.....	37
5.3.7. EFICIÊNCIA NO USO DE FÓSFORO .....	39
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	41
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	42

## 1. INTRODUÇÃO

O feijão é uma planta tipicamente cultivada no Brasil. Apesar de não ser o centro de origem, o Brasil é um dos grandes produtores e sendo este consumido em praticamente todo o território nacional. Devido a sua importância vem sendo desenvolvidas muitas pesquisas com a cultura do feijoeiro, mais recentemente com feijão crioulo por este apresentar uma maior quantidade de nutrientes e, por consequência, poder melhorar a dieta alimentar.

Na atualidade os esforços do melhoramento genético do feijão estão voltados para o aumento da produtividade, resistência a pragas e doenças. Porém, poucos estudos são realizados quanto à eficiência no uso do fósforo (P) em feijão no Brasil.

O fósforo de forma geral é um dos elementos minerais mais importantes para as plantas, atuando na produção de energia, além de ser insubstituível nos processos de reprodução das plantas (MALAVOLTA, 2006). Nos solos brasileiros em sua maioria o problema não está na quantidade de fósforo total presente, mas sim na quantidade de fósforo disponível para as plantas absorverem, pois este muito facilmente fica adsorvido nos coloides e nos óxidos de ferro e alumínio, presentes no solo (PRIMAVESI, 2002).

Dentre as formas de disponibilizar de forma mais expressiva o fósforo no solo estão algumas espécies de microrganismos presentes no solo, principalmente algumas espécies de fungos e bactérias que desprendem o fósforo adsorvido nos óxidos e nas partículas de argila, deixando-o disponível para as plantas.

A bioativação de solo é uma tecnologia que ativa a vida de microrganismos no solo, o que possibilita um melhor aproveitamento dos nutrientes disponíveis e imobilizados neste (PENERGETIC, 2015).

O objetivo do trabalho foi fazer a avaliação na eficiência no uso de fósforo em genótipos de feijão com e sem o uso do bioativador de solo Pengergetic®.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Avaliar a eficiência do uso de fósforo (P) em genótipos de feijão com e sem o uso de bioativador de solo.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar a interferência da nutrição de fósforo e do bioativador nos componentes de rendimento (inserção da primeira e última vagem, número de vagens e número de grãos por planta) e produtividade do feijoeiro.
- Avaliar o crescimento e desenvolvimento dos estádios fenológicos da cultura sob as diferentes condições de status nutricional de fósforo.
- Analisar a concentração de fósforo nos tecidos e quantificar a eficiência no uso de fósforo e a interferência dos bioativadores na concentração de P nos tecidos (grãos).



### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. FEIJÃO

O feijão é um dos alimentos básicos do povo brasileiro e integrante dos hábitos de consumo de grande parcela da população, principalmente pelo seu papel fundamental como fonte proteica de origem vegetal (RAMOS JUNIOR et al., 2005). Quanto ao aporte de calorias, o feijão ocupa o terceiro lugar entre os alimentos consumidos, totalizando 11,2% das calorias ingeridas por dia (SOARES, 1996).

Dentre as leguminosas, o feijão fornece nutrientes essenciais que podem substituir parcialmente outros produtos proteicos para a população de baixa renda. Nutricionalmente, o feijão apresenta alto teor de proteínas, ferro, cálcio, vitaminas, principalmente do complexo B, carboidratos, fibras e lisina, que é um dos aminoácidos essenciais (MESQUITA et al., 2007).

O consumo de feijão no Brasil está distribuído em aproximadamente 40 tipos de feijão, dentre eles o feijão preto, plantado em 21% da área, é mais consumido no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, sul e leste do Paraná, Rio de Janeiro, sudeste de Minas Gerais e sul do Espírito Santo. Por outro lado, os do grupo carioca são consumidos em praticamente todo o Brasil, chegando a alcançar mais que 50% da área cultivada. Já o feijão-caupi (feijão de corda), é reconhecidamente mais aceito nas Regiões Norte e Nordeste e corresponde a 9,5% da área cultivada no país (MAPA, 2014).

Estima-se que no Brasil a área total de feijão deve chegar a 3,17 milhões de hectares e a produção nacional total é de aproximadamente 3,4 milhões de toneladas. Já o consumo nacional tem variado entre 3,3 e 3,6 milhões de toneladas, em razão da disponibilidade interna e dos preços praticados no mercado que induzem o consumidor a adquirir mais ou menos produto (CONAB 2015).

#### 3.2. FEIJÃO CRIOULO

Os genótipos crioulos de feijão estão adaptados às condições ambientais e socioeconômicas de agricultores e podem apresentar elevados teores de nutrientes nos grãos, como por exemplo, o ferro, que pode estar correlacionado positivamente com magnésio, zinco, fósforo e enxofre, e assim promover melhorias simultâneas nos teores de minerais nos grãos de feijão como foi constatado nos acessos provenientes do Centro Internacional de Agricultura Tropical (BEEBE et al., 2000).

Pereira et al. (2011) constataram que genótipos crioulos destacaram-se com níveis elevados de nutrientes (ferro, fósforo e proteína total) nos grãos, portanto, são indicados para a melhoria na qualidade de dietas, uso em programas de melhoramento e pelo próprio agricultor para consumo, produção e comercialização.

Em trabalhos com feijão crioulo, Elias, et al. (2007) demonstram a existência de variabilidade entre as cultivares tradicionais e, conseqüentemente, a possibilidade de obtenção de ganhos genéticos em programas de melhoramento com o uso de germoplasma tradicional. Sendo que a manutenção desta variabilidade genética pode ser de grande valor pela probabilidade de conterem alelos que conferem adaptação local, resistência a doenças e tolerância às principais adversidades edafoclimáticas de uma determinada região (CARVALHO, 2008).

### 3.3. MELHORAMENTO GENÉTICO DO FEIJÃO

Quanto maior a diversidade genética entre os acessos disponíveis, maior será a probabilidade de se encontrar alelos de interesse. O conhecimento da diversidade genética também permite a escolha do genótipo adequado e dos métodos de seleção a serem utilizados, em função dos recursos disponíveis e da distância genética entre os genótipos a serem recombinados, conforme os objetivos do programa de melhoramento (SINGH, 2001).

Ramalho; Santos (1982) abordam que o objetivo dos programas de melhoramento do feijão é a obtenção de cultivares com alta produtividade, resistentes às principais pragas e doenças e com características das sementes aceitáveis no mercado consumidor. Para Borém (2005) além de produtividade e resistência as principais pragas e doenças, os melhoristas da atualidade buscam por cultivares resistentes à seca e mais apropriados a colheita mecânica, porém estes dois objetivos ainda ficam em segundo plano.

Os componentes do rendimento do feijão são determinados pelo genótipo, influenciados pelas condições ambientais ocorrentes durante o ciclo da cultura, pelas práticas fitotécnicas adotadas durante a implantação e condução da lavoura e pelo nível tecnológico adotado pelo agricultor (BEZERRA et al., 2007). Para Zilio et al. (2011) os três principais caracteres que compõem o rendimento final na cultura do feijão são: número de vagens por unidade de área, número de grãos por vagem e massa dos grãos. O número de vagens por unidade de área é determinado pela

população de plantas, pela produção de flores por planta e pelo número de flores que efetivamente desenvolvem vagens.

### 3.4. FÓSFORO (P)

Apesar das plantas absorverem menor quantidade de fósforo do que potássio e nitrogênio, as recomendações, em geral, são de que as quantidades de fósforo, para qualquer cultura na época do plantio, sejam superiores às daqueles nutrientes, devido ao baixo aproveitamento do fósforo (5 a 20%), em decorrência das perdas relacionadas com a adsorção de P pelas partículas do solo (VALE, et al., 1993).

Entre os macronutrientes, o fósforo (P), é, talvez, o elemento sobre o qual mais tem se desenvolvido pesquisas, porém havendo muitos pontos em que são necessários maiores esclarecimentos como, por exemplo: a importância para a vida da planta, do animal e do homem que come a planta transformada; a frequência com que limita produção; o fato de ser um insumo mineral finito e insubstituível (MALAVOLTA, 2006).

A baixa disponibilidade de fósforo (P), comum na maioria dos solos das regiões tropicais, transforma esse elemento em objeto de frequentes estudos (SILVA et al., 2001). Nesse contexto, é preciso salientar que existem diferenças entre os genótipos para o aproveitamento de fósforo disponível, por exemplo, as cultivares de feijão Aporé, Goytacazes, Carioca-MG, Carioca-IAC, Serrano, Safira e Roxo 9, são eficientes na utilização de fósforo, quando comparados com 15 genótipos de feijão (FAGERIA, 1998).

Nesse sentido, estudando o rendimento da cultivar Carioca, Silva et al (2001) observaram que o rendimento de grãos da cultivar Carioca de feijão aumentou com as doses de  $P_2O_5$  aplicadas, atingindo valor máximo de  $3.821\text{kg ha}^{-1}$ , com uma dose de  $98\text{kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$ , dose esta para máxima eficiência econômica da cultura.

As reservas atuais de fósforo podem ser exauridas ainda neste século. Porém, antes que este ponto seja atingido, a produção destes recursos atingirá uma taxa máxima, estimada para acontecer em 2030. Os custos dos nutrientes aumentarão com tempo à medida que os materiais que são extraídos com maior facilidade forem consumidos, portanto, o manejo racional dos recursos de nutrientes não renováveis é uma responsabilidade crucial para a indústria agrícola, sendo que a vida das reservas atuais de fósforo está estimada para 93 anos (FIXEN, 2009).

### 3.5. BIOATIVADOR DE SOLO

Para Primavesi (2002) os fungos micorrízicos, possuem a capacidade de mobilizar fósforo no solo. Um dos mecanismos conhecidos para esta liberação é que os microrganismos produzem ácido keto-glutamônico para mobilizar este fósforo, para isso é importante para os microrganismos que este solo esteja em boas condições de aeração e um teor adequado de nutrientes.

Em trabalho com beterraba açucareira, Jakiene et al. (2009) testaram o uso de Penergetic P e pulverização foliar e obtiveram um aumento de 14,5% e um acréscimo de 0,31% de sacarose. Já Pekarskas, et al. (2011) usaram Penergetic-k como bioestimulador de decomposição de palhada e concluíram que seu uso aumentou a condutividade elétrica do solo e um maior valor energético em grãos de trigo para farinha.

Na cultura do feijão Nascente; Cobucci (2014) puderam inferir que a aplicação de Penergetic permitiu maior rendimento de grãos com menor dose de fósforo. Este resultado pode indicar que houve maior disponibilidade de fósforo para as plantas quando aplicado Penergetic® possivelmente dos coloides do solo e em parte devido ao aumento da atividade microbiana no solo.

Paes et al. (2003) trabalharam com o uso de Penergetic® em soja na safra 2002/2003 e não verificaram diferença entre o uso da tecnologia de bioativação de solo, comparada com a tecnologia padrão de fertilização de solo, porém com a redução de 20 % de adubo e defensivos com uso de Penergetic®. Somente, não proporcionou o mesmo peso de 100 grãos em relação à ausência de adubação no plantio, somado ao uso de Penergetic®.

A bioativação de solo é uma tecnologia que ativa a vida de microrganismos no solo, o que possibilita um melhor aproveitamento dos nutrientes disponíveis e imobilizados neste. O Penergetic P® e o Penergeti K® são uma nova tecnologia que vem a contribuir com a liberação do fósforo adsorvido no solo, de forma que este fique na solução do solo, prontamente disponível as plantas. O Penergetic K® é um produto que facilita o processo de decomposição, uma vez que estimula os microrganismos nesta decomposição dos restos vegetais. Já o Penergetic P® estimula os microrganismos do solo no desprendimento do fósforo adsorvido nos coloides e óxidos de ferro e alumínio do solo (PENERGETIC, 2015).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO Á CAMPO

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos, localizada no município de Dois Vizinhos, Sudoeste do Paraná (Figura 1). A altitude do local é de 520 m, com latitude de 25°, 42', 52" S e longitude de 53°, 03',94" W. De acordo com a classificação internacional de Köppen, o clima é do tipo Cfa, subtropical, úmido (ALVARES, et al., 2013). A precipitação anual varia de 2000 a 2500 mm (IAPAR, 2006). O solo é classificado como Nitossolo Vermelho Distroférrico de textura argilosa caracterizando solos profundos, porosos e bem permeáveis (EMBRAPA, 2013). O laudo de análise química do solo da camada de 0-10cm revelou os teores: pH(CaCl<sub>2</sub>) 4,7; MO 36,19 g dm<sup>-3</sup>; P 2,62 mg dm<sup>-3</sup>; K 0,65 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al 0,34 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al 4,96 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca 2,90 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg 2,30 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e V(%) 54,12.

Figura 1: Imagem aérea do local do experimento, sendo o local demarcado com linhas vermelhas.



Fonte: Google Earth.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, num esquema fatorial 2x2x5 com parcelas subdivididas e com três repetições, totalizando 60 parcelas. As parcelas foram constituídas por quatro linhas com quatro metros de comprimento e espaçamento de 0,45 metros, sendo que as duas linhas

centrais foram consideradas como parcela útil para a realização das avaliações, totalizando esta 3,6 m<sup>2</sup>. A parcela principal (fator A) representa a forma de adubação de plantio, sem fósforo na base e com fósforo na base conforme a recomendação para a cultura. A subparcela (fator B) consiste na aplicação ou a ausência de bioativador de fósforo em cobertura na cultura e a subsubparcela (fator C) representa os cinco genótipos de feijão.

Os cinco genótipos avaliados foram constituídos duas cultivares e três variedades crioulas:

- Cultivar BRS Exedito (grupo preto);
- Cultivar Pérola (grupo carioca);
- Variedade Cavalo Irai;
- Variedade Vermelho;
- Variedade Maronze.

O período de execução das atividades de campo foi dividido em duas safras, a primeira de outubro de 2015 a janeiro de 2016 considerado como safra e a segunda de janeiro a abril de 2016 no período de safrinha. Na primeira safra foi efetuado o plantio direto em palhada de aveia preta (Figura 2), já a segunda safra (safrinha) o plantio foi efetuado em cima dos restos culturais da primeira safra. Ambos os plantios foram realizados na mesma área, numa sequência de cultivos, sendo que a distribuição dos tratamentos foi repetida na mesma área.

Figura 2: Foto do local de implantação do experimento com planta de cobertura de solo de inverno - aveia preta (*Avena strigosa*) dessecada.



Fonte: O autor.

A distribuição dos genótipos dentro de cada tratamento foi ao acaso por meio de sorteio na primeira safra, já na safrinha a alocação dos genótipos foi no mesmo local de plantio da safra. A dessecação da área foi feita 20 dias antes do plantio da primeira safra com herbicida Roundup®, utilizando uma dosagem de 3 L ha<sup>-1</sup>, e uma vazão de 200 L ha<sup>-1</sup>, foi utilizado pulverizador costal, com 20 L de capacidade.

A coleta de solo do local, foi realizada na profundidade de 0-10 cm. O manejo da adubação foi efetuado com base nos resultados do laudo de análise de solo, seguindo-se o Manual de Recomendação de Adubação e Calagem para os Estados do RS e SC (CQFS RS/SC, 2004). A adubação foi feita na linha de plantio, com semeadora pneumática tratorizada, sendo duas doses de fósforo, 0 e 110 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na safra 2015/2016 (primeiro cultivo), e 0 e 70 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> já na safrinha 2016 (segundo cultivo), utilizando como fonte o fosfato monoamônico – MAP (44% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 9% de N). O potássio foi aplicado a lanço em toda área, um dia antes da semeadura, utilizando como fonte o cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O). O restante do nitrogênio foi aplicando em cobertura quando a cultura atingiu o estágio fenológico V3.

A aplicação do bioativador de solo PENERGETIC® foi dividida em três etapas, a primeira com a utilização de PENERGETIC K® juntamente com o herbicida para dessecação da área, numa dosagem de 250 g ha<sup>-1</sup>, a segunda e terceira em cobertura utilizando PENERGETIC P®, numa dosagem de 250 g ha<sup>-1</sup> cada aplicação, nos estádios fenológicos V3 e R5, respectivamente (Figura 3). Em ambos os tratamentos com bioativador de solo PENERGETIC® a aplicação foi realizada com pulverizador costal com capacidade de 20 L, ponta de pulverização foi do tipo cone vazio, usando uma vazão de 200 L de calda por hectare.

Figura 3: Foto da cultura do feijão em estágio R5, momento da segunda aplicação do bioativador de solo PENERGETIC® – UTFPR – Dois Vizinhos.



Fonte: O autor.

O plantio foi realizado nos dias 23 de outubro de 2015 e 02 de fevereiro de 2016 para safra e safrinha respectivamente. Sendo conduzido de forma manual, foi depositando a semente no sulco de plantio previamente adubado, utilizando 15 sementes viáveis por metro linear, objetivando uma população final de 12 plantas por metro linear. O controle de plantas daninhas foi realizado por meio de capinas. Para o manejo de pragas na cultura, foi efetuado o monitoramento da *Diabrotica speciosa* por meio de desfolha da cultura, quando as plantas atingiram em média 10% de desfolha, o controle foi efetuado com inseticida recomendado para a cultura, aplicados com pulverizador costal com capacidade de 20 litros.

A colheita e a trilhagem das plantas foi realizada de forma manual a partir das plantas da área útil de cada unidade experimental, nos dias 15 de janeiro e 12 de abril de 2016, para safra e safrinha, respectivamente. Após a colheita os grãos tiveram sua massa quantificada e a produtividade extrapolada para  $\text{kg ha}^{-1}$ . Após a colheita os grãos foram acondicionados em sacos de papel e armazenados posteriormente em câmara fria a uma temperatura média de 12 °C.



## 4.2. ANÁLISES DE LABORATÓRIO

Para análise dos componentes de rendimento da cultura foram determinados: número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e a massa de 1000 grãos (M1000G), (Figura 4). Para realização destas avaliações foram coletadas ao acaso 10 plantas da área útil da parcela, no momento da colheita. Para determinar a produtividade foram coletadas as duas linhas centrais de cada parcela, considerada a área útil.

Para determinação dos teores de fósforo do tecido foliar, os grãos foram coletados ao final do ciclo da cultura. A quantidade coletada foi o suficiente para que se obtivesse de 5 gramas de grãos. Após coletadas, as amostras foram secas em estufa de ar forçado a 65 °C. Posteriormente, foi realizada a moagem em moedor do tipo Wilie, com peneira de 0,5 mm de diâmetro do orifício.

A extração do fósforo das amostras foi realizada em bloco digestor, seguindo-se a metodologia de Tedesco et al. (1995), a qual consiste em pré-digerir a amostra com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> numa temperatura inicial entre 180 e 190 °C, sendo a cada 30 minutos esta temperatura é elevada de 50 °C em 50 °C chegando a 360 °C. Posteriormente, foi realizada a determinação do teor de fósforo dos extratos das amostras, por colorimetria, pela metodologia de Murphy e Riley (1962), com leitura destas em espectrofotômetro de UV-Visível (com comprimento de onda em 882nm).

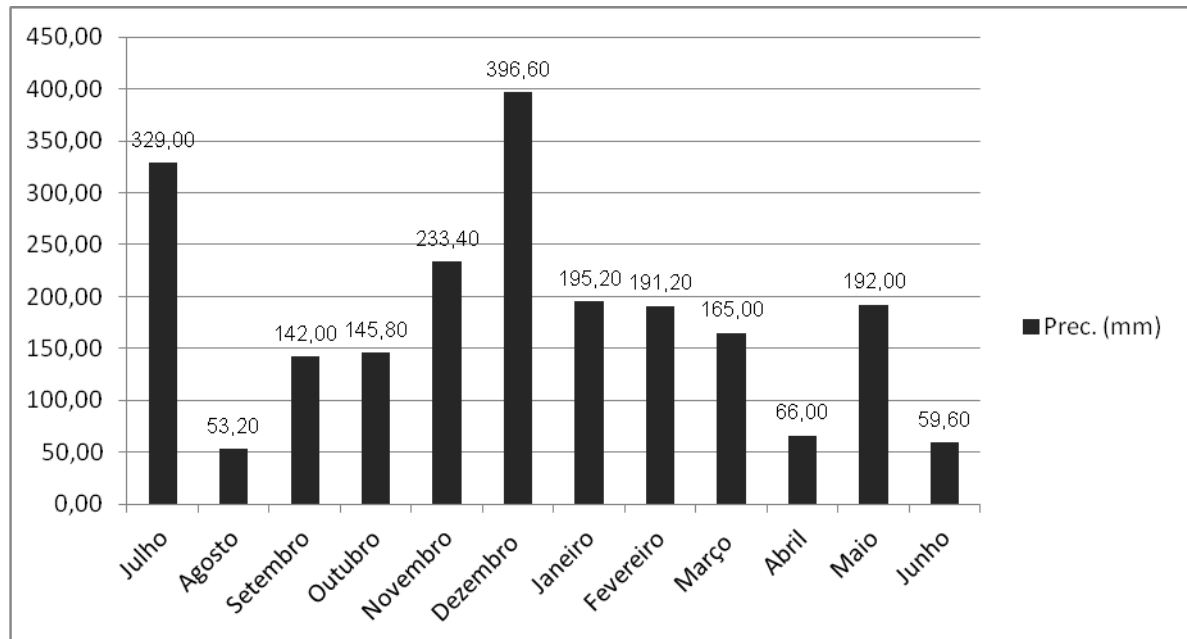
Figura 4: Foto da avaliação dos componentes de rendimento e produtividade na cultura do feijão – UTFPR – Dois Vizinhos – PR



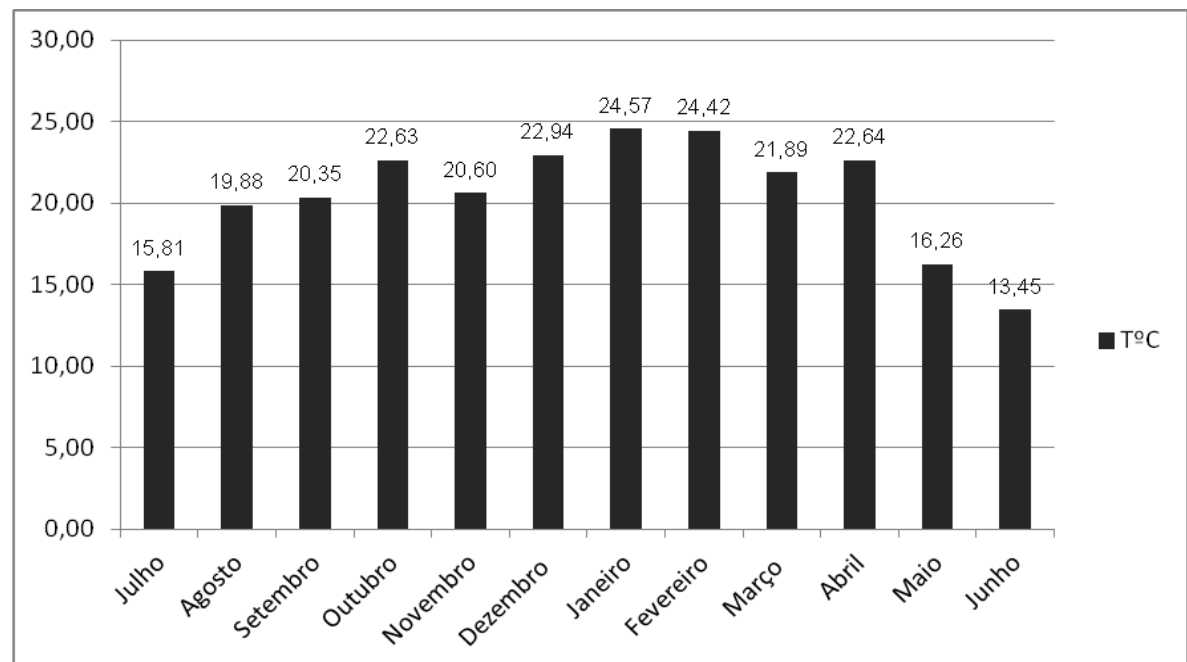
Fonte: O autor.

### 4.3. DADOS CLIMATOLÓGICOS

Os dados climáticos foram coletados da Estação Climatológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos e estão apresentados na figura 5 e 6.



**Figura 5.** Dados de precipitação (mm), do ano agrícola 2015/2016.  
Fonte: Estação Climatológica da UTFPR/DV



**Figura 6.** Dados de temperatura média (°C), do ano agrícola 2015/2016.  
Fonte: Estação Climatológica da UTFPR/DV

#### 4.4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As variáveis analisadas para os tratamentos foram: número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de 1000 grãos (M1000G), produtividade (kg por hectare), fósforo acumulado nas folhas e nos grãos (mg e %) e eficiência no uso de fósforo nos grãos.

A eficiência no uso de fósforo foi utilizado para os quatro tratamento e determinada com o emprego dos seguintes índices propostos e adaptados de Siddiqi; Glass (1981):

- Eficiência no uso de fósforo na produção de grãos (EUPG) =  
(g de massa seca de grãos)<sup>2</sup> / [(mg de P acumulado nos grãos) . (mg de P acumulado nos grãos)].

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância individual e conjunta, sendo utilizado o teste F a 5% de probabilidade de erro, havendo diferença significativa entre os tratamentos foi realizada a análise complementar dos resultados através do teste de comparação de médias. As médias foram comparadas entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.

Com base na interpretação dos dados obtidos foram identificados genótipos que apresentam maior resposta quanto à eficiência no uso de fósforo na base, bem como a influência no uso de bioativador de solo. A tabulação dos dados foi realizada em planilha eletrônica do Office Excel e a análise estatística efetuada pelo software ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2009).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. ANÁLISES DE VARIÂNCIA

Após a realização das análises estatísticas, foi possível verificar que ocorreu interação entre os três fatores (fósforo, Penergetic® e genótipos) com pelo menos com 5% de nível de significância, pelo teste F, para todos os caracteres avaliados nos genótipos de feijão, na safra 2015/2016, com exceção do teor de fósforo acumulado nas folhas (Tabela 1). Pelo teste fica evidenciado que para o número de vagens por planta, a interação Penergetic® X genótipos não foi significativa. Para o número de grãos por planta a interação fósforo X Penergetic® e Penergetic® X genótipos também não foi significativa, além disso a interação fósforo X Penergetic® que também não demonstrou ser significativa para a produtividade e para eficiência no uso de fósforo nos grãos. Enquanto que para o fósforo acumulado nos grãos, apenas a interação entre os três fatores foi significativa. Quando se observa os dados da eficiência no uso de fósforo na produção de grãos (EUPG), apenas a interação fósforo X Penergetic® não foi significativa.

**Tabela 1: Resumo da análise de variância das características número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e massa de mil grãos (M1000G), produtividade (PROD), fósforo acumulado na matéria seca das folhas (Pf), fósforo acumulado na matéria seca grãos (Pg) e eficiência no uso de fósforo nos grãos (EUPG) de cinco genótipos de feijão, com duas formas de adubação de fósforo na base (sem P e com P) e duas formas de uso de Penergetic® (sem Pen e com Pen). Safra 2015/2016 na UTFPR – Dois Vizinhos - PR.**

Fonte de variação	Caracteres							
	GL	NVP	NGP	M1000G	PROD	Pf	Pg	EUPG
Blocos	2	0,15 <sup>ns</sup>	1,11 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	3,87 <sup>ns</sup>	4,01 <sup>ns</sup>	7,33 <sup>ns</sup>
Fator A	1	0,08 <sup>ns</sup>	1,66 <sup>ns</sup>	1,91 <sup>ns</sup>	109,87 <sup>**</sup>	14,49 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	68,88 <sup>*</sup>
Fator B	1	15,08 <sup>*</sup>	0,88 <sup>ns</sup>	13,29 <sup>*</sup>	5,86 <sup>ns</sup>	0,89 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	8,45 <sup>*</sup>
Fator C	4	3,21 <sup>*</sup>	15,37 <sup>**</sup>	458,71 <sup>**</sup>	67,61 <sup>**</sup>	0,88 <sup>ns</sup>	3,82 <sup>*</sup>	80,67 <sup>*</sup>
Int. Fa X Fb	1	24,36 <sup>**</sup>	0,55 <sup>ns</sup>	17,74 <sup>*</sup>	0,68 <sup>ns</sup>	8,53 <sup>*</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	2,77 <sup>ns</sup>
Int. Fa X Fc	4	7,89 <sup>**</sup>	8,04 <sup>**</sup>	18,94 <sup>**</sup>	13,51 <sup>**</sup>	0,07 <sup>*</sup>	0,96 <sup>ns</sup>	11,16 <sup>**</sup>
Int. Fb X Fc	4	1,01 <sup>ns</sup>	1,36 <sup>ns</sup>	9,87 <sup>**</sup>	3,21 <sup>*</sup>	0,68 <sup>ns</sup>	2,66 <sup>ns</sup>	14,64 <sup>**</sup>
Int. Fa X Fb X Fc	4	3,15 <sup>*</sup>	6,98 <sup>**</sup>	5,74 <sup>**</sup>	6,29 <sup>*</sup>	1,79 <sup>ns</sup>	3,16 <sup>*</sup>	11,63 <sup>**</sup>
Resíduo a	2	20,73	89,67	508,90	12473,64	0,18	0,54	638,21
Resíduo b	4	0,473	119,02	401,73	137981,3	0,78	3,35	1296,04
Resíduo c	32	106,2	1289,7	4468,2	1148579,9	8,78	44,68	20541,45
Média		11,9633	49,7983	229,6166	1660,056	4,18	5,74	36,39

<sup>ns</sup> não significativo; <sup>\*\*</sup> significativo para  $P \leq 0,01$ ; <sup>\*</sup>Significativo para  $P \leq 0,05$  pelo teste F.

Resultados semelhantes foram encontrados na safrinha 2016 para a interação entre os três fatores (fósforo, Penergetic® e genótipos) à 5% de significância, pelo teste F, para todos os caracteres avaliados nos genótipos de feijão, somente para o fósforo acumulado na matéria seca dos grãos a interação tripla não foi significativa. A tabela 2 mostra que pelo teste para o número de vagens por planta, somente a interação tripla foi significativa, em contrapartida, todas as interações foram significativas para o número de grãos por planta. Com relação à massa de 1000 grãos, apenas a interação fósforo X genótipos não foi significativa, demonstrando que estas características são independentes, o mesmo ocorreu para a produtividade e para o teor de fósforo acumulado nas folhas e nos grãos, porém não foi significativa a interação fósforo X Penergetic®.

**Tabela 2: Resumo da análise de variância das características número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e massa de mil grãos (M1000G), produtividade (PROD), fósforo acumulado na matéria seca das folhas (Pf), fósforo acumulado na matéria seca grãos (Pg) e eficiência no uso de fósforo nos grãos (EUPG) de cinco genótipos de feijão, com duas formas de adubação de fósforo na base (sem P e com P) e duas formas de uso de Penergetic® (sem Pen e com Pen). Safrinha 2016 na UTFPR – Dois Vizinhos - PR.**

Fonte de variação	Caracteres							
	GL	NVP	NGP	M1000G	PROD	Pf	Pg	EUPG
Blocos	2	6,61 <sup>ns</sup>	1,35 <sup>ns</sup>	1,73 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	3,31 <sup>ns</sup>	0,64 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>
Fator A	1	32,14*	0,64 <sup>ns</sup>	49,11*	0,63 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	22,94*
Fator B	1	21,12*	0,35 <sup>ns</sup>	18,98*	0,03 <sup>ns</sup>	15,51*	0,39 <sup>ns</sup>	3,78 <sup>ns</sup>
Fator C	4	8,39**	10,73**	151,16**	27,39**	1,60 <sup>ns</sup>	7,83**	65,85**
Int. Fa X Fb	1	0,01 <sup>ns</sup>	75,55**	88,31**	2,68 <sup>ns</sup>	1,10 <sup>ns</sup>	1,67 <sup>ns</sup>	17,54*
Int. Fa X Fc	4	2,40 <sup>ns</sup>	5,28**	2,21 <sup>ns</sup>	9,39**	11,07**	11,42**	49,07**
Int. Fb X Fc	4	1,15 <sup>ns</sup>	15,49**	17,71**	5,76**	4,20**	8,50**	36,60**
Int. Fa X Fb X Fc	4	13,29**	37,64**	27,12**	7,77**	52,25**	2,24 <sup>ns</sup>	96,35**
Resíduo a	2	2,100	35,03	324,03	296455,4	0,03	0,15	11,66
Resíduo b	4	3,860	27,33	462,81	144390,8	0,83	0,53	20,08
Resíduo c	32	121,4	671,4	7940,1	1000309	4,09	3,89	287,76
Média		11,96	49,79	229,61	1660,05	4,62	5,68	21,19

<sup>ns</sup> não significativo; \*\* significativo para  $P \leq 0,01$ ; \*Significativo para  $P \leq 0,05$  pelo teste F.

## 5.2. COMPARAÇÃO ENTRE OS TRATAMENTOS FÓSFORO X PENERGETIC®

Na safra 2015/2016, comparando os ambientes de cultivo, na média dos cinco genótipos, onde não foi utilizada adubação com fósforo, nem aplicação de Penergetic® o número de vagens por planta foi menor, obtendo em média 11,72 vagens, porém, no tratamento em que foi utilizado Penergetic®, sem adubação fosfatada a produção foi de 12,45 vagens por planta. Demonstrando que para este componente da produtividade, a aplicação de Penergetic®, sem o uso de fósforo na base foi a que obteve uma melhor resposta (Tabela 3). Resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira et al. (2014), quando testaram dezenove genótipos de feijão em ambientes com e sem fósforo e apenas dois deles se sobressaíram significativamente sobre os demais, com relação ao número de vagens por planta, quando os níveis de fósforo no solo foram altos.

**Tabela 3: Componentes da produtividade: número de grãos por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e massa de mil grãos (M1000G) com duas formas de adubação de fósforo na base (sem P e com P) e duas formas de uso de Penergetic® (sem Pen e com Pen). Safra 2015/2016 na UTFPR – Dois Vizinhos - PR.**

	NVP		NGP		M1000G (g)	
	Sem Pen	Com Pen	Sem Pen	Com Pen	Sem Pen	Com Pen
Sem P	11,72 aB	12,45 aA	48,82 aA	48,55 aA	233,20 aA	231,73 aA
Com P	11,89 aA	11,80 bA	52,10 aA	49,73 aA	216,60 bB	236,93 aA
CV%	26,91 <sup>1</sup>	2,67 <sup>2</sup>	13,45 <sup>1</sup>	10,95 <sup>2</sup>	6,95 <sup>1</sup>	4,36 <sup>2</sup>
Média	11,80 B	12,12 A	50,46 A	49,14 A	224,90 B	234,33 A

**\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.**

<sup>1</sup> Valor de CV% para o fator A (fósforo).

<sup>2</sup> Valor de CV% para o fator B (Penergetic®).

Com relação ao número de grãos por planta, não ocorreu uma diferença significativa entre ambos os tratamentos, comparando a média dos cinco genótipos. Contudo, para massa de mil grãos, na média dos cinco genótipos, o tratamento onde não foi utilizado fósforo na base, o uso de Penergetic® reduziu em 16,60 gramas a massa de mil grãos, reduzindo de 233,20 para 216,60 gramas. Porém, quando os tratamentos com o uso de adubação fosfatada na base e aplicação de Penergetic® se somam, ocorre um significativo aumento desta massa de 1000 grãos, passando de 216,60 para 236,93 gramas, obtendo um acréscimo de 20,33 gramas, quando comparada ao tratamento com fósforo e sem a utilização de Penergetic® (Tabela 3). Oliveira et al. (2012) relataram que apenas um genótipo obteve massa de 100 grãos superior estatisticamente quando submeteram doze genótipos de feijão a estresse

de fósforo no solo, isso pode-se atribuir a alta influência genética sobre essa característica.

A produtividade média dos cinco genótipos em ambos os tratamentos, foi superior à média brasileira, que segundo dados do 12º levantamento Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, apontada que a produtividade média de feijão foi de 1057 kg.ha<sup>-1</sup> na primeira safra (CONAB, 2016).

A tabela 4 demonstra que para os tratamentos observados, a produtividade média dos cinco genótipos de feijão, foi acrescida significativamente em 253,46 kg.ha<sup>-1</sup> quando foi utilizada a adubação fosfatada na base, somada a aplicação de Penergetic®, obtendo uma produtividade média de 1844,84 kg.ha<sup>-1</sup>, em comparação com o tratamento onde foi apenas utilizado Penergetic® (1591,38 kg.ha<sup>-1</sup>). Em contrapartida, esta diferença significativa não pode ser observada onde não foi utilizada adubação fosfatada na base, pois com a aplicação de Penergetic® a produtividade foi de 1591,38 kg.ha<sup>-1</sup>, e onde não foi utilizado Penergetic® foram produzidos 1514,99 kg.ha<sup>-1</sup> de feijão.

Para o teor de fósforo acumulado nas folhas (Pf), a menor concentração foi encontrada no tratamento em que foi utilizado bioativador de solo Penergetic®, porém sem uso de adubação fosfatada (3,92 g.kg<sup>-1</sup> de MS). Entretanto, para o teor de fósforo acumulado nos grãos (Pg), não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos, porém numericamente o tratamento em que foi utilizado adubação com fósforo na base, e não foi empregado o uso de penergetic®, a concentração foi maior, com 5,80 g.kg<sup>-1</sup> de MS.

**Tabela 4: Produtividade (kg.ha<sup>-1</sup>), fósforo acumulado na matéria seca das folhas (Pf g.kg<sup>-1</sup> de MS) e fósforo acumulado na matéria seca grãos de feijão (Pg g.kg<sup>-1</sup> de MS), com duas formas de adubação de fósforo na base (sem P e com P) e duas formas de uso de Penergetic® (sem Pen e com Pen). Safra 2015/2016 na UTFPR – Dois Vizinhos - PR.**

	Produtividade (kg.ha <sup>-1</sup> )		Pf (g.kg <sup>-1</sup> de MS)		Pg (g.kg <sup>-1</sup> de MS)	
	Sem Pen	Com Pen	Sem Pen	Com Pen	Sem Pen	Com Pen
Sem P	1514,99 aA	1591,38 bA	4,14 aA	3,92 bA	5,75 aA	5,74 aA
Com P	1689,01 aA	1844,84 aA	4,10 aA	4,55 aA	5,80 aA	5,67 aA
CV%	4,76 <sup>1</sup>	11,19 <sup>2</sup>	7,26 <sup>1</sup>	10,58 <sup>2</sup>	4,04 <sup>1</sup>	14,21 <sup>2</sup>
Média	1602,00 B	1718,11 A	4,12 A	4,23 A	5,78 A	5,70 A

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Valor de CV% para o fator A (fósforo).

<sup>2</sup> Valor de CV% para o fator B (Penergetic®).

Na safrinha 2016, na média geral dos genótipos avaliados, o componente de rendimento número de vagens por planta, nos tratamentos em que não foi utilizada adubação fosfatada, nem a aplicação de Penergetic®, a resposta dos genótipos foi superior as demais, com 12,40 vagens por planta, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (tabela 5). Entre os componentes de produção, o número de vagens por unidade de área contribui mais no aumento da produtividade do feijão do que quaisquer outros parâmetros (FAGERIA; BARBOSA FILHO; STONE, 2003).

Para o número de grãos por planta, os genótipos se comportaram de forma distinta, na restrição do mineral fósforo, somado com a aplicação do bioativador de solo em média os genótipos produziram 34,87 grãos, divergindo estatisticamente do tratamento em que foi em que foi utilizado fósforo e Penergetic®, o qual mostrou o menor desempenho (28,13 grãos por planta).

Para massa de 1000 grãos, os tratamentos com fósforo e Penergetic® foi a melhor resposta na média dos genótipos avaliados, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos como 270,80 gramas, contudo, o uso de Penergetic® não demonstrou eficiência em ambiente com restrição de fósforo atingindo o menor resultado com 221,67 gramas. Lemos et al. (2004) conduzindo um trabalho com 29 genótipos de feijão carioca mostram que a produtividade de grãos está correlacionada com o número de vagens por planta, número de grãos por planta e massa de grãos.

**Tabela 5: Componentes da produtividade: número de grãos por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e massa de mil grãos (M1000G) com duas formas de adubação de fósforo na base (sem P e com P) e duas formas de uso de Penergetic® (sem Pen e com Pen). Safrinha 2016 na UTFPR – Dois Vizinhos - PR.**

	NVP		NGP		M1000G (g)	
	Sem Pen	Com Pen	Sem Pen	Com Pen	Sem Pen	Com Pen
Sem P	12,40 aA	11,20 aB	28,60 bB	34,87 aA	259,87 aA	221,67 bB
Com P	10,87 bA	9,73 bB	33,60 aA	28,13 bB	256,80 aB	270,80 aA
CV%	9,27 <sup>1</sup>	8,90 <sup>2</sup>	13,37 <sup>1</sup>	8,35 <sup>2</sup>	5,05 <sup>1</sup>	4,26 <sup>2</sup>
Média	11,63 A	10,47 B	31,10 A	31,50 A	258,33 A	246,23 B

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Valor de CV% para o fator A (fósforo).

<sup>2</sup> Valor de CV% para o fator B (Penergetic®).

A produtividade média dos genótipos na safrinha 2016, não demonstrou resultado estatisticamente diferente para os ambientes com e sem fósforo ou nos ambientes com e sem Penergetic®. Entretanto, numericamente, sem o uso de



Penergeti®, as cultivares produziram na média 159,27 kg ha<sup>-1</sup> a mais quando foi utilizado fósforo na adubação de base, comparada ao tratamento em que não foi utilizado este mineral (tabela 6).

Para o acúmulo de fósforo nas folhas, a média geral dos cinco genótipos de feijão demonstrou que, no tratamento em que não foi utilizado bioativador de solo Penergetic®, somado com adubação fosfatada a concentração foi menor (4,33 g.kg<sup>-1</sup> de MS), apesar de não diferir estatisticamente do tratamento sem fósforo e sem Penergetic®. Contudo, para o acúmulo de fósforo nos grãos (Pg), não ocorreu diferença estatística entre ambos tratamentos, apenas numericamente na média dos cinco genótipos sem fósforo e sem Penergetic®, a concentração foi maior com 5,76 g.kg<sup>-1</sup> de MS.

**Tabela 6: Produtividade (kg.ha<sup>-1</sup>), fósforo acumulado na matéria seca das folhas (Pf g.kg<sup>-1</sup> de MS) e fósforo acumulado na matéria seca grãos de feijão (Pg g.kg<sup>-1</sup> de MS), com duas formas de adubação de fósforo na base (sem P e com P) e duas formas de uso de Penergetic® (sem Pen e com Pen). Safrinha 2016 na UTFPR – Dois Vizinhos - PR.**

	Produtividade (kg.ha <sup>-1</sup> )		Pf (g.kg <sup>-1</sup> de MS)		Pg (g.kg <sup>-1</sup> de MS)	
	Sem Pen	Com Pen	Sem Pen	Com Pen	Sem Pen	Com Pen
Sem P	1135,67 aA	1224,91 aA	4,44 aA	4,78 aA	5,76 aA	5,58 aA
Com P	1294,94 aA	1223,48 aA	4,33 aB	4,91 aA	5,67 aA	5,73 aA
CV%	11,56 <sup>1</sup>	15,58 <sup>2</sup>	2,77 <sup>1</sup>	9,92 <sup>2</sup>	4,76 <sup>1</sup>	6,39 <sup>2</sup>
Média	1215,31 A	1224,19 A	4,38 B	4,85 A	5,71 A	5,65 A

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Valor de CV% para o fator A (fósforo).

<sup>2</sup> Valor de CV% para o fator B (Penergetic®).

### 5.3. COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DOS GENÓTIPOS X ADUBAÇÃO FOSFATADA E GENÓTIPOS X P ENERGETIC

#### 5.3.1. NÚMERO DE VAGENS POR PLANTA (NVP)

Quando são comparados os cinco genótipos com os ambientes de cultivo, na safra 2015/2016, para o componente número de vagens por planta (Tabela 7), os cinco genótipos testados obtiveram desempenho uniforme quando foi empregado o uso de bioativador de solo, todavia, no tratamento onde não foi utilizado Penergetic®, apenas a cultivar Iraí conseguiu produzir um maior número de vagens por planta, 13,92 vagens. A cultivar Pérola foi a que apresentou menor número de vagens, 9,53, no tratamento sem fósforo. No ambiente sem a presença de fósforo a variedade Maronze produziu o menor número de vagens entre os cinco genótipos testados (8,95 vagens), porém, com a presença deste mineral esta variedade produziu um maior número de vagens por planta (12,80 vagens), valor este semelhante ao identificado por Petrilli (2007) em que o número de vagens por planta aumentou significativamente em função do aumento das doses de fósforo no solo, testado na cultivar Pérola.

**Tabela 1: Componentes da produtividade: número de vagem por planta (NVP), com duas formas de adubação de fósforo na base (sem P e com P) e duas formas de uso de Penergetic® (sem Pen e com Pen) em cinco genótipos de feijão. Safra 2015/2016 na UTFPR – Dois Vizinhos.**

	NVP			
	Sem P	Com P	Sem Pen	Com Pen
BRS Expedito	12,60 aA*	10,95 aB	10,90 aB	12,65 aA
Cavalo Iraí	12,98 aA	13,90 aA	13,92 aA	12,97 aA
Pérola	13,65 aA	9,53 bB	11,37 aB	11,82 aA
Vermelho	12,23 aA	12,03 aA	11,73 aB	12,53 aA
Maronze	8,95 bB	12,80 aA	11,10 aB	10,65 aA
CV %	26,91 <sup>1</sup>	2,67 <sup>2</sup>	15,3 <sup>3</sup>	
Média	12,08 a	11,84 a	11,80 b	12,12 a

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Valor de CV% para o fator A (fósforo).

<sup>2</sup> Valor de CV% para o fator B (Penergetic®).

<sup>3</sup> Valor de CV% para o fator C (Genótipos).

Comparando individualmente os genótipos, na safrinha 2016, este trabalho pode resaltar que, para o número de vagens por planta, a cultivar Cavalo Iraí foi a que apresentou um melhor desempenho em todos os tratamentos, repetindo o

desempenho da safra, porem, não diferindo estatisticamente com a cultivar BRS Expedito no tratamento em que foi utilizado Penergetic® (tabela 8). Este resultado positivo na produção vagens por planta da cultivar Iraí, pode ter sido um dos fatores que proporcionaram produtividade acima da média na safrinha 2016. Corroborando com este resultado Zilio et al. (2011) testando 26 genótipos de feijão encontraram o número de vagens por planta apresentaram correlação positiva com o rendimento de grãos.

O menor número de vagens por planta foi encontrado na variedade Vermelho onde foi utilizada adubação fosfatada (7,83 vagens). No tratamento onde foi utilizado bioativador de solo, a cultivar Pérola, e as variedades Vermelho e Maronze foram as que apresentaram um menor desempenho, com 9,33, 9,67 e 9,83 vagens por planta, respectivamente.

**Tabela 8: Componentes da produtividade: número de vagem por planta (NVP), com duas formas de adubação de fósforo na base (sem P e com P) e duas formas de uso de Penergetic® (sem Pen e com Pen) em cinco genótipos de feijão. Safrinha 2016 na UTFPR – Dois Vizinhos.**

	NVP			
	Sem P	Com P	Sem Pen	Com Pen
BRS Expedito	11,00 aB*	10,67 aB	10,67 aB	11,00 aA
Cavalo Iraí	14,67 aA	13,17 aA	15,33 aA	12,50 bA
Pérola	10,67 aB	9,83 aB	11,17 aB	9,33 aB
Vermelho	12,33 aB	7,83 bB	10,50 aB	9,67 aB
Maronze	10,33 aB	10,00 aB	10,50 aB	9,83 aB
CV %	9,27 <sup>1</sup>	8,9 <sup>2</sup>	17,63 <sup>3</sup>	
Média	11,80 a	10,30 a	11,63 a	10,47 b

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Valor de CV% para o fator A (fósforo).

<sup>2</sup> Valor de CV% para o fator B (Penergetic®).

<sup>3</sup> Valor de CV% para o fator C (Genótipos).

### 5.3.2. NÚMERO DE GRÃOS POR PLANTA (NGP)

Na safra 2015/2016, para o número de grãos por planta, a cultivar Pérola foi a que numericamente mais produziu (60,97 grãos por planta) quando não foi utilizado fósforo na adubação de base, apesar de não ter diferido estatisticamente da cultivar BRS Expedito, nem da variedade Vermelho (Tabela 9). Autores como Zílio et al (2011), constataram que dos componentes do rendimento o maior número de vagens por planta, número de grãos por vagem do feijoeiro contribuíram mais eficientemente na identificação dos genótipos mais promissores para rendimento de grãos.

Em contrapartida, no ambiente com adubação fosfatada a cultivar BRS Expedito foi estatisticamente superior às demais, com 58,87 grãos por planta. No tratamento onde foi utilizado bioativador de solo Penergetic® as cultivares BRS Expedito, Pérola e a variedade Vermelho foram as que obtiveram um maior número de grãos por vagem. Este desempenho se repetiu no ambiente onde não foi utilizado Penergetic®. Deste modo, os valores obtidos neste trabalho demonstram que ambientes com baixos níveis de fósforo no solo e com aplicação de Penergetic® a cultivar Pérola encontraria melhores condições de produzir um maior número de grãos por planta.

**Tabela 9: Componentes da produtividade: número de grãos por planta (NGP), com duas formas de adubação de fósforo na base (sem P e com P) e duas formas de uso de Penergetic® (sem Pen e com Pen) em cinco genótipos de feijão. Safra 2015/2016 na UTFPR – Dois Vizinhos.**

	NGP			
	Sem P	Com P	Sem Pen	Com Pen
BRS Expedito	52,98 aA*	58,87 aA	55,23 aA	56,62 aA
Cavalo Iraí	44,52 aB	49,58 aB	50,48 aA	43,62 aB
Pérola	60,97 aA	49,32 bB	53,87 aA	56,42 aA
Vermelho	54,25 aA	50,40 aB	51,68 aA	52,97 aA
Maronze	30,70 bC	46,40 aB	41,03 aB	36,07 aC
CV %	13,45 <sup>1</sup>	10,95 <sup>2</sup>	12,75 <sup>3</sup>	
Média	48,68 a	50,91 a	50,46 a	49,14 a

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Valor de CV% para o fator A (fósforo).

<sup>2</sup> Valor de CV% para o fator B (Penergetic®).

<sup>3</sup> Valor de CV% para o fator C (Genótipos).

Para o número de grãos por planta, na safrinha 2016, a cultivar Pérola foi a que demonstrou melhor desempenho perante os demais genótipos, produzindo

39,83 e 41,00 grãos por planta no tratamento em que foi adubado com fósforo e sem o uso de Penergetic®, respectivamente (tabela 10). Valderrama et al. (2009) verificam a importância da aplicação de P, mesmo em solos com teores medianos do elemento, e que o seu efeito foi positivo para o número de grãos por planta.

As variedades Maronze e Vermelho para estes mesmos tratamentos com fósforo e sem Penergetic®, apresentou os menores resultados, 26,33 e 21,00 e 26,67 e 25,17 grãos respectivamente. Porém, quando foi utilizado Penergetic® a variedade Vermelho se sobressaiu perante os demais genótipos, produzindo 38,50 grãos por planta, e onde não foi utilizado adubação fosfatada a resposta foi semelhante, porém a variedade não difere estatisticamente das cultivares Pérola e BRS Expedito.

**Tabela 10: Componentes da produtividade: número de grãos por planta (NGP), com duas formas de adubação de fósforo na base (sem P e com P) e duas formas de uso de Penergetic® (sem Pen e com Pen) em cinco genótipos de feijão. Safrinha 2016 na UTFPR – Dois Vizinhos.**

	NGP			
	Sem P	Com P	Sem Pen	Com Pen
BRS Expedito	33,33 aA	34,17 aB	38,33 aA	29,17 bB
Cavalo Iraí	29,50 aB	27,33 aC	30,00 aB	26,83 aB
Pérola	33,67 bA	39,83 aA	41,00 aA	32,50 bB
Vermelho	37,00 aA	26,67 bC	25,17 bC	38,50 aA
Maronze	25,17 aB	26,33 aC	21,00 bC	30,50 aB
CV %	13,37 <sup>1</sup>	8,35 <sup>2</sup>	14,64 <sup>3</sup>	
Média	31,73 a	30,87 a	31,10 a	31,50 a

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Valor de CV% para o fator A (fósforo).

<sup>2</sup> Valor de CV% para o fator B (Penergetic®).

<sup>3</sup> Valor de CV% para o fator C (Genótipos).

### 5.3.3. MASSA DE 1000 GRÃOS (M1000G)

Os valores relativos à massa de 1000 grãos dos genótipos testados da safra 2015/2016, neste experimento são apresentados na tabela 11, demonstrando que a variedade Maronze foi a mais produtiva neste componente da produtividade, quando cultivada em solo com baixo teor de fósforo e com aplicação de Penergetic®, 325,83 e 323,67 gramas respectivamente. Contudo, quando em ambiente com utilização de adubação fosfatada e sem a aplicação de bioativador de solo, a cultivar Cavalo Iraí foi a que melhor respondeu, 321,00 e 312,33 gramas em 1000 grãos respectivamente. Resultado semelhante foi encontrado por Zucareli et al. (2011), quando submeteram a cultivar Carioca Precoce a uma adubação fosfatada adequada, obtendo 29 gramas em 100 sementes.

**Tabela 11: Componentes da produtividade: massa de 1000 grãos (M1000G), com duas formas de adubação de fósforo na base (sem P e com P) e duas formas de uso de Penergetic® (sem Pen e com Pen) em cinco genótipos de feijão. Safra 2015/2016 na UTFPR – Dois Vizinhos.**

	M1000G			
	Sem P	Com P	Sem Pen	Com Pen
BRS Exedito	177,50 aD	171,33 aD	170,33 aD	178,50 aD
Cavalo Iraí	300,17 bB	321,00 aA	312,33 aA	308,83 aB
Pérola	203,50 bC	224,33 aC	214,50 aC	213,33 aC
Vermelho	155,33 aE	142,50 aE	150,50 aE	147,33 aE
Maronze	325,83 aA	274,67 bB	276,83 bB	323,67 aA
CV %	6,95 <sup>1</sup>	4,36 <sup>2</sup>	5,15 <sup>3</sup>	
Média	232,47 a	226,77 a	224,90 b	234,33

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Valor de CV% para o fator A (fósforo).

<sup>2</sup> Valor de CV% para o fator B (Penergetic®).

<sup>3</sup> Valor de CV% para o fator C (Genótipos).

Para a safrinha 2016 com relação à massa de 1000 grãos, a cultivar Cavalo Iraí foi a que mostrou um melhor desempenho tanto nos tratamentos com e sem fósforo (323,67 e 305,00 gramas), quanto nos tratamentos com e sem Penergetic® (333,67 e 295,00 gramas), apesar de que a variedade Maronze obteve uma maior massa (338,83 gramas) onde não foi utilizado Penergetic®, não diferiu estatisticamente da cultivar Cavalo neste componente de rendimento (tabela 12).

A cultivar BRS Exedito obteve uma menor massa quando não foi utilizado fósforo na base. O mesmo resultado demonstrou a variedade Vermelho, porém, em todos os tratamentos a média da massa de 1000 grãos não diferiu estatisticamente.

Resultado semelhante foi encontrado por Viana et al. (2011) testando quatro doses de fósforo na cultivar Carioca precoce concluíram que a massa de 100 grãos não foram influenciados pelas doses de P. Cabe ainda ressaltar que esta variedade Vermelho foi a que menor massa de grãos apresentou quando comparada com os demais genótipos testados neste trabalho.

**Tabela 12: Componentes da produtividade: massa de 1000 grãos (M1000G), com duas formas de adubação de fósforo na base (sem P e com P) e duas formas de uso de Penergetic® (sem Pen e com Pen) em cinco genótipos de feijão. Safrinha 2016 na UTFPR – Dois Vizinhos.**

	M1000G			
	Sem P	Com P	Sem Pen	Com Pen
BRS Expedito	206,50 bB	235,00 aB	225,17 aB	216,33 aC
Cavalo Iraí	305,00 aA	323,67 aA	333,67 aA	295,00 bA
Pérola	216,33 aB	233,83 aB	205,67 bC	244,50 aB
Vermelho	188,17 aC	195,50 aC	188,33 aC	195,33 aD
Maronze	287,83 bA	331,00 aA	338,83 aA	280,00 bA
CV %	5,05 <sup>1</sup>	4,26 <sup>2</sup>	6,24 <sup>3</sup>	
Média	240,77 a	263,80 a	258,33 a	246,23 a

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Valor de CV% para o fator A (fósforo),

<sup>2</sup> Valor de CV% para o fator B (Penergetic®).

<sup>3</sup> Valor de CV% para o fator C (Genótipos).

#### 5.3.4. PRODUTIVIDADE

Na safra 2015/2016 a produtividade dos genótipos expostos aos tratamentos empregados neste estudo demonstra que, onde foi utilizada adubação fosfatada no plantio, a produtividade média dos genótipos foi 12,10% maior, quando comparada com as médias dos cultivares que tiveram restrição de adubação fosfatada. Em contra partida, a média de produtividade dos genótipos que receberam aplicação de Penergetic® foi de 6,76% superior à média dos genótipos que não receberam bioativador de solo (Tabela 13).

A cultivar do grupo carioca Pérola, foi a que melhor demonstrou esta eficiência no uso do mineral e do bioativador de solo, produzindo 2236,83 kg ha<sup>-1</sup> com uso de fósforo e 2075,56 kg ha<sup>-1</sup> com uso de Penergetic®, comparado com os demais genótipos testados. Entretanto, apesar de não diferir estatisticamente, a cultivar do grupo preto BRS Expedito e a variedade Vermelho, foram mais produtivas onde não ocorreu adubação com fósforo, comparada com o tratamento onde foi

utilizado fósforo, ambas produzindo acima da média das demais cultivares. Oliveira et al. (2012) conduzindo trabalho com 19 genótipos de feijão constataram que 6 deles também produziram acima da média em ambiente com baixo nível de fósforo.

A variedade Vermelho foi mais produtiva nos tratamentos em que foi aplicado Penergetic® e sem adubação fosfatada, corroborando com os dados de Nascente; Cobucci (2014) que puderam inferir que a aplicação de Penergetic® permitiu maior rendimento de feijão comum com menor dose de fósforo.

A cultivar Cavalo Irai se comportou de forma distinta das demais, produzindo 302,27 kg ha<sup>-1</sup> a mais no tratamento com fósforo, do que no ambiente onde não foi utilizado fósforo, porém esta mesma resposta não foi observado para o uso de Penergetic®, a qual sua aplicação não demonstrou diferença estatística.

A variedade Maronze demonstrou ser mais produtiva no tratamento onde foi utilizada adubação com fósforo na base, produzindo 1505,35 kg ha<sup>-1</sup>, para esta variedade, comparando os ambientes com e sem Penergetic® não ocorreu diferença significativa na produtividade.

**Tabela 13: Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) com duas formas de adubação de fósforo na base (sem P e com P) e duas formas de uso de Penergetic® (sem Pen e com Pen) em cinco genótipos de feijão. Safra 2015/2016 na UTFPR – Dois Vizinhos.**

	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )			
	Sem P	Com P	Sem Pen	Com Pen
BRS Expedito	2062,06 aA	1856,62 aB	1996,90 aA	1921,78 aA
Cavalo Irai	1942,22 bA	2244,49 aA	2111,16 aA	2075,56 aA
Pérola	1541,69 bB	2236,83 aA	1703,54 bB	2074,98 aA
Vermelho	1184,68 aC	991,34 aD	951,67 bD	1224,35 aB
Maronze	1035,28 bC	1505,35 aC	1246,74 aC	1293,89 aB
CV %	4,76 <sup>1</sup>	11,19 <sup>2</sup>	11,41 <sup>3</sup>	
Média	1553,19 a	1766,93 a	1602,00 a	1718,11 a

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Valor de CV% para o fator A (fósforo).

<sup>2</sup> Valor de CV% para o fator B (Penergetic®).

<sup>3</sup> Valor de CV% para o fator C (Genótipos).

Para a safra 2016, a cultivar BRS Expedito, em todos os tratamentos empregados neste trabalho, obteve resultado de produtividade acima da média nacional, para os feijões de cor preta, cultivados em segunda safra, a qual foi de 1494 kg ha<sup>-1</sup> (tabela 14). Porém, a cultivar Pérola (grupo carioca), apenas nos tratamentos com utilização de fósforo na base e sem o uso de Penergetic®, é que



obteve produtividade acima da média nacional (1234 kg ha<sup>-1</sup>), para este grupo de feijão, (CONAB, 2016).

No tratamento em que foi utilizado adubação fosfatada, os genótipos ficaram divididos em dois grupos distintos, o primeiro que varia entre 1395,88 a 1641,71kg ha<sup>-1</sup>, este grupo corresponde aos cultivares (BRS Expedito, Cavalito Irai e Pérola) e um outro grupo que compreende as variedades (Vermelho e Maronze) que varia de 765,74 e 970,14 kg ha<sup>-1</sup>, demonstrando neste trabalho que as cultivares comerciais testadas são mais produtivas comparadas com os genótipos crioulos testados, quando se utiliza adubação fosfatada. O mesmo resultado foi encontrado quando não se utiliza bioativador de solo.

A variedade Maronze, obteve resultados semelhantes para todos os tratamentos, porém quando foi empregada adubação fosfatada somada ao uso de Penergetic® os resultados foram numericamente maiores (970,14 e 926,25 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Entretanto, a variedade Vermelho, se mostrou eficiente em ambiente com restrição de adubação fosfatada (1202,18 kg ha<sup>-1</sup>) e com o uso de bioativador de solo (1134,77 kg ha<sup>-1</sup>), repetindo os resultados da safra, cabe ressaltar que, com o uso de Penergetic® para este genótipo, o acréscimo em produtividade foi de 301,62 kg ha<sup>-1</sup>, diferença mais expressiva para os genótipos testados neste trabalho na safra de 2016. A cultivar Cavalito Irai não demonstrou diferença estatística para os tratamentos empregados.

**Tabela 14: Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) com duas formas de adubação de fósforo na base (sem P e com P) e duas formas de uso de Penergetic® (sem Pen e com Pen) em cinco genótipos de feijão. Safra 2016 na UTFPR – Dois Vizinhos.**

	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )			
	Sem P	Com P	Sem Pen	Com Pen
BRS Expedito	1495,46 aA	1641,62 aA	1531,71 aA	1605,37 aA
Cavalito Irai	1223,70 aB	1395,88 aA	1293,66 aB	1325,93 aB
Pérola	1112,55 bB	1522,69 aA	1506,57 aA	1128,66 bC
Vermelho	1202,18 aB	765,74 bB	833,15 bC	1134,77 aC
Maronze	867,55 aC	970,14 aB	911,44 aC	926,25 aC
CV %	31,56 <sup>1</sup>	15,58 <sup>2</sup>	14,5 <sup>3</sup>	
Média	1180,29 a	1259,21 a	1215,31 a	1224,19 a

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Valor de CV% para o fator A (fósforo).

<sup>2</sup> Valor de CV% para o fator B (Penergetic®).

<sup>3</sup> Valor de CV% para o fator C (Genótipos).

O comparativo entre as safras foi apenas realizado para a produtividade média dos genótipos. Comparando as duas épocas de cultivo, a produtividade média foi maior no primeiro cultivo (safra 2015/2016) quando comparada com o segundo cultivo (safrinha 2016) para os cinco genótipos testados (tabela 15). Esta produtividade média menor, obtida na safrinha 2016 pode ser explicada devido ao fato de que durante o período de enchimento de grãos, os genótipos receberam uma quantidade menor de precipitação quando comparada com a safra 2015/2016 (figura 1), já que o feijoeiro requer uma quantidade de água no solo que seja suficiente para o seu desenvolvimento e manutenção, sobretudo nas etapas mais fundamentais como germinação, emergência, floração e enchimento de grãos (PEREIRA et al. 2014).

Na safra a cultivar Cavalo foi a mais produtiva, atingindo 2093,36 kg ha<sup>-1</sup>, comparada com as demais, entretanto, na safrinha o melhor desempenho em produtividade foi demonstrado pela cultivar BRS Expedito, com 1568,54 kg ha<sup>-1</sup>, corroborando com os dados da CONAB (2016) de que na média, as cultivares do grupo preto foram mais produtivas que as do grupo carioca em segunda época.

A variedade Vermelho demonstrou um maior equilíbrio de produtividade entre a safra 2015/2016 e a safrinha 2016, apesar de produzir 104,05 kg ha<sup>-1</sup> a mais na safra, esta diferença não foi estatisticamente comprovada quando comparada com a safrinha.

**Tabela 15: Produtividade média (kg ha<sup>-1</sup>) de cinco genótipos de feijão cultivados na safra 2015/2016 e safrinha 2016. UTFPR. Dois Vizinhos - PR**

	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )				
	BRS Expedito	Cavalo Iraí	Pérola	Vermelho	Maronze
Safra 2015/2016	1959,34 bA	2093,36 aA	1889,26 bA	1088,01 dA	1270,31 cA
Safrinha 2016	1568,54 aB	1309,79 bB	1317,62 bB	983,96 cA	918,84 cB
CV %	11,41 <sup>1</sup>	14,5 <sup>2</sup>			
Média	1763,94	1701,57	1603,44	1035,98	1094,57

**Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.**

<sup>1</sup> Valor de CV% para Safra 2015/2016.

<sup>2</sup> Valor de CV% para Safrinha 2016.

### 5.3.5. TEOR DE FÓSFORO NAS FOLHAS

Para os teores de fósforo acumulado nas folhas dos genótipos cultivados na safra 2015/2016, deve ser destacado que nenhuma diferença estatística foi observada. Este resultado demonstra que independente do tratamento utilizado neste trabalho, os genótipos não responderam apresentaram resposta distinta no acúmulo de fósforo na matéria seca das folhas (tabela 16). A cultivar Pérola foi a que apresentou numericamente o melhor desempenho, com 5,58 g.kg<sup>-1</sup> de MS no tratamento em que foi utilizado Penergetic®. Em contrapartida, a variedade Maronze foi a que apresentou o menor acúmulo de fósforo na matéria seca das folhas, quando não foi utilizada adubação fosfatada na base (3,85 g.kg<sup>-1</sup> de MS).

**Tabela 16: Teor de fósforo na matéria seca das folhas (Pf g.kg<sup>-1</sup> de MS) com duas formas de adubação de fósforo na base (sem P e com P) e duas formas de uso de Penergetic® (sem Pen e com Pen) em cinco genótipos de feijão. Safra 2015/2016 na UTFPR – Dois Vizinhos.**

	Pf (g.kg <sup>-1</sup> de MS)			
	Sem P	Com P	Sem Pen	Com Pen
BRS Expedito	4,10 aA	4,45 aA	4,23 aA	4,32 aA
Cavalo Iraí	4,03 aA	4,19 aA	3,96 aA	4,26 aA
Pérola	4,20 aA	4,56 aA	4,17 aA	4,58 aA
Vermelho	3,98 aA	4,25 aA	4,16 aA	4,07 aA
Maronze	3,85 aA	4,20 aA	4,11 aA	3,94 aA
CV %	7,26 <sup>1</sup>	10,58 <sup>2</sup>	12,52 <sup>3</sup>	
Média	4,03 a	4,33 a	4,12 a	4,23 a

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Valor de CV% para o fator A (fósforo).

<sup>2</sup> Valor de CV% para o fator B (Penergetic®).

<sup>3</sup> Valor de CV% para o fator C (Genótipos).

Na safrinha 2016, os genótipos de feijão apresentaram respostas distintas comparando com a safra 2015/2016. Na tabela 17, são apresentados resultados em que a cultivar BRS Expedito, obteve uma menor concentração de fosforo na folha quando não foi utilizada adubação fosfatada na base (4,26 g.kg<sup>-1</sup> de MS). Já a cultivar Cavalo Irai expressou uma menor concentração de fosforo nas folhas quando submetida a restrição do uso de bioativador de solo. Contudo, a variedade Maronze obteve uma maior concentração de fósforo nas folhas quando foi submetida a restrição de adubação fosfatada na base e com a aplicação de bioativador de solo Penergetic®, 5,31 e 5,26 g.kg<sup>-1</sup> de MS, respectivamente. Os

valores médios dos teores de P encontrados nas folhas estão adequados à faixa, de 1,3 a 8,1 g kg<sup>-1</sup> (OLIVEIRA, 1988).

Na média geral dos cinco genótipos, onde não foi utilizado Penergetic®, a cultivar Pérola foi a que obteve uma maior concentração de fósforo na folha com 4,77 g.kg<sup>-1</sup> de MS. Oliveira et al (2001) conduzindo um experimento de casa de vegetação com a cultivar de feijão Mexicano, obtiveram produções máximas relativas de matéria seca quando a concentração de fósforo no tecido foliar atingiu 2,96 g kg<sup>-1</sup>.

**Tabela 17: Teor de fósforo na matéria seca das folhas (Pf g.kg<sup>-1</sup> de MS) com duas formas de adubação de fósforo na base (sem P e com P) e duas formas de uso de Penergetic® (sem Pen e com Pen) em cinco genótipos de feijão. Safrinha 2016 na UTFPR – Dois Vizinhos.**

	Pf (g.kg <sup>-1</sup> de MS)			
	Sem P	Com P	Sem Pen	Com Pen
BRS Expedito	4,26 bB	4,97 aA	4,42 aB	4,80 aB
Cavalo Iraí	4,42 aB	4,68 aA	4,20 bB	4,89 aB
Pérola	4,65 aB	4,82 aA	4,77 aA	4,70 aB
Vermelho	4,41 aB	4,46 aB	4,29 aB	4,57 aB
Maronze	5,31 aA	4,18 bB	4,22 bB	5,26 aA
CV %	2,77 <sup>1</sup>	9,92 <sup>2</sup>	7,75 <sup>3</sup>	
Média	4,61 a	4,62 a	4,38 b	4,85 a

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Valor de CV% para o fator A (fósforo).

<sup>2</sup> Valor de CV% para o fator B (Penergetic®).

<sup>3</sup> Valor de CV% para o fator C (Genótipos).

### 5.3.6. TEOR DE FÓSFORO NOS GRÃOS

Com relação ao fósforo acumulado nos grãos de feijão dos genótipos cultivados na safra 2015/2016, onde não foi utilizado fósforo na base, a concentração de fósforo nos grãos variou de 5,11 a 6,27 g.kg<sup>-1</sup> de MS, porém não havendo diferença significativa entre os genótipos (tabela 18). A maior concentração de fósforo nos grãos foi encontrada na variedade Vermelho, com 6,60 g.kg<sup>-1</sup> de MS, no tratamento em que foi utilizado fósforo na adubação de base, em contrapartida, a menor concentração foi encontrada na variedade Maronze (4,90 g.kg<sup>-1</sup> de MS), onde não foi utilizado Penergetic®. Os genótipos crioulos de feijão estão adaptados às condições ambientais e socioeconômicas dos agricultores e podem apresentar elevados teores de nutrientes nos grãos, como por exemplo o fósforo e assim promover melhorias simultâneas nos teores de minerais nos grãos de feijão (BEBBE et al., 2000).

**Tabela 18: Teor de fósforo na matéria seca dos grãos (Pg g.kg<sup>-1</sup> de MS) com duas formas de adubação de fósforo na base (sem P e com P) e duas formas de uso de Penergetic® (sem Pen e com Pen) em cinco genótipos de feijão. Safra 2015/2016 na UTFPR – Dois Vizinhos.**

	Pg (g.kg <sup>-1</sup> de MS)			
	Sem P	Com P	Sem Pen	Com Pen
BRS Expedito	5,83 aA	5,80 aB	6,13 aA	5,50 aA
Cavalo Iraí	5,70 aA	5,28 aB	5,43 aB	5,55 aA
Pérola	5,82 aA	5,41 aB	6,04 aA	5,18 aA
Vermelho	6,27 aA	6,60 aA	6,40 aA	6,47 aA
Maronze	5,11 aA	5,61 aB	4,90 bB	5,82 aA
CV %	4,04 <sup>1</sup>	14,21 <sup>2</sup>	12,97 <sup>3</sup>	
Média	5,75 a	5,74 a	5,78 a	5,71 a

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Valor de CV% para o fator A (fósforo).

<sup>2</sup> Valor de CV% para o fator B (Penergetic®).

<sup>3</sup> Valor de CV% para o fator C (Genótipos).

Na safrinha 2016, os resultados referentes ao acúmulo de fósforo nos grãos demonstram que no ambiente sem presença de fósforo as cultivares BRS Expedito e a cultivar Pérola tiveram maior acúmulo de P, com 6,11 e 6,22 g.kg<sup>-1</sup> de MS, respectivamente (Tabela 19). Já no ambiente com presença de fósforo as variedades Maronze, Vermelho e a cultivar Pérola o acúmulo de P nos grãos foi mais elevado (6,12, 5,77 e 6,00 g.kg<sup>-1</sup> de MS, respectivamente).

No tratamento sem a presença de bioativador de solo, o resultado foi semelhante, onde a variedade Maronze e a cultivar Pérola se sobressaíram perante

os demais genótipos testados neste trabalho. Entretanto, com a presença de Penergetic® as três cultivares diferiram significativamente das duas variedades.

Os resultados encontrados neste trabalho, tanto da safra 2015/2016, quanto da safrinha 2016 foram superiores aos apresentados por Petrilli (2007) que encontrou na cultivar Pérola a necessidade de acumular 4,00 kg para produzir uma tonelada de matéria seca de grãos. Pereira et al. (2011) conduzindo um trabalho com 34 genótipos de feijão, na safra 2006/2007 encontrou teores de fósforo que variaram de 4,04 a 5,77 g.kg<sup>-1</sup> de MS, corroborando com os resultados apresentados neste trabalho.

**Tabela 19: Teor de fósforo na matéria seca dos grãos (Pg g.kg<sup>-1</sup> de MS) com duas formas de adubação de fósforo na base (sem P e com P) e duas formas de uso de Penergetic® (sem Pen e com Pen) em cinco genótipos de feijão. Safrinha 2016 na UTFPR – Dois Vizinhos.**

	Pf (g.kg <sup>-1</sup> de MS)			
	Sem P	Com P	Sem Pen	Com Pen
BRS Expedito	6,11 aA	5,23 bB	5,58 aB	5,76 aA
Cavalo Iraí	5,55 aB	5,37 aB	5,08 bC	5,84 aA
Pérola	6,22 aA	6,00 aA	6,24 aA	5,97 aA
Vermelho	5,04 bC	5,77 aA	5,46 aB	5,35 aB
Maronze	5,43 bB	6,12 aA	6,19 aA	5,35 bB
CV %	4,76 <sup>1</sup>	6,39 <sup>2</sup>	6,13 <sup>3</sup>	
Média	5,67 a	5,70 a	5,71 a	5,67 a

**Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.**

<sup>1</sup> Valor de CV% para o fator A (fósforo).

<sup>2</sup> Valor de CV% para o fator B (Penergetic®).

<sup>3</sup> Valor de CV% para o fator C (Genótipos).

### 5.3.8. EFICIÊNCIA NO USO DE FÓSFORO NA PRODUÇÃO DE GRÃOS (EUPG)

A eficiência no uso de um nutriente por uma determinada cultura pode ser definida com a produção relativa de um genótipo em solo deficiente em comparação com a produção no nível ótimo de nutriente (GRAHN, 1984).

Na tabela 20, os resultados da eficiência no uso de fósforo na produção de grãos dos cinco genótipos testados neste trabalho, na safra 2015/2016, apresentaram diferentes respostas conforme o tratamento em que foram submetidos. Sem a presença de fósforo na base as cultivares BRS Expedito e Cavalo Iraí demonstraram ser mais eficientes, produzindo 47,31 e 49,66 gramas de matéria seca de grãos por mg de fósforo absorvido, respectivamente. O mesmo se repete com a cultivar Cavalo Iraí, nos tratamentos com presença de fósforo e sem uso de Penergetic®. A cultivar Pérola foi a que apresentou melhor eficiência no uso de P, produzindo 57,79 gramas de feijão por miligrama de fósforo absorvido, cabe ressaltar que o tratamento em que foi utilizado Penergetic® foi 52,12% mais eficiente quando comparada com o tratamento com restrição de Penergetic®.

**Tabela 20: Eficiência no uso de fósforo na produção de grãos (EUPG) em g de feijão mg<sup>-1</sup> de fósforo absorvido, com duas formas de adubação de fósforo na base (sem P e com P) e duas formas de uso de Penergetic® (sem Pen e com Pen) em cinco genótipos de feijão. Safra 2015/2016 na UTFPR – Dois Vizinhos.**

	EUPG			
	Sem P	Com P	Sem Pen	Com Pen
BRS Expedito	47,31 aA	44,20 aB	46,91 aB	44,60 aB
Cavalo Iraí	49,66 bA	57,28 aA	57,16 aA	49,78 bB
Pérola	32,32 bB	55,59 aA	30,12 bC	57,79 aA
Vermelho	20,58 aC	13,30 aD	13,73 aE	20,15 aC
Maronze	17,48 bC	26,25 aC	21,73 aD	22,00 aC
CV %	7,50 <sup>1</sup>	18,06 <sup>2</sup>	16,97 <sup>3</sup>	
Média	33,47 b	39,32 a	33,93 b	38,86 a

**Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.**

<sup>1</sup> Valor de CV% para o fator A (fósforo).

<sup>2</sup> Valor de CV% para o fator B (Penergetic®).

<sup>3</sup> Valor de CV% para o fator C (Genótipos).

A cultivar Maronze na safra 2015/2016 (tabela 20) foi a que apresentou uma menor eficiência no uso de fosforo no tratamento que foi submetida a restrição deste nutriente (17,48), quando comparada ao tratamento com adubação fosfatada. Em contrapartida, a variedade Vermelho demonstrou ser mais eficiente quando não foi utilizado P, este resultado pode estar ligado ao fato das variedades tradicionais,

apesar de apresentarem uma produtividade relativamente mais baixa, porém serem mais eficientes no uso de nutrientes.

No que diz respeito a safrinha 2016, os cinco genótipos testados neste trabalho, demonstraram na média uma menor eficiência no uso de fósforo quando comparada com a safra 2015/2016 (tabela 21). Em todos os tratamentos a cultivar BRS Expedito foi a mais eficiente, demonstrando máxima eficiência com a presença de fósforo (34,22 gramas por miligrama de fósforo absorvido) e com a presença de Penergetic® (32,62 g de feijão por miligrama de fósforo absorvido). Em contra partida, a variedade Vermelho em presença de adubação fosfatada demonstrou a menor eficiência, produzindo apenas 6,40 gramas de feijão por miligrama de fósforo absorvido. Santos et al. (2011), conduzindo trabalho em vaso com dois tipos de latossolo do cerrado brasileiro, constataram que os maiores valores de eficiência na absorção de fósforo foram observados para as menores doses de P, havendo redução da eficiência de absorção com o aumento da dose fornecida.

**Tabela 21: Eficiência no uso de fósforo na produção de grãos (EUPG) com duas formas de adubação de fósforo na base (sem P e com P) e duas formas de uso de Penergetic® (sem Pen e com Pen) em cinco genótipos de feijão. Safrinha 2016 na UTFPR – Dois Vizinhos.**

	EUPG			
	Sem P	Com P	Sem Pen	Com Pen
BRS Expedito	30,26 bA*	34,22 aA	31,86 aA	32,62 aA
Cavalo Iraí	19,96 bC	24,20 aC	23,40 aC	20,75 aB
Pérola	14,57 bD	28,35 aB	27,36 aB	15,56 bC
Vermelho	23,79 aB	6,40 bE	7,98 bD	22,21 aB
Maronze	9,91 bE	20,26 aD	9,73 bD	20,44 aB
CV %	11,39 <sup>1</sup>	21,14 <sup>2</sup>	14,15 <sup>3</sup>	
Média	19,77 a	22,68 a	20,07 a	22,32 a

**Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.**

<sup>1</sup> Valor de CV% para o fator A (fósforo).

<sup>2</sup> Valor de CV% para o fator B (Penergetic®).

<sup>3</sup> Valor de CV% para o fator C (Genótipos).



## 6. CONCLUSÃO

A produtividade média das cultivares na safra foi maior do que na safrinha.

O uso de Penergetic® proporcionou um aumento significativo na produtividade da cultivar Pérola na safra, maior número de grãos por planta da variedade Vermelho e maior teor de fósforo nos grãos nas cultivares BRS Expedito e Cavalo Iraí, na safrinha.

A variedade Vermelho demonstrou ser mais eficiente no uso de fósforo para produção de grãos tanto na safra quanto na safrinha.

Na presença de adubação fosfatada, a produtividade média dos genótipos foi 12,10% maior na safra, sendo que a cultivar Pérola foi a que demonstrou melhor desempenho em produtividade.

## 7. REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorol. Z.** Gebrüder Borntraeger, Stuttgart 2013.
- BEEBE, S; GONZALEZ, A. V; RENGIFO, J. Research on trace minerals the common bean. **Food and Nutrition Bulletin**, v. 21, n. 1, p. 387-391, 2000.
- BEZERRA, A. P. A; PITOMBEIRA, J. B; TÁVORA, J. A. F; VIDAL NETO, F. C. Rendimento, componentes da produção e uso eficiente da terra nos consórcios sorgo x feijão-de-corda e sorgo x milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 01, p. 104-108, 2007.
- BORÉM, Aluizio. **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2 ed. Viçosa – MG: UFV, p.320, 2005.
- CARVALHO, M. F. de.; CRESTANI, M.; FARIAS, F. L.; COIMBRA, J. L. M; BOGO, A.; GUIDOLIN A. F. Caracterização da diversidade genética entre acessos crioulos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) coletados em Santa Catarina por marcadores RAPD. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.6, p.1522-1528, set, 2008.
- Comissão de Química e Fertilidade do Solo – CQFS RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre, 2004. 392p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, 7º levantamento, 2014/2015**, Brasília: Conab, 2015, 102 p. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 11 de abril de 2015.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, 12º levantamento safra 2015/2016**, Brasília: Conab, 2016, 102 p. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 08 de outubro de 2016.
- ELIAS, H.T; VIDIGAL, M.C.G; GONELA, A; VOGT, G.A. Variabilidade genética em germoplasma tradicional de feijão-preto em Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.10, p.1443-1449, outubro. 2007.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2013. 306 p.
- FAGERIA, N. K. Eficiência de uso de fósforo pelos genótipos de feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.2, p.128-131, 1998.

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P.; STONE, L. F. Resposta do feijão a adubação fosfatada. *In*: PETRILLI, L. R. T. C.; Doses e modos de aplicação de fósforo na nutrição e produção do feijoeiro cultivar pérola. Dissertação. **Informações Agronômicas**. Piracicaba: POTAFÓS, n.102,p.8-9, 2003.

FURTINI, I. V. Implicações da seleção no feijoeiro efetuada em ambientes contrastantes em níveis de nitrogênio. **Dissertação**, Universidade Federal de Lavras, 2008.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO ESTADO DO PARANÁ. Cartas climáticas do Estado do Paraná. Londrina, IAPAR, (**IAPAR, Documento, 29**), p. 24, 2007.

GRAHAM, R. D. Breeding for nutritional characteristics in cereals. *In*. OLIVEIRA, T. C. et al. Eficiência e resposta a aplicação de fósforo e feijão comum em solos do cerrado. *Revista Verde*. Mossoró – RN. v.7, n.1, p. 16 – 24. 2012

JAKIENE, E.; VENSKUTONIS V.; LIAKAS, V. Fertilization of sugar beetroot with ecological fertilizers. **Agronomy Research** 7 (Special issue I), 269–276, 2009.

LE MOS, L. B.; OLIVEIRA, R. S. de.; PALOMINO, E. C.; DA SILVA, T. R. B. Características agronômicas e tecnológicas de genótipos de feijão do grupo comercial Carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.4, p.319-326, abr. 2004.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.

Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Perfil do Feijão no Brasil**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/feijao/saiba-mais>>. Acesso em 20 de abril de 2016.

MESQUITA, F.R; CORRÊA, A.D; ABREU, C.M.P; LIMA, R.A.Z; ABREU, A.F.B. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): composição química e digestibilidade proteica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.4, p.1114-1121, 2007.

MURPHY, J. & RILEY, J.P. **A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters**. *Anal. Chim. Acta*, 27:31-36, 1962.

NASCENTE, A. L.; COBUCCI, T. **Phosphate fertilization in the soil and P-energetic application in the grain yield of common bean**. 20th World Congress of Soil Science, Korea, 2014.

OLIVEIRA, I. P. de; THUNG, M. D.T. Nutrição mineral. *In*: ZIMMERMANN, M. J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1988. 589p.

OLIVEIRA, I. P.; EDWARDS, D. G.; ASHER, C. J.; GRUNDON, N. J.; SANTOS, R. S. M. dos.; FARIA, C. D. de. Modos de aplicação de fósforo no crescimento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 31(1): 1-5, 2001.

OLIVEIRA, T. C. de.; SILVA, J.; SALGADO, F. H. M.; SOUZA, S. AA.; FIDELIS, R. R. Eficiência e resposta a aplicação de fósforo e feijão comum em solos do cerrado. **Revista Verde**. Mossoró – RN. v.7, n.1, p. 16 – 24. 2012

OLIVEIRA, T. C. de.; SILVA, J.; SANTOS, M. M. dos.; CANCELLIER, E. L.; FIDELIS, R. R. Desempenho agrônomico de cultivares de feijão em função da adubação fosfatada no sul do estado do Tocantins. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 1, p. 50 – 59, jan. – mar., 2014.

PAES, J. M. V.; CIOCIOLA, J. A. I.; WRUCK, M. D. S.; SOUZA, J. A.; ARANTES, N. E.; ZITO, R. K. (January 01, 2003). **Avaliação da eficiência agrônômica do Penergetic na cultura da soja**. In: Reunião De Pesquisa De Soja Da Região Central Do Brasil, 25., 2003, Uberaba. Resumos. Londrina: Embrapa Soja: Epamig: Fundação Triângulo, 2003.

PEKARSKAS, J.; VILKENYTE, L.; SILEIKIENE, D.; CESONIENE, L.; MAKARENKO, N. **Effect of organic nitrogen fertilizers provita and fermentator Penergetic-K winter wheat and on soil quality**. 8th International Conference, Vilnius, Lithuania, p. 2029-7092, 2011.

PENERGETIC. **Penergetic Product Film**. Disponível em: <<http://www.penergetic.br/>>. Acesso em: 09 de abril de 2016.

PEREIRA, T; COELHO, C. M. M; SANTOS, J. C. P; BOGO, A; MUQUELLUTI, D. J. Diversidade no teor de nutrientes em grãos de feijão crioulo no Estado de Santa Catarina. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.33, n. 3, p. 477-485, 2011.

PEREIRA, V. G. C.; GRIS, D. J.; MARANGONI, T.; FRIGO, J. P.; AZEVEDO, K. D. de.; GRZESIUCK, A. E. Exigências Agroclimáticas para a Cultura do Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 3, p. 32-42, 2014.

PETRILLI, L. R. T. C.; Doses e modos de aplicação de fósforo na nutrição e produção do feijoeiro cultivar pérola. **Dissertação**. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2007.

PRIMAVESI, A. **Manejo Ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais** São Paulo: Nobel, 2002. 549p.

RAMALHO, M. A. P; SANTOS, J. B. Melhoramento do feijão. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, p.16-19, 1982.

RAMOS JUNIOR, E. U; LEMOS, L. B.; DA SILVA, T. R. B. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. **Bragantia**, Campinas-SP v.64, n.1, p.75-82, 2005.

SANTOS, J. Z. L.; FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V. de.; CARNEIRO, L. F.; CURTI, N.; MORETTI, B. da S. Resposta do feijoeiro a adubação fosfatada em solos de cerrado com diferentes históricos de uso. **Rev. Brasileira de Ciência do Solo**, p.193-202, 2011.

SIDDIQI, M.Y.; GLASS, A.D.M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.4, n.3, p.289-302, 1981.

SINGH, S.P. Broadening the genetic base of common bean cultivars: a review. **Crop Science**, Madison, v.41, n.6, p.1659- 1675, 2001.

SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance. In: **World Congress On Computers in Agriculture**, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, E. B.; RESENDE, J. C. F. de.; CINTRA, W. B. R. RESPOSTA DO FEIJOEIRO A DOSES DE FÓSFORO EM SOLO ARENOSO. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.6, p.973-977, 2001.

SOARES, A. G. **Consumo e qualidade nutritiva**. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996, Goiânia. Anais, Goiânia: UFGO, 1996. v. 2.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEIS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2 ed. Boletim técnico nº5. Porto Alegre: Departamento de solo, UFRGS, 1995.

USGC. United States Geological Survey. Phosphate rock. **Mineral Commodity Summaries**. Reston, 2009. Disponível em: <<http://minerals.er.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/>>. Acesso em: 12 de abril de 2016.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; DE SÁ, M. E. Fontes e doses de nitrogênio e fósforo em feijão no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 39, n. 3, p. 191-196, jul./set. 2009.

VALE, F.R.; GUILHERME, L.R.G.; GUEDES, G.A.A. **Fertilidade do solo: dinâmica e disponibilidade dos nutrientes de plantas**. Lavras: ESAL, 1993. 171 p.

VIANA, T. O.; VIEIRA, N. M. B; MOREIRA, G. B. L.; BATISTA, R. O.; CARVALHO, S. J. P. de.; RODRIGUES, H. F. F. Adubação do feijoeiro cultivado no norte de Minas Gerais com nitrogênio e fósforo. **Rev. Ceres, Viçosa**, v. 58, n.1, p. 115-120, jan/fev, 2011.

ZILIO, M.; COELHO C. M. M.; SOUZA, C. A.; SANTOS, J. C. P.; MUQUELLUTI, D. J. Contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de genótipos crioulos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 2, p. 429-438, 2011.

ZUCARELI, C.; PRANDO, A. M.; RAMOS JUNIOIR, E. U.; NAKAGAWA, J. Fósforo na produtividade e qualidade de sementes de feijão Carioca Precoce cultivado no período das águas. **Ciência Agrônômica**., v. 42, n. 1, p. 32-38, jan-mar, 2011.