



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA**

IDAIANE COSTA FONSECA DE ALMEIDA

EFICIÊNCIA DO USO DE FÓSFORO EM GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI

**MOSSORÓ/RN
2016**

IDAIANE COSTA FONSECA DE ALMEIDA

EFICIÊNCIA DO USO DE FÓSFORO EM GENÓTIPOS DE FEIJÃO - CAUPI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo do Solo e Água, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte dos requisitos para obtenção do título de “Mestra em Manejo do Solo e Água”.

Orientador: Prof. Dr. Sc. Leilson Costa Grangeiro.

**MOSSORÓ-RN
2016**

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais:

Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C447e Costa Fonseca de Almeida, Idaian.

Eficiência do Uso de Fósforo em Genótipos de Feijão-caupi / Idaian. Costa Fonseca de Almeida. – 2016.

41 f.: il.

Orientador: Dr. Leilson Costa Grangeiro.

Coorientador: Dr. Fábio Henrique Tavares de Oliveira.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Manejo do Solo e água, 2016.

1. *Vigna unguiculata*. 2. Nutrição de plantas. 3. Produtividade. 4. Eficiência agrônômica. I. Costa Grangeiro, Dr. Leilson, orient. II. Tavares de Oliveira, Dr. Fábio Henrique, co-orient. III. Título.

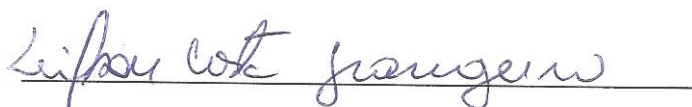
IDAIANE COSTA FONSECA DE ALMEIDA

EFICIÊNCIA DO USO DE FÓSFORO EM GENOTIPOS DE FEIJÃO - CAUPI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo do Solo e Água, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte dos requisitos para obtenção do título de “Mestra em Manejo do Solo e Água”.

DATA DA DEFESA 29 /02 /2016.

BANCA EXAMINADORA



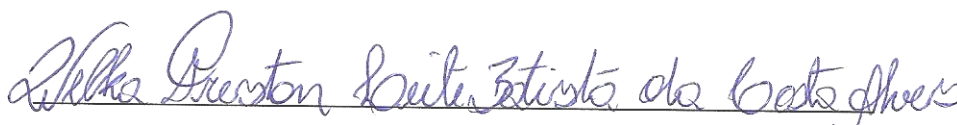
Prof. Dr. Leilson Costa Grangeiro (UFERSA)

Presidente



Dra. Mara Suyane Marques Dantas (UFRPE/CAPES)

Examinadora



Dra. Welka Preston Leite Batista da Costa Alves (UFERSA/CAPES)

Examinadora

Aos meus amados avós paternos, Zélia Temóteo Siqueira e Ademir Siqueira Fonseca, por toda a dedicação, educação e amor; aos meus pais, Izaías Siqueira Fonseca e Maria Lourdes da Costa, por conceberem a minha existência na terra, ao meu marido, Edineu Alves Bezerra de Almeida e Silva pela força e paciência e a minha filha, Maria Laura Costa Fonseca de Almeida, razão da minha vida. A vocês dedico todas as minhas vitórias.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por estar me proporcionando este momento.

Aos meus pais, Izaías Siqueira Fonseca e Maria de Lourdes da Costa.

Aos meus avós, Zélia Temóteo Siqueira e Ademir Siqueira Fonseca.

A minha tia Irenici Siqueira, a minha prima e comadre Emanuela Siqueira da Costa e Silva.

Ao meu marido Edineu Alves e minha filha Maria Laura por sempre acreditarem em mim, vocês são a pedra fundamental dessa conquista.

As minhas irmãs e tias por acreditarem no meu potencial.

A minha avó paterna e a minha irmã Isabel Cristina por cuidarem da minha filha nesse período que estive ausente, meu muitíssimo obrigado.

Ao Dr. Silvio Tavares de Lucena, da Embrapa Solos do RJ, por me incentivar ao Mestrado.

A Maria de Lourdes Fonseca da Fé, por acolher-me em sua casa no período em que trabalhei na EMPARN de Ipanguaçu.

Aos meus amigos, Chico marreca, Ceíça, Zé bracin (*in memoriam*), Rufo Roney pelo companheirismo e compreensão no período em que tive de me ausentar.

A UFERSA, pela oportunidade de participar do Programa de Pós-Graduação em Manejo do Solo e água no Semiárido, tornando-me uma profissional cada vez mais qualificada.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Leilson, pela paciência, dedicação e conhecimentos repassados, sendo primordial para tornar esse momento possível.

À banca examinadora, pela valiosa contribuição.

A professora Dra. Jeane Portela da Cruz, uma pessoa abençoada e iluminada por DEUS, sempre pronta a ajudar, uma verdadeira “MÃE”.

Ao meu amigo José Flaviano pela força, amizade, pelas discursões proporcionadas e as palavras amigas e verdadeiras nos momentos em que mais precisei.

Ao meu amigo Marialdo Santana pelas noites de estudos e conversas, pelas inúmeras caronas no trajeto Assú-Mossoró-Assú, pelo bom laço de amizade que construímos ao longo do Mestrado.

Aos funcionários do Laboratório de Análises de Solos e Água, Kaline, Dona Edina Fonseca, Dona Lúcia, Elídio, sempre prontos a me ajudarem no laboratório.

Aos funcionários do Centro de Pesquisas Vegetais do Semiárido Nordestino (CPVSA), sempre dispostos a me ajudarem.

Ao professor Glauber pela ajuda nas análises estatísticas.

Aos membros da equipe do professor Leilson, pela ajuda no experimento: Valdivia, Meirinha, Gilberta, Jardel, Jader, Jorge, Lucas, Irael, Diorgene, Dudu, Chagas e Flabenio, enfim a Equipe Grangeiro et al. Todos, cada um de uma forma, foram fundamentais para a conclusão deste trabalho.

E àqueles que não foram mencionados, mas que de alguma forma fizeram parte desta conquista.

Muito obrigado!

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Resultados da Análise química do solo nas profundidades de 0-0,20m e 0,20-0,40m.....	19
Tabela 2: Resumo das características dos genótipos de feijão caupi.....	21
Tabela 3. Resumo da análise de variância das características massa de 100 grãos (MCG), número de grãos por vagem (NGV), número de vagens por planta (NVP), produtividade (PDT), massa seca de planta (MS) e acúmulo de fósforo (AP) em função de genótipos de feijão caupi e doses de fósforo.	24
Tabela 4. Massa de 100 grãos e número de grãos por vagem de genótipos de feijão-caupi, sob baixo (0,0) e alto nível de fósforo (60 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅).	24
Tabela 5. Número de vagens por planta e produtividade de genótipos de feijão-caupi, sob baixo nível (0,0) e alto nível de fósforo (60 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅).	26
Tabela 6. Massa seca de planta e acúmulo de P de genótipos de feijão-caupi, sob baixo (0,0) e alto nível de fósforo (60 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅).	27

LISTA DE FIGURA

Figura 01. Temperatura e umidade relativa durante a realização do experimento na Fazenda Experimental Rafael Fernandes. Mossoró/RN, Fazenda Experimental da UFERSA, 2015.....	19
Figura 02: Classificação dos genótipos de caupi quanto à eficiência Agrônômica e a resposta na produtividade.	29
Figura 03: Sintomas deficiência P 21 DAS.....	41
Figura 04: Feijão-caupi aos 21 DAS.....	41
Figura 05: Feijão-caupi aos 28 DAS.....	41
Figura 06: Feijão-caupi aos 35 DAS.....	41
Figura 07: Feijão-caupi adubado com e sem P respectivamente aos 49 DAS.....	41

RESUMO

Almeida, Idaiane Costa Fonseca de. **Eficiência do uso de fósforo em genótipos de feijão caupi**. 2016.41 f. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo e Água no Semiárido: Fertilidade do Solo e Adubação) – Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2016.

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) também conhecido como feijão macassar, feijão vigna, feijão de corda é uma leguminosa comestível, com boa capacidade de fixar nitrogênio e pouco exigente em fertilidade do solo. Os genótipos de feijão-caupi respondem de forma diferente ao nutriente fósforo, de acordo com a disponibilidade deste no solo. Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do uso de fósforo em genótipos de feijão-caupi. O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, distante 20 km da sede do município de Mossoró, em solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo no período de abril a julho de 2015. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados completos em esquema fatorial 2 x 5 com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de duas doses de fósforo (0 e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e cinco genótipos de feijão-caupi (Paulistinha, BRS Xiquexique, Pingo de Ouro, Corujinha e Costela de Vaca). Cada parcela foi formada por quatro fileiras de planta, medindo 3,0 m de comprimento, espaçadas de 1,0 x 0,3 m, com duas plantas por cova.. Os genótipos responderam de forma significativa ao aumento do nível de fósforo no solo, com incrementos no número de sementes por vagem, número de vagens por planta, produtividade, massa seca e acúmulo de P da planta. Quanto à utilização de fósforo, o genótipo BRS Xiquexique foi considerado eficiente e responsivo, Paulistinha e Costela de Vaca eficientes e não responsivos, Corujinha foi classificado como ineficiente e responsivo e Pingo de Ouro como ineficiente e não responsivo.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*. Nutrição de planta. Produtividade. Eficiência agrônômica.

ABSTRACT

Almeida, Idaiane Costa Fonseca. Phosphorus use efficiency in cowpea genotypes. 2016 41f. Dissertation (Master of Soil and Water in Semi-Arid: Soil Fertility and Fertilization) - Federal Rural University of Semi- Arid (UFERSA) Mossoró- RN, 2016.

Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) Also known as cowpea, Vigna beans, string bean is an edible legume with good ability to fix nitrogen and undemanding in soil fertility. The cowpea genotypes respond differently to match nutrient availability in accordance with this soil. This study aimed to evaluate the phosphorus use efficiency in cowpea genotypes. The experiment was conducted at the Experimental Farm Rafael Fernandes, 20 km away from the seat of the municipality of Mossoro in soil classified as Ultisol from April to July 2015. The experimental design was a randomized complete block in a factorial 2 x 5 with four replications. The treatments were a combination of two phosphorus levels (0 and 60 kg ha⁻¹ of P₂O₅) and five genotypes of cowpea (Paulistinha, BRS Xiquexique Gold Raindrop, Corujinha and Cow Rib). Each plot consisted of four rows of plants, measuring 3.0 m in length, spaced 1.0 x 0.3 m with two plants per hole .. The genotypes responded significantly to the increase in the level of phosphorus in soil with increases in the number of seeds per pod, number of pods per plant, yield, dry matter and accumulation of P plant. As for the use of phosphorus, the BRS Xiquexique genotype was considered efficient and responsive, and Costa Paulistinha efficient cow and nonresponsive, Corujinha was classified as inefficient and responsive and Pingo Gold as inefficient and unresponsive.

Keywords: *Vigna unguiculata*. Plant nutrition. Productivity. Agronomic efficiency.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELA.....	viii
LISTA DE FIGURA.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5. CONCLUSÃO.....	30
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
ANEXOS	

1. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) tem grande importância socioeconômica no Brasil, pois além de gerar emprego e renda, se constitui como uma fonte alimentar rica em proteína, minerais e fibras, principalmente, nas regiões norte e nordeste onde é mais cultivado. O estado do Rio Grande do Norte em 2014 produziu 11.154 toneladas de feijão-caupi em uma área de 33.515 hectares e produtividade média de 333 kg ha⁻¹. Entretanto, essa produção foi reduzida em 2015 para 5.393 toneladas, devido à falta de chuvas, considerando que predomina na região o cultivo de sequeiro e por pequenos produtores.

O fósforo (P) é o macronutriente extraído em menor quantidade pelo feijão-caupi, entretanto, é o que mais limita sua produção. Sua aplicação proporciona o aumento da produção de massa seca da parte aérea, aumento do número de vagens e massa de grãos, influenciando diretamente a produtividade do feijoeiro (Yamada; Abdalla, 2003). Diversos autores, já relataram acréscimos significativos na produtividade do feijão-caupi devido à adubação fosfatada (Torquato et al., 2011; Haruna et al., 2013; Melo et al., 2013; Coutinho et al., 2014). Entretanto, a resposta tem sido diferenciada entre os genótipos, confirmando que, há uma variabilidade intraespecífica na capacidade de absorção e utilização deste nutriente.

A rusticidade e precocidade do feijão-caupi fazem com que o mesmo se adapte a uma ampla faixa de clima e solo e possa ser cultivado em praticamente todas as regiões brasileiras. No Nordeste o caupi é consorciado com milho e mandioca, estes por sua vez são para subsistência familiar, onde são empregados diversos genótipos, provenientes de seleções realizadas pelos agricultores locais, conhecidas como cultivares crioulas, que possuem uma variabilidade genética imensurável. Esta variabilidade permite que os agricultores selecionem genótipos adaptados as suas condições agroecológicas e socioeconômicas (Freire filho et al., 2011).

A capacidade diferenciada na absorção e utilização de fósforo entre genótipos, segundo O'Toole & Bland (1987) pode ser causada pela morfologia do sistema radicular; razão raiz:parte aérea (Smith et al., 1990); distribuição, arquitetura e raio radicular (Bonser et al., 1996; Araújo et al., 1998) e eficiência da simbiose com micorrizas (Smith et al., 1992). A seleção de genótipos de feijão-caupi que apresentem maior eficiência na absorção e utilização de fósforo, se constitui em uma alternativa para os cultivos realizados em solos de baixa disponibilidade deste nutriente.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência do uso de fósforo em genótipos de feijão-caupi.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O feijão-caupi é uma cultura de origem africana, a qual foi introduzida no Brasil na segunda metade do século XVI, pelos colonizadores portugueses no Estado da Bahia (Freire Filho, 1988) e segundo relatos desde 1568 já havia a indicação da existência de muitos feijões no Brasil. Souza (1974) menciona que em 1587 uma grande variedade de feijões e favas era cultivada na Bahia. A partir da Bahia, o feijão-caupi foi disseminado por todo o País. No Piauí, um estado que foi colonizado do sertão para o litoral, certamente a comunicação e o comércio com o sertão eram mais difíceis, e encontra-se a citação do cultivo de feijão em 1697 (Dias, 2008), fato que sugere que houve uma intensa disseminação da cultura, principalmente na região Nordeste e desta para todo o País (Embrapa Tabuleiro Costeiro, 2011).

O feijão Caupi é uma cultura tradicionalmente explorada por pequenos agricultores, normalmente descapitalizados, por isso mesmo, na maioria das vezes, com emprego de pouca tecnologia. Trata-se de uma leguminosa de alto valor nutricional, e com boa aceitação no mercado. É uma cultura pouco exigente no que diz respeito à fertilidade do solo, pois tem a grande vantagem de ser uma planta fixadora de nitrogênio, um dos elementos essenciais à cultura (Freire, 2011).

Além da baixa produtividade devido à escassez da chuva, esta se expressa em função principalmente da exploração de genótipos de baixo potencial produtivo associado ao manejo cultural inadequado. Desta forma, a introdução e exploração de cultivares estável, associada a um manejo e uma adubação adequada, revestem-se de grande importância na estabilização da cultura de forma economicamente viável possibilitando assim, a integração do produtor rural ao sistema de produção compatível com o potencial produtivo da cultura, de forma que a relação de custo/benefício se efetive, podendo assim, atender as necessidades básicas dele próprio e da sua família.

A utilização da adubação fosfatada é necessária para se obter altas produtividades de grãos, o que tem ocasionado à intensificação de estudos para se definir doses mais adequadas para as culturas, de forma que possibilitem maiores retornos econômicos (Fageria, 1990). Coutinho et. al. (2014) constataram que a adubação fosfatada teve influência positiva nas variáveis altura de planta, diâmetro de caule, número de folhas, número de vagens por planta, número de grãos por vagens, massa de mil grãos, e produtividade de grãos para caupi para região de Capitão poço, Estado do Pará.

A absorção de P pelas plantas é proporcional à densidade das raízes, igualmente, o incremento da área superficial da massa radicular maximiza a habilidade da planta em buscar e absorver o P do solo. Como vantagem, algumas plantas respondem às baixas concentrações de P no solo pelo aumento do sistema radicular, desenvolvendo rapidamente raízes laterais com abundantes pêlos radiculares que melhoram a habilidade da planta em explorar o solo em busca de novas reservas de P do solo, e o extraem eficientemente quando áreas com alto teor de P são encontradas. Muitas plantas formam associações com micorrizas, as quais aumentam a habilidade da planta em adquirir o P. Observa-se que a relação raiz-parte aérea da planta aumenta quando existe deficiência de P no início do seu desenvolvimento. Isto significa que a redução no crescimento, por efeito da deficiência de P, geralmente é maior na parte aérea da planta que nas raízes, permitindo desta forma manter pelo menos o crescimento radicular para encontrar e extrair P do solo, sendo uma estratégia da planta na busca de P. O crescimento das raízes e da parte aérea é paralela à distribuição do P nestes órgãos (Grant et al., 2001).

Sena et al (2014) avaliaram a cinética de absorção com doses de fósforo e fungos micorrízicos arbusculares em *Nicotiana tabacum* e verificaram que os sistemas micorrízicos estudados foram influenciados pela adubação fosfatada, pois os parâmetros cinéticos k_m e $V_{máx}$ sofreram significativas alterações, observaram ainda que plantas de tabaco colonizadas como *Glomus intraradices* apresentaram um maior afinidade ao elemento P (menor k_m), em condições de baixa concentração do elemento e que plantas colonizadas com *Gigaspora margarita* mostram-se mais responsivas ao aumento de P.

Vários conceitos de eficiência de uso de nutrientes têm sido elaborados (Baligar & Fageria, 1999), podendo se referir à planta ou sistema, incluindo ou não os aspectos econômicos, sendo que cada forma de avaliar a eficiência pode ser usada, de acordo com a abordagem a ser feita (Nunes, 2014).

O aumento da produtividade assim como o aumento nos custos de produção está relacionado ao fornecimento adequado de nutrientes. Os critérios ou definições de eficiência são vários e, geralmente, dividem-se entre os que enfatizam a produtividade e aqueles que enfatizam o requerimento interno do nutriente na planta (Gourley et al., 1994), dependentes das características morfológicas, bioquímicas e fisiológicas dos vegetais.

Os índices variam, basicamente, apenas na denominação dos componentes, têm sido propostos para caracterizar genótipos quanto à eficiência nutricional, quantificando a absorção, translocação e utilização dos nutrientes e, também, o uso do adubo aplicado (Fox, 1978; Moll et al., 1982; Blair, 1993; Gourley et al., 1993, 1994; Baligar e Fageria, 1997). Vários índices de

eficiência e resposta ao P são descritas na literatura (Mendes et al., 2011; Parentoni et al., 2010; Parentoni; Sousa, 2008) e não existe um consenso sobre o qual é mais adequado. Segundo Nunes (2014) o próprio desempenho produtivo nos ambientes de baixa e alta disponibilidade de nutrientes pode ser considerado como índice de eficiência e resposta ao nutriente, respectivamente.

A determinação de tais índices para o P é interessante em genótipos de caupi, fazendo-se necessária para elucidar os mecanismos determinantes da eficiência a esse nutriente, podendo serem utilizados como critério de seleção em tais materiais.

Mendes et al (2011), avaliaram 143 híbridos topcrosses de milho em ambientes contrastantes para P. Os autores utilizaram a metodologia da média harmônica da performance relativa de valores genotípicos, MHPRVG (Resende, 2007), como índice de eficiência e resposta ao P. Mesmo com presença de forte interação genótipos por ambientes, foi possível identificar híbridos com bom desempenho para os dois ambientes, ou seja, híbridos eficientes e responsivos.

Diversos parâmetros morfológicos e fisiológicos têm sido estudados visando o melhor entendimento da eficiência no uso de nutrientes e também para serem utilizados como indicadores dessa eficiência e da produtividade de grãos (Mendes, 2012.)

Nunes (2014), avaliando a eficiência de uso de fósforo por soja e milho na região do cerrado em função do sistema de manejo do solo e da adubação fosfatada por um longo período, verificou que em área de baixa disponibilidade de fósforo, a produtividade e a eficiência de uso desse nutriente pela soja são afetados pelo método de aplicação apenas durante a fase de correção gradual, com maiores produtividades e eficiência de uso do fósforo com a aplicação a lanço no sistema de preparo convencional e no sulco no plantio direto, observando também que a produtividade de grãos e a eficiência de uso do fósforo pela soja são maiores no sistema de preparo convencional durante a fase de correção gradual e maiores no plantio direto, para soja e milho, após o solo estar corrigido com fósforo.

Oliveira et. al. (2013), estudando rendimento de caupi no Amazonas em função de fósforo e potássio, encontrou produtividade máxima de grãos de 1.215,8 kg ha⁻¹ com a dose estimada de 87,3 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Dados semelhantes foram encontrados por Rodrigues et. al. (2013) no estado do Pará quando encontrou uma máxima produção de grãos em caupi de 1.322,49 kg.ha⁻¹, para a aplicação de 103,0 kg.ha⁻¹ de P₂O₅. Esse acréscimo na produtividade, proporcionado pelo fósforo, também foi observado por Carvalho et al. (2011) que obtiveram o máximo técnico de 2.360 kg ha⁻¹ e o máximo econômico de 2.357 kg ha⁻¹ com os níveis de 62,6 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 58,7 kg de P₂O₅ ha⁻¹.

Em Mato Grosso do Sul, estudos realizados por Araújo et al. (2012) sobre eficiência nutricional de variedades de feijão caupi na absorção de fósforo demonstraram que os genótipos responderam de forma diferenciada com relação a altura da planta, diâmetro do caule e produção da matéria seca total. Entretanto alguns genótipos foram superiores na produção da matéria seca total, absorção, transportes e utilização de fósforo. Esses dados corroboram com os encontrados por Oladiram (2012) que observou também que os genótipos de caupi respondem de forma diferenciada a aplicação de P.

Kugblenu et al. (2014), estudando avaliação dos genótipos de caupi para eficiência do uso de fósforo, observou que houve variação para características das raízes em um estágio inicial de crescimento e diferenças genotípicas para o crescimento caupi sob baixo nível de P e os genótipos utilizados no estudo da eficiência P, foram bons respondedores a aplicação de P.

Existem poucas informações sobre adubação fosfatada para a cultura do feijão-caupi (Fonseca et al., 2010; Silva et al., 2010; Oliveira et al., 2011), necessitando dessa forma de estudos sobre a eficiência do uso de fosforo em genótipos de caupi.

Evidencia-se, portanto, que uso de fosforo em caupi proporciona bons acréscimos na produtividade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, localizada no distrito de Lagoinha, zona rural de Mossoró-RN, pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, no período de abril a julho de 2015, em solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Argissólico franco arenoso (EMBRAPA, 2006). Durante a condução do experimento, a temperatura máxima registrada foi de 34°C e a mínima de 23°C. E a umidade relativa teve média de 71% (**Figura 01**).

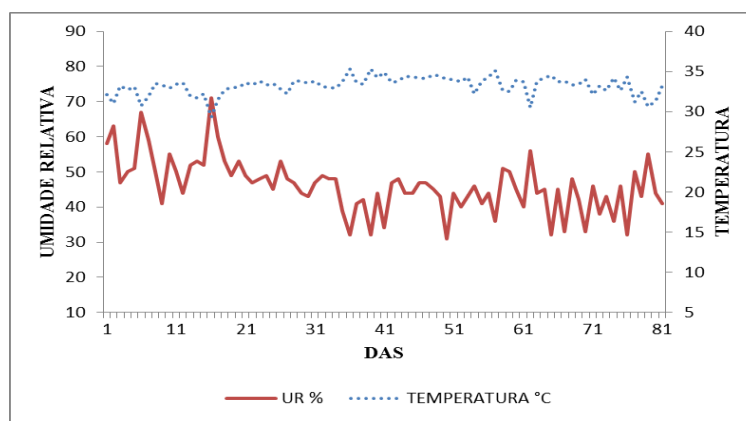


Figura 01. Temperatura e umidade relativa durante a realização do experimento na Fazenda Experimental Rafael Fernandes. Mossoró/RN, Fazenda Experimental da UFERSA, 2015.

Da área experimental, foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0 a 0,20 m e 0 a 0,40m para análises químicas, e os resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados da Análise química do solo nas profundidades de 0-0,20m e 0,20-0,40m.

Prof.	N	pH	CE _{es}	P	K ⁺	Na ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H+Al)	SB	T	CTC	V	m	PST
(m)	g/kg	(água)	dS/m	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	%	%
0-0,20	0,56	5,11	0,03	2,5	68,7	5,8	0,00	0,90	0,80	1,32	1,10	1,90	2,42	45	42	1
0,20-0,40	0,42	4,54	0,02	2,3	42,7	2,7	0,30	0,00	0,80	1,32	0,42	1,22	1,74	24	66	1

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados completos em esquema fatorial 2 x 5 com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de duas doses de fósforo (0 e 60 kg.ha⁻¹ de P₂O₅) e cinco genótipos de feijão-caupi (Paulistinha, BRS xique-xique, Pingo de Ouro, Corujinha, Costela de Vaca). Cada parcela foi

formada por quatro fileiras de planta, medindo 3,0 m de comprimento por 4,0 de largura totalizando uma área de 12m². O feijoeiro foi plantado no espaçamento de 1,0 x 0,3 m, com duas plantas por cova. A área útil da parcela foi formada pelas duas fileiras centrais totalizando uma área de 6,0 m², descartando-se uma planta em cada extremidade.

As duas doses de fósforo foram utilizadas para avaliar a eficiência de uso de P pelos genótipos de feijão, onde a dose “0” correspondeu ao teor natural de P do solo e a de 60 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, a recomendada para feijão-caupi segundo Lopes et al. (2008) em solo com teor baixo em P.

Os genótipos de feijão foram oriundos do banco de sementes da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN) e os mesmos foram selecionados dentre os mais cultivados pelos produtores nas diferentes regiões do estado do Rio Grande do Norte. A exceção foi a “BRS Xique-xique” que é uma cultivar comercial desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Tabuleiros Costeiro Meio Norte (EMBRAPA). As características dos genótipos estão descritas á baixo.

Paulistinha: As plantas possuem porte semi-prostado. A floração inicia-se 40 dias após o plantio; e a maturidade ocorre de 71 a 80 dias após a semeadura, peso de 100 grãos, 19 gramas, cor do tegumento creme e produtividade de 1.290 kg/ha (EMPARN)¹.

BRS Xique-xique: cultivar desenvolvida pela Embrapa, as plantas apresentam porte semi-prostado, ramos relativamente consistentes, resistência ao acamamento e inserção das vagens no nível das folhagens, grãos brancos, bem formados, no padrão de preferência de uma grande faixa de consumidores do Norte e Nordeste, com altos teores de ferro (Fe) e zinco (Zn). Ciclo e hábito de crescimento de 65-75 dias; indeterminado. Suscetível ao Mosaico-severo e Mela; moderadamente resistente ao Mosaico, ao mosaico transmitido pelo pulgão, ao mosaico dourado, ao Oídio e a mancha de café. A maturidade é alcançada entre 65-75 dias após semeadura, e a produtividade média de 1.254,1kg/ha (Embrapa Meio Norte, 2008).

Pingo de ouro: Possui porte semi-prostado, a floração inicia-se 41 dias após o plantio. A maturidade é alcançada entre 71 e 80 dias após a semeadura, peso de 100 grãos 19 g, cor do tegumento bege e produtividade de 1.118 kg/ha (EMPARN)¹.

¹Dados de arquivo pessoal do Pesquisador da Embrapa/Emparn João Maria Pinheiro de Lima, Rua Jaguarari 2192, Lagoa Nova, Natal – RN. emparn@rn.gov.br

Corujinha: Porte semi-prostado, a floração inicia-se 41 dias após sementeira, a maturidade é alcançada entre 71 e 80 dias após a sementeira, o peso médio de 100 grãos 24 g, cor do tegumento mosqueado de cinza e a produtividade média de 890 kg/ha (EMPARN)¹.

Costela de vaca: Porte semi-prostado floração inicia-se 40 dias após sementeira, a maturidade é alcançada entre 71 e 80 dias após a sementeira, peso médio de 100 grãos 24 g, cor do tegumento marrom, e a produtividade média de 1.070 kg/ha (EMPARN)¹.

A baixo segue tabela com resumo das características dos genótipos de feijão caupi.

Tabela 2: Resumo das características dos genótipos de feijão caupi.

Genótipos	Porte	Floração Inicial DAS	Maturidade DAS	Produtividade Kg/ha ⁻¹	Cor do Tegumento
Paulistinha	Semi-Prostado	40	71-80	1.290	Creme
BRS Xiquexique	Semi-Prostado	35	65-75	1.254	Branco
Pingo de Ouro	Semi-Prostado	41	71-80	1.118	Bege
Corujinha	Semi-Prostado	41	71-80	890	Mosqueado cinza
Costela de Vaca	Semi-Prostado	40	71-80	1.070	Marrom

O preparo do solo constou de aração e gradagem, seguido da abertura dos sulcos com aproximadamente 0,20m de profundidade para adubação de plantio, com base na análise do solo e na recomendação de Lopes et al. (2008) para feijão-caupi, sendo aplicado em fundação: 13,5 kg/ha de N; 60 kg/ha de P₂O₅; 20 kg/ha de K₂O; 1,0 kg/ha de B e 1,0 kg/ha de Zn. Em cobertura foi aplicado 18,3 kg/ha de N e 20 kg/ha de K₂O aos 28 dias após em sementeira (DAS). Nos tratamentos com P em cada parcela foram utilizados 200 g de MAP, 50 g de KCL, 9,0 g de ácido bórico e 4,0 g de sulfato de zinco; sendo que nos tratamento sem P em cada parcela foram utilizados 50 g de KCL, 45 de uréia, 9,0 g de ácido bórico e 4,0 g de sulfato de zinco. As fontes de adubos utilizados foram uréia, MAP, cloreto de Potássio, ácido bórico e sulfato de zinco.

A sementeira foi realizada com quatro sementes por cova, no espaçamento 1,0 x 0,3m e sete dias após a emergência realizou-se o desbaste deixando duas plantas por cova.

O sistema de irrigação empregado foi por gotejamento, com emissores espaçados de 0,3m e vazão de 1,4 L h⁻¹. As irrigações foram realizadas em dias intercalados, sendo aplicado durante todo ciclo da cultura uma lâmina de 227,06 mm.

A quantidade de água de irrigação aplicada foi para repor a evapotranspiração da cultura, estimada a partir da evapotranspiração (ET_o) e coeficiente de cultivo da cultura (K_c), utilizando-se a metodologia do K_c dual (Allen et al., 2007). A frequência de irrigação foi definida pelo potencial mátrico crítico da cultura (> - 20 kPa), ou seja, quando o potencial matricial se aproximou de -20 kPa foi a reposta a lâmina de irrigação para o intervalo entre as irrigações, acrescida de 11%, considerando uma eficiência de aplicação de 90%.

As capinas foram realizadas quinzenalmente para controle de plantas daninhas. Durante o ciclo da cultura houve o ataque de pragas como mosca branca, mosca minadora, pulgão e lagarta, sendo controlados com os seguintes produtos e dosagens: Amistar top (5,0 ml/10L de água), Prêmio (3,0 ml/10L de água), Connect (10 ml/10L de água) e Adesil (3,0 ml/10L de água). A colheita foi realizada manualmente, quando as vagens estavam totalmente secas. As características avaliadas foram:

a) Número médio de vagens por planta: foi determinado o número médio de vagens colhidas em cinco plantas da área útil da parcela;

b) Número de grãos por vagem: determinado o número médio de grãos de dez vagens escolhidas ao acaso na área útil da parcela;

c) Massa de 100 grãos (g): determinada a massa de cem grãos secos, com 13% de umidade;

d) Produtividade de grãos (kg.ha⁻¹): após a colheita de vagens secas da área útil da parcela foi realizada a debulha manual e os grãos pesados. Para o cálculo da produtividade, os dados foram transformados para quilo por hectare, a 13% de umidade (Brasil, 2009).

e) Massa seca da planta (kg.ha⁻¹): foram amostradas cinco plantas na área útil da parcela no momento da colheita, fragmentadas em parte vegetativa e fruto (vagem + grãos), lavadas, acondicionados em sacos de papel e colocados para secar em estufa a 65° até atingir massa constante,

f) Acúmulo de fósforo (kg/ha): O acúmulo de P nas diferentes partes da planta de feijão foi estimado, multiplicando-se os teores do nutriente (g/kg), pelos valores da massa seca da parte vegetativa e dos grãos, e o acúmulo total de P pelo somatório dos acúmulos nas respectivas partes.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000) e a comparação das médias foi realizada utilizando o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para classificação dos genótipos, quanto à eficiência no uso e resposta, à aplicação do fósforo foi empregada a metodologia proposta por Fageria e Kluthcouski (1980), onde:

a) A utilização do nutriente foi definida pela média de produtividade de grãos/massa seca da parte vegetativa em baixo nível de P;

b) A resposta à utilização do P foi obtida pela diferença entre a produtividade de grãos nos dois níveis de P, dividida pela diferença entre as doses de P aplicada.

Utilizou-se a representação gráfica no plano cartesiano para classificar os genótipos, onde no eixo das abscissas encontra-se a eficiência na utilização do fósforo e no eixo das ordenadas encontra-se a resposta à sua utilização. O ponto de origem dos eixos é a eficiência média e a resposta média dos genótipos. No primeiro quadrante são representados os genótipos eficientes e responsivos; no segundo, os não-eficientes e responsivos; no terceiro, os não-eficientes e não-responsivos; no quarto, os eficientes e não-responsivos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo da interação genótipos e adubação com fósforo para a massa seca de planta, acúmulo de fósforo, produtividade e todos os componentes da produção avaliados (Tabela 2).

Tabela 3. Resumo da análise de variância das características massa de 100 grãos (MCG), número de grãos por vagem (NGV), número de vagens por planta (NVP), produtividade (PDT), massa seca de planta (MS) e acúmulo de fósforo (AP) em função de genótipos de feijão caupi e doses de fósforo.

Causa de variação	GL	Quadrado Médio					
		MCG	NGV	NVP	PDT	MS	AP
Blocos	3	1,20 ^{ns}	1,82 ^{ns}	1,88 ^{ns}	8521,67 ^{ns}	146551,40 ^{ns}	0,26 ^{ns}
Genótipos (G)	4	79,35**	4,55**	27,87**	556084,47**	1386445,45**	19,03**
Doses P (D)	1	4,54 ^{ns}	49,13**	405,77**	6742199,90**	19272852,63**	742,09**
G x P	4	5,81**	9,44**	16,41**	376132,00**	737552,19**	41,32**
Resíduo	27	1,39	0,68	1,50	23923,17	79631,57	1,45

** significativo a 1% de probabilidade. ^{ns} Não significativo.

A massa de 100 grãos (MCG) foi diferente entre os genótipos estudados para ambos os níveis de P (Tabela 4). “Pingo de Ouro”, “Corujinha” e “Costela de Vaca” foram superiores e estatisticamente iguais, sob baixo nível de P. Enquanto que, sob alto nível de P, Corujinha e Paulistinha se destacaram. A variação observada na massa de 100 grãos entre os genótipos ficou dentro daquela apresentada por Freire et al. (2011) para cultivares locais e melhoradas de feijão-caupi (15 a 25 g por 100 grãos).

Tabela 4. Massa de 100 grãos e número de grãos por vagem de genótipos de feijão-caupi, sob baixo (0,0) e alto nível de fósforo (60 kg ha⁻¹ de P₂O₅).

Genótipos	Massa de 100 grãos (g)		Número de grãos por vagem	
	0,0	60	0,0	60
	(kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)	(kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)	(kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)	(kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)
Paulistinha	22,6 bA	23,9 abA	12,9 abB	14,6 Aa
BRS Xiquexique	17,9 cA	16,3 cA	14,0 aA	14,2 aA
Pingo de ouro	24,3 abA	22,1 bB	11,9 bB	13,8 aA

Corujinha	24,7 abA	25,7 aA	9,3 cB	15,2 aA
Costela de vaca	25,1 aA	22,8 bB	12,2 bB	13,6 aA
CV(%)	5,2		6,2	
Média	22,9	22,3	12,1	14,3

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A adubação fosfatada não favoreceu o aumento da massa de grãos, sendo que, nos genótipos “Pingo de Ouro” e “Costela de Vaca”, a mesma foi reduzida. (Tabela 4). Segundo Ramalho et al. (1993) a MCG é provavelmente, um caráter de herança qualitativa, controlado por poucos genes e pouco influenciado pelo ambiente. Esses resultados concordam com os obtidos por Zucareli et al. (2011), que não verificaram alteração na massa de semente com adubação fosfatada.

Para o número de grãos por vagem, com exceção do ‘Xiquexique’, os demais genótipos responderam ao aumento do nível de P no solo, corroborando com as pesquisas realizadas por Oliveira et al. (2011), Coutinho et al. (2014) e Nkaa et al. (2014). Entre os genótipos foi verificado diferença significativa apenas sob baixo nível de P no solo, onde ‘Paulistinha e BRS Xiquexique’ foram estatisticamente iguais e superiores aos demais (Tabela 4).

Oliveira et al. (2003) relatam que o número médio de grãos por vagem é uma variável de pouca importância direta na seleção para o aumento da produtividade. Entretanto, Andrade et al. (1998) destaca que o número de grãos por vagem é uma característica de alta herdabilidade genética, sendo pouco influenciada pelo ambiente.

O maior número de vagem por planta (NVPL) foi obtido sob alto nível de P no solo (60 kg ha⁻¹ de P₂O₅), com média de 8,13 vagens (Tabela 5). Todos os genótipos responderam positivamente ao aumento de P, com destaque para “BRS Xiquexique” que apresentou o maior incremento (406,67%) no número de vagem por planta. Para a condição de baixo nível de P, não houve diferença significativa entre os genótipos, sendo valor médio de 1,76 vagens por planta.

Coutinho et al. (2014) verificaram um aumento linear no número de vagem por planta de feijão-caupi com a adição de P ao solo. Segundo os autores, o incremento do NVPL acontece, possivelmente, devido o P estimular o desenvolvimento radicular, favorecendo a formação dos primórdios das partes reprodutivas e, conseqüentemente, a formação de frutos.

Segundo Viana et al. (2011) o número de vagens por planta é o componente primário que mais se correlaciona com a produtividade de grãos e é bastante influenciado pelo ambiente.

Tabela 5. Número de vagens por planta e produtividade de genótipos de feijão-caupi, sob baixo nível (0,0) e alto nível de fósforo (60 kg ha⁻¹ de P₂O₅).

Genótipos	Número de vagens por planta		Produtividade (kg ha ⁻¹)	
	0,0 (kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)	60 (kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)	0,0 (kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)	60 (kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)
Paulistinha	1,62 aB	8,82 bA	315,15 aA	1115,14 bcA
BRS Xiquexique	2,55 aB	12,92 aA	362,01 aB	1444,90 abA
Pingo de ouro	1,35 aB	4,07 cA	170,39 aB	907,63 cA
Corujinha	1,72 aB	8,52 bA	239,51 aB	1536,71 aA
Costela de vaca	1,55 aB	6,30 bcA	362,64 aB	1200,39 bcA
CV(%)	24,8		21,1	
Média	1,76	8,13	289,94	1240,95

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na coluna não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Na produtividade de grãos sob baixo nível de fósforo (0,0 kg ha⁻¹ de P₂O₅) os genótipos não apresentaram diferença significativa. Porém, em alto nível (60 kg ha⁻¹ de P₂O₅), “Corujinha” e “BRS Xiquexique” foram estatisticamente iguais e superiores aos demais (Tabela 5).

O aumento observado na produtividade de grãos nos genótipos de feijão-caupi foi ocasionado, principalmente, pelo incremento no número de grãos por vagem e número de vagens por planta, em função da adubação com P, considerando que a massa de grãos não foi alterada.

O “Corujinha” e “BRS Xiquexique” foram superiores em produtividade em alto nível de P quando comparados com dados de produtividade encontrados por Rodrigues et al (2013) no estado do Pará, que encontrou uma produtividade de 1.322,49 kg.ha⁻¹, para uma aplicação de 103,0 kg.ha⁻¹ de P₂O₅.

Nikaa et al. (2014) estudando efeito da fertilização de fósforo no crescimento e produção do caupi, verificou que na dose 40 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ a variedade IT99K-573-2-1 foi a que apresentou melhor produtividade.

A massa seca de planta (MSP) foi diferente entre os genótipos para ambos os níveis de P. No baixo nível, por causa da pequena quantidade de P disponível, as plantas desenvolveram muito pouco, mostrando menor produção de massa do que os cultivados em solo com alto nível P (Tabela 6).

O genótipo “BRS Xiquexique” apresentou menor produção de massa seca de planta em relação aos demais, sob baixo nível de P. No alto nível P houve maior variação na produção de

MSP entre os genótipos, destacando-se “Corujinha” e “Costela de Vaca” como os mais produtivos (Tabela 6). Esses resultados concordam com os obtidos por Oliveira et al. (2011), Araújo et al. (2012) e Namayanja et al. (2014) que a baixo nível de P a massa seca da planta não sofreu alteração.

Tabela 6. Massa seca da planta, acúmulo de P em genótipos de feijão-caupi, sob baixo nível (0,0) e alto nível de fósforo (60 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e eficiência utilização da produção de grãos em genótipos de feijão-caupi (EPD).

Genótipos	Massa seca de planta (kg ha ⁻¹)		Acúmulo de fósforo (kg ha ⁻¹)		EPD Kg kg ⁻¹
	0,0	60	0,0	60	
	(kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)	(kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)	(kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)	(kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)	
Paulistinha	3035,68 aB	3579,63 cdA	10,92 aB	14,76 cA	13,33 ab
BRS Xiquexique	2300,09 bB	3381,43 dA	8,83 aB	21,11 aA	18,05 ab
Pingo de ouro	2627,26 abB	4045,02 bcA	9,28 aB	17,88 bA	12,29 b
Corujinha	2753,68 abB	4565,02 abA	8,84 aB	13,23 cA	21,62 a
Costela de vaca	2906,40 aB	4993,36 aA	4,78 bB	18,74 abA	13,96 ab
CV(%)	8,2		9,4		25,3
Média	2724,62	4112,89	8,53	17,14	15,85

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O acúmulo de P na planta, em todos os genótipos respondeu, significativamente, ao aumento do nível de P no solo. Entre os genótipos a maior variação foi no nível alto P, quando “BRS Xiquexique” e “Costela de Vaca” foram estatisticamente iguais, mais superiores aos demais. Em baixo nível, apenas ‘Costela de Vaca’ foi diferente e inferior aos demais (Tabela 5).

O acúmulo de fósforo nas diversas partes vegetativas em genótipos de feijão-caupi depende da matéria seca, grãos e frutos produzidos por unidade de nutriente e absorvido do solo. Estando diretamente relacionados ao suprimento de P no solo para as raízes.

A eficiência de absorção está relacionada com a capacidade de absorção de maiores quantidades de P com um mínimo investimento em crescimento radicular.

A eficiência de utilização de P foi diferente entre os genótipos, sendo que “Corujinha” apresentou o maior valor (21,62 kg.kg⁻¹), diferindo, significativamente, apenas de “Pingo de

Ouro” (Tabela 5). Esses genótipos apresentaram maior capacidade de converter o P absorvido em quantidade de grãos produzidos, ou seja, foram mais eficientes.

Araújo et al. (2012) estudando a eficiência nutricional em variedades de caupi, na absorção de fósforo, verificou que o uso de P, pelas variedades de feijão-caupi BRS Tumucumaque e BRS Guariba, variaram em média 23,01 mg de matéria seca/g de P absorvidos.

Lana et al. (2010) que trabalhou na variabilidade entre genótipos de feijoeiro na eficiência no uso de fósforo observou que genótipo de feijoeiro Jalo Precoce apresentou um maior conteúdo de P na parte aérea, não diferindo de outros genótipos. No entanto, o genótipo em questão exibiu um sistema radicular muito reduzido na menor dose de fósforo. Dados semelhantes foram encontrados por Kugblenu et al. (2014), que estudando avaliação de genótipos de feijão-caupi para a eficiência de uso de fósforo observou que dos 6 genótipos de feijão-caupi utilizados no estudo da eficiência P, as variedades IT03K-351- 1, IT 00K-901-5, IT93K-452-1 e IT98K-1263 foram bons respondedores a aplicação de P.

Para a classificação dos genótipos quanto à eficiência no uso e resposta à aplicação do fósforo, o “BRS Xiquexique” foi classificado como eficiente e responsivo (GER), indicando que o mesmo produziu acima da média dos genótipos em condições de baixo nível de P, e respondeu de forma significativa ao aumento do nível de P no solo (Figura 02).

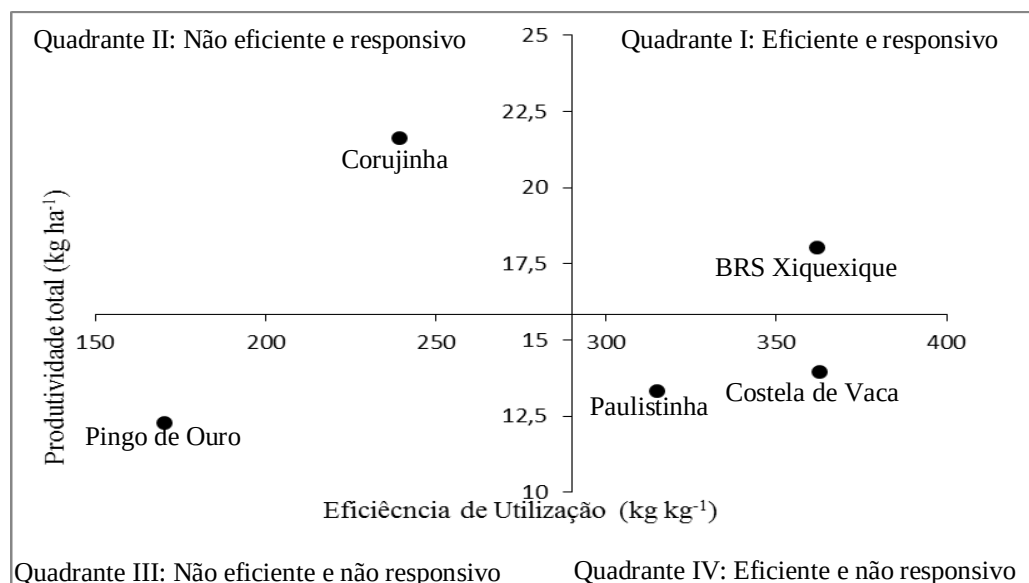
A “BRS Xiquexique” é uma cultivar comercial melhorada, produzindo acima da média e respondendo diretamente ao aumento de P no solo. Entretanto, apesar dos demais genótipos não serem variedades melhoradas e sim adaptadas às condições locais, estas responderam de maneira positiva tanto em baixo nível P quanto ao alto nível de P no solo.

O genótipo “Corujinha”, classificado como não eficiente e responsivo (GNER), produziu abaixo da média, sob baixo nível de fósforo, mas apresentou apreciável incremento na produção a alto nível de fósforo, ou seja, em baixo nível de P, o mesmo não produz bem, entretanto, consegue manter boa produção em níveis altos de P.

O genótipo “pingo de ouro” foi classificado como não eficiente e não responsivo (GNENR), produz abaixo da média em baixo ou alto nível de P, ou seja, independente da aplicação de P no solo ou não, este não consegue obter uma boa produtividade.

Os genótipos “Costela de vaca” e “ Paulistinha”, foram classificados como eficientes e não responsivos (GENR), produzem bem acima da média em baixo nível de fósforo, porém não respondem ao nível alto desse nutriente, ou seja, em alto nível de P, não conseguem uma maior produtividade.

Figura 02: Classificação dos genótipos de caupi quanto à eficiência agrônômica, resposta na produtividade e massa seca parte vegetativa.



“Os genótipos “Costela de vaca” e “Paulistinha”, foram classificados como eficientes e não responsivos (GENR), produzem bem acima da média em baixo nível de fósforo, porém não respondem ao nível alto desse nutriente, ou seja, em alto nível de P, não conseguem uma maior produtividade.

Esses dados corroboram com os de Fageria (1998) e Lana et al. (2006), que após estudos de classificação de genótipos eficientes e responsivos demonstraram que os genótipos de feijão apresentaram comportamento diferenciados com relação à eficiência de utilização de fósforo, e que os genótipos produzem bem a baixo nível de P e respondem bem com a aplicação de P.

4. CONCLUSÃO

Os genótipos responderam de forma significativa ao aumento do nível de fósforo no solo, com incrementos no número de sementes por vagem, número de vagens por planta, produtividade, massa seca e acúmulo de P da planta.

Dentre os genótipos avaliados o BRS Xiquexique foi eficiente e responsivo, podendo ser indicado como o mais apropriado para o cultivo na região.

O Corujinha é a cultivar mais indicada para produção em níveis alto de fósforo entre os genótipos crioulos avaliados.

Os genótipos crioulos costela de Vaca e Paulistinha são as cultivares mais indicadas para produção em baixo nível de fósforo.

5- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

12º Levantamento da Safra Brasileira de Grãos. Relatório Sucinto sobre o Levantamento da Safra de Grãos do RN. CONAB, agosto de 2015. 4p. Anais... Rio de Janeiro: UFRJ, 2011. 1 CD-ROM.

ABREU, F. L. G. Doses de fósforo na produção e qualidade de frutos de melão Amarelo. 45f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010.

ANDRADE, F.N.; ROCHA, M.M.; GOMES,R.L.F.; FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; RAMOS, S.R.R. Avaliação de genótipos de feijão caupi de vagem roxa e grão branco para a produção de feijão verde. In: Congresso nacional de Feijão-Caupi, Teresina, 2006, Anais...Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 1CD-ROM.

ARAUJO, E.O; SANTOS, E.F.; OLIVEIRA, G.Q.; CAMACHO, M.A. ;Drech, D.M. Nutritional efficiency of cowpea varieties in the absorption of phosphorus. *Agronomia colombiana* 30(3), 419-429,2012.

BARBER, S. A. Soil nutrient bioavailability: A mechanistic approach. New York, Wiley-Interscience, 1984. 398p.

BIELESKI, R. L. Phosphate pools, phosphate transport, and phosphate availability. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, v. 24, p. 225-252, 1973.

BLANCO, F. F.; CARDOSO, M. J.; FREIRE FILHO, F. R.;VELOSO, M.E.C.;NOGUEIRA, C. C. P.; DIAS, N. S. Milho verde e feijão- caupi cultivados em consórcio sob diferentes lâminas de irrigação e doses de fósforo. *Revista Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.46, n.5, p.524-530, maio 2011.

BUNEMANN, E.K.; SMERNIK, R.J.; MARSCHNER, P.; MCNEILL, A.M. Microbial synthesis of organic and condensed forms of phosphorus in acid and calcareous soils. *Soil Biology and Biochemistry*, v.40, n.4, p.932-946, 2008.

CARDOSO, M.J.; MELO, F.B.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; RODRIGUES, B.H.N. Adubação fosfatada e densidades de planta em feijão-caupi em solo de tabuleiro costeiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 1; REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 6, 2006, Teresina. Tecnologias para o agronegócio: anais. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 121). CD-ROM.

CARPES, H.C. Variabilidade da fitomassa de frutos de abobrinha italiana e de tomate e o planejamento experimental. 2008. 92 f. Tese (Doutorado em Agronomia)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

CASTAGNINO, A. M.; DIAZ, K. E.; SASTRE, P.;NAVARRO, M. Respuesta de plántulas de *Cucurbita pepo* var. Scallop a la fertilización fosfórica. *Cucurbita pepo* var. Scallop seedlings response to phosphoric fertilization. *Revista colombiana de ciencias hortícolas* - Vol. 1 - No.2 - pp. 214-221, 2007.

CAVALCANTI, F. J. A. C. (Coord.). Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco 2ª aproximação. Recife: IPA, 1998, 198 p.

CENCI, S. A. Boas práticas de pós-colheita de frutas e hortaliças na agricultura familiar. In: NASCIMENTO NETO, FENELON do. (Org.). Recomendações Básicas para a Aplicação das boas práticas agropecuárias e de fabricação na agricultura familiar. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 67-80, 2006.

COELHO, A.M.; ALVES, V.M.C. Adubação fosfatada na cultura do milho. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S. (Eds.) Fósforo na agricultura brasileira. Piracicaba: Potafos, 2004. p.243-283.

COIMBRA, R. R.; FRITSCHÉ-NETO, R.; COIMBRA, D. B.; NAOE, L. K.; CARDOSO, E. A.; RAONI, D.; MIRANDA, G. V. Relação entre tolerância do milho a baixo teor de fósforo no solo e responsividade a adubação fosfatada. Bioscience Journal, v. 30, n. 2, p. 332-339, 2014

CONDON, L.M.; NEWMAN, S. Revisiting the fundamentals of phosphorus fractionation of sediments and soils. Journal of Soils and Sediments, v.11, n.5, p.830-840, 2011.

COSTA, S.E.V.G.A.; SOUZA, E.D. de; ANGHINONI, I.; FLORES, J.P.C.; VIEIRA, F.C.B.; MARTINS, A.P.; FERREIRA, E.V.O.; Patterns in phosphorus and corn root distribution and yield in long-term tillage systems with fertilizer application. Soil and Tillage Research, v.109, n.1, p.41-49, 2010.

COWIE, B.A.; HASTIE, M.; HUNT, S.B.; ASGHAR, M.; LACK, D.W. Surface soil nutrient distribution following zero tillage and traditional tillage management. Proceedings of The Australian Society of Agronomy, 1996. Disponível em: <www.regional.org.au/au/asa/1996/contributed/160cowie.htm>. Acesso em: 20 de abril de 2014.

CRUZ, J. C. et al. Manejo da cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 12 p. (Circular Técnica, 87). Efeito das mudanças climáticas na agricultura: anais. Aracaju: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2007. 4p. CD-ROM.

CUNHA, F.J.; CASARIN, V.; PROCHNOW, L.I. Balanço de nutrientes na agricultura brasileira no período de 1988 a 2010. Informações agronômicas, Piracicaba, n.135, p.1-7, 2011.

E.V. Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84 p. Il.; 27 cm

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa SPI, 1999. 412 p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. 2.ed.Rio de Janeiro. 1997.212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de solos. 3.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2013. 353p.

FAGERIA, N. K. & BALIGAR, V. C. Ameliorating soil acidity for tropical Oxisols by liming for sustainable crop production. *Advances in Agronomy*, 99:345-399, 2008.

FAGERIA, N. K. Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas. Brasília: EMBRAPA-DPU, 1989. 425p.

FAGERIA, N. K. The use of nutrients in crop plants. Boca Raton: CRC Press, 2009. 430p.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. & JON/2ES, C. A. Growth and mineral nutrition of field crops, 3.ed. Boca Raton: CRC Press, 2011.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. & JONES, C. A. Growth and mineral nutrition of field crops, 3.ed. Boca Raton: CRC Press, 2011. 560p.

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. & CARVALHO, J. R. P. Response of upland rice to phosphorus fertilization on an Oxisol of central Brazil. *Agronomy Journal*, 74:51-56, 1982.

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P.; STONE, L. F. Nutrição de fósforo na produção de feijoeiro. In: YAMADA, T. & ABDALLA, S. R. S. eds. Fósforo na agricultura Brasileira. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e Fosfato, 2004. p.435-455.

FAGERIA, N. K.; HEINEMANN, A. B.; JUNIOR, R. A. R. Comparação da Eficiência de Fontes de Fósforo na Produção de Arroz de Terras Altas. In: XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO.8 2013, Florianópolis, SC.

FAGERIA, N. K.; MOREIRA, A.; MORAES, L. A. C.; MORAES, M. F. Root Growth, Nutrient Uptake, and Nutrient-Use Efficiency by Roots of Tropical Legume Cover Crops as Influenced by Phosphorus Fertilization. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 45:555–569, 2014.

FAGERIA, N. K. Otimização da Eficiência Nutricional na Produção das Culturas: Revista Brasileira Eng. Agric. Ambiental, Campina Grande, v2, p.6-16,1998.
FERNANDES, M. S. Nutrição mineral das plantas. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. v. 1. 432 p.

FERREIRA, A. C. et al. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 131-138, 2001.

FERREIRA, V.M.; ANDRADE JÚNIOR, A.S. de; MASCHIO, R.; CARDOSO, M.J.; SILVA, C.R.; MORAIS, E.L.C. Coeficientes de cultivo do milho em sistemas monocultivo e consorciado com feijão-caupi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15. 2007, Aracaju.

FERREIRA, V.M.; BASTOS, E.A.; ANDRADE JÚNIOR, A.S.; CAMPECHE, L.F.M.S.; BLANCO, F.F. Coeficiente de cultivo do feijão-caupi no Vale do Guruguéia-PI. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35. 2006, João Pessoa. Anais. João Pessoa: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2006. CD-ROM.

FIDELIS, R. R.; AFFÉRRI, F. S.; PELUZIO, J. M.; SANTOS, G. R.; LEMUS, E. A. E. Classificação de populações de milho quanto a eficiência e resposta ao uso de fósforo em solos naturais de cerrado. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 24, n. 3, p. 39-45, July/Sept. 2008.

FILHO, W. P. de C.; CAMARGO, F. P. de. Planejamento da produção sustentável de hortaliças folhosas: organização das informações decisórias ao cultivo. Informações Econômicas, SP, v.38, n.3, mar. 2008.

FONSECA, J.R.; SARTORATO, A.; RAVA, C.A.; COSTA, J.E.C.; FREIRE, M.S.; ANTUNES, I.F.; TEIXEIRA, M.G.; SILVA, J.G. Características botânicas, agronômicas e fenológicas de cultivares regionais de feijão coletadas na região do Recôncavo Baiano. Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1986. 27p. (Embrapa-CNPAF). Boletim de Pesquisa.

FONSECA, M.R.; FERNANDES, A.R.; SILVA, G.R.; BRASIL, E. C. Teor e acúmulo de nutrientes por plantas de feijão-caupi em função do fósforo e da saturação por bases. Rev. Ci. Agra.; v.53,n.2, p.195-205, jul/Dez 2010.

FONTOURA, S.M.V.; VIEIRA, R.C.B.; BAYER, C.; ERNANI, P.R.; MORAES, R.P.D. Eficiência técnica de fertilizantes fosfatados em Latossolo sob plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.34, n.6, p.1907-1914, 2010.

FRANDOLOSO, J.F.; LANA, M.C.; FONTANIVA, S.; CZYCZA, R.V. Eficiência de adubos fosfatados associados ao enxofre elementar na cultura do milho. Revista Ceres, v.57, n.5, p.686-694, 2010.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, A. A. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, LIMA, J. A.; RIBEIRO, V. Q. (Eds.). Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005^a. P. 29-92.

FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; ROCHA, M. de M.; SILVA, K.J.D.; NOGUEIRA, FRITSCH NETTO, R. Seleção genômica ampla e novos métodos de melhoramento do milho. 2011. 28 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.

FU, Z.; WU, F.; SONG, K.; LIN, Y.; BAI, Y.; ZHU, Y.; GIESY, J. P. Competitive interaction between soil-derived humic acid and phosphate on goethite. Applied Geochemistry, v.36, p.125-131. 2013.

GARRIDO, M.A.T.; DEL PINO, M.A.I.T.; SILVA, A.M. da; ANDRADE, M.J.B. de. Crescimento, absorção iônica e produção do feijoeiro sob dois níveis de nitrogênio e três lâminas de irrigação. Ciência e Agrotecnologia, v.24, p.187-194, 2000.

GONDIM, R.S.; AGUIAR, J.V. de; COSTA, R.N.T. Estratégias de manejo de água em caupi irrigado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4, p.14-18, 2000. MACHADO, C.T. de T.; FURLANI, A.M.C.; MACHADO, A.T. Índices de eficiência de variedades locais e melhoradas de milho ao fósforo. Bragantia, v.60, p.225-238, 2001.

GRANT, C.A.; FLATEN, D.N.; TOMASIEWICZ, D.J.; SHEPPARD, S.C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. Potafós - associação brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato. Informações agronômicas nº 95 –setembro/2001.

GUARESCHI, R.F.; GAZOLLA, P.R.; SOUCHIE, E.L.; ROCHA, A.C. Adubação fosfatada e potássica na semeadura e a lâncõ antecipada na cultura da soja cultivada em solo de Cerrado. Semina: Ciências Agrárias, v.29, n.4, p.769-774, 2008.

GUIMARÃES, L. J. M. Caracterização de genótipos de milho desenvolvidos sob estresse de nitrogênio e herança da eficiência de uso deste nutriente. 2006. 110 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

GUIMARÃES, L. J. M.; GUIMARÃES, F. F. M.; PARENTONI, S. N.; SOBRAL, L. F.; RESENDE, Á. V.; SANTOS, F. C. Identificação de híbridos de milho eficientes e responsivos ao uso de fósforo em duas regiões contrastantes. In: XXX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. Resumo. Salvador, BA. 2014 .4p.

GUIMARÃES, P. E. O.; MACHADO, J. R. A.; GUIMARÃES, L. J. M. Plotagem em quadrantes para estudos de adaptabilidade e estabilidade em pares de grupos de ambientes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 5. 2009, Vitória. O melhoramento e os novos cenários da agricultura: anais. Vitória: Incaper. 1 CD-ROM. (Incaper. Documentos, 11).

IBGE. Perfil dos municípios brasileiros: pesquisa de informações básicas municipais 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 jan. 2015.
Indicadores IBGE. Estatística de Produção Agrícola. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Outubro 2015. p 94.

KUGLENU, Y. O. ; KUMAGA, F.K.; OFORI, K. ; ADU-GYAMFI, J. J. Evolucion of cowpea genotypes for phosphorus use Efficiency. Journal of Agricultural and Crop. Research. Vol. 2(10), pp. 202-210, october 2014.

LANA, R. M. Q.; JÚNIOR, L. A. Z. ; CORREIA, N. M.; LANA, A. M. Q. Variabilidade entre genótipos de feijoeiro na eficiência no uso do fósforo. Ciência Rural, Santa Maria, v.36, n.3, p.778-784, mai-jun, 2006.

LIMA, J.M.P. de; ESPÍNOLA SOBRINHO, E.; FREIRE.H.; Comportamento de linhagens e cultivares de feijão caupi de porte prostrado do Estado do Rio Grande do Norte. In: Congresso Nacional de Feijão Caupi, Belém, 2009, Anais: Embrapa Oriental, 2009. 1CD-ROM.

LUCENA, L. F. C. et al. Resposta do milho a diferentes dosagens de nitrogênio e fósforo aplicados ao solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 334-337, 2000.

MACHADO, C.F.; FREIRE FILHO, F.R.; ROCHA, M.M.; RIBEIRO, V.Q.; COSTA, D.S.S.; AMORIM, A. Herança do pedúnculo ramificado da cultivar de feijão-caupi cacheado. In: Congresso nacional de Feijão Caupi, Teresina, 2006, Anais.Teresina: Embrapa Meio Norte, 2006. 1 CD-ROM.

MACHADO, C.T. de T.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. de; MACHADO, A.T. Variabilidade entre genótipos de milho para eficiência no uso de fósforo. *Bragantia*, v.58, p.109-124, 1999.

MASCHIO, R.; ANDRADE JÚNIOR, A.S. de; FERREIRA, V.M.; BASTOS, E.A.; SILVA, C.R.; MORAIS, E.L. da C. Coeficientes de cultivo do feijão-caupi em sistemas monocultivo e consorciado com milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15, 2007, Aracaju. Efeito das mudanças climáticas na agricultura: anais. Aracaju: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2007. 4p.

MELO, F. de B.; CARDOSO, M.J. Nutrição e adubação do milho. In: CARDOSO, M.J.; ATHAYDE SOBRINHO, C. (Ed.). O milho no Meio-Norte do Brasil: estratégias básicas do manejo. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2007. p.123-148.

MELO, F. de B.; CARDOSO, M.J.; SALVIANO, A.A.C. Fertilidade do solo e adubação. In: FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J.A. de A.; RIBEIRO, V.Q. (Ed.). Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p.229-242.

MENDES, F. F. Controle genético da eficiência no uso de fósforo em milho tropical. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2012, 134 p. Tese de Doutorado.

MENDES, F. F.; PARENTONI, S. N.; GUIMARAES, L. J. M.; GUIMARAES, P. E. O.; GOMES, P. H. F.; OLIVEIRA, K. G. de; REIS, D. P.; TAVARES, R. B. Seleção Simultânea para eficiência de uso e resposta ao fósforo em híbridos de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 6. 2011, Búzios. Anais... Rio de Janeiro: UFRJ, 2011. 1 CD-ROM.

MENDES, F. F.; PARENTONI, S. N.; GUIMARAES, L. J.M.; GUIMARAES, P. E. O.; GOMES, P. H. F.; OLIVEIRA, K. G. de; REIS, D. P.; TAVARES, R. B. Seleção Simultânea para eficiência de uso e resposta ao fósforo em híbridos de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 6, 2011, Búzios.

MONTEIRO, M. A. R. et al. Níveis de nitrogênio e lâminas de irrigação no rendimento do milho ver- de. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 24, n. 6, p. 741-749, 1989. n.2, p.17-21, jun. 2011.

NAMAYANJA, A.; SEMOKA, J. ; BURUCHARA, R.; NCHIMBI, S.; WASWA, M. Genotypic variation for tolerance to low soil phosphorous in common bean under controlled screen house conditions. *Agricultural Sciences*, 2014, 5, p 270-285.

NKAA, F.A; NWOKEOCHA, O.W. IHUOMA, O. Effect of phophorus fertilizer on growth and yeild of cowpea. *IOSR Journal of phamacy and Biological sciences*. Volume 9, Issue 5 ver. IV (sep-oct.2014). PP 74-82.

NOACK, S.R.; McBEATH, T.M.; McLAUGHLIN, M.J.; SMERNIK, R.J.; ARMSTRONG, R.D. Management of crop residues affects the transfer of phosphorus to plant and soil pools: Results from a dual-labelling experiment. *Soil Biology and Biochemistry*, v.71, p.31-39, 2014.

NOVAIS, R.F. de; SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa: UFV, 1999. 399p.

NUNES, R. S. Eficiência do uso de fósforo em sistemas de manejo solo e adubação fosfatada por um longo período. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2014, 150 p. Tese de Doutorado.

NUNES, R.S.; SOUSA, D.M.G.; GOEDERT, W.J.; VIVALDI, L. Distribuição de fósforo no solo em razão do sistema de cultivo e manejo da adubação fosfatada. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.35, n.3, p.877-888, 2011b.

OBSERVATÓRIO AGRÍCOLA. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos. CONAB. V. 3 - SAFRA 2015/16- N. 3 - Terceiro levantamento. Dezembro de 2015. 152 p.

OJO, D. K. , OGUNBAYO, S. A.; IDEHEN, E. O. ; AKINWALE; A. F.; ODUWAVE; O. A. OLADIRAN, O. Phosphorus response Efficiency in cowpea genotypes. Journal of Agricultural Science. Vol.4, N°1, 2012.

OLIVEIRA, A.P.; ARAÚJO, J.S.; ALVES, E.U.; NORONHA, M.A.S.; CASSIMIRO, C.M.; MENDONÇA, F.G. Rendimento de feijão-caupi cultivado com esterco bovino e adubo mineral. Horticultura Brasileira, v.19, p.81-84, 2001.

OLIVEIRA, G. A.; ARAÚJO, W. F.; CRUZ, P. L. S.; SILVA, W. L. M.; FERREIRA, G. B. Resposta do feijão-caupi as lâminas de irrigação e as doses de fósforo no cerrado de Roraima. Rev. Cienc. Agron. , v. 42, n. 4, p. 872-882, out-dez, 2011.

ONYANGO, J. P. G.; AKWEE. P.; ONYANGO, C.; TESFAMARIAM, T. Genotypic responses of cowpea (*vigna unguiculata*) to sub-optimal phosphorus supply in alfisols of western kenya: a comparative analysis of legumes. J Agri Sci, 2(1): 1-8 (2011).

PARENTONI, S. N.; MENDES, F. F.; GUIMARÃES, L. J. M. Melhoramento para eficiência no uso de P. In: FRITSCHÉ-NETO, R.; BORÉM, A. (Ed.). Melhoramento de plantas para condições de estresses abióticos. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. p. 250-255.

PEREIRA, R. G. Produção de sorgo granífero adubado com nitrogênio e fósforo na Chapada do Apodi-RN. 2011. 81 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia: Área de Concentração em Agricultura Tropical) - Universidade Federal Rural do Semi- Árido, Mossoró, 2011.

PINHO, L de. et al. Qualidade de milho verde cultivado em sistemas de produção orgânico e convencional. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Seta Lagoas, v. 7, n. 3, p. 279-290, 2008.

RAIJ, B. V. et al. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico; Fundação IAC, 1997. 285 p. (Boletim técnico, 100).

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; SANTOS, J. B. Desempenho de progênies precoces de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em diferentes locais e épocas de plantio. Revista Ceres, Viçosa, v. 40, n. 229, p. 272-280, 1993.

RESENDE, A.V. Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da região do cerrado. 2004. 169f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVA- REZ V., V. H. (Ed.). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p.

SANTOS, J.F. dos; GRANGEIRO, J.I. T; OLIVEIRA, M.E.C. de. Produção de feijão-macassar no Brejo Paraibano. Tecnologia & Ciência Agropecuária. João Pessoa, PB, v.5, Tecnol. & Ciên. Agropec, João Pessoa, v.7, n.4, p.31-36, dez. 2013.

SANTOS, J.F. dos; GRANGEIRO, J.I.; CARDOSO, M.J.; BASTOS, E.A. Desempenho produtivo de cultivares de feijão-caupi no agreste paraibano. In: III CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI. Resumo. Recife, PE. 22-24 abril de 2013, 4p.

SANTOS, J.Z.L.; FURTINI NETO, A.E.; RESENDE, A.V.; CURI, N.; CARNEIRO, L.F.; COSTA, S.E.V.G.A. Frações de fósforo em solo adubado com fosfatos em diferentes modos de aplicação e cultivado com milho. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.32, n.2, p.705-714, 2008.

SANTOS, João Felinto dos. Produtividade de cultivares de feijão-caupi no Agreste Paraibano. SENA, J. O. A.; STEFANUTTI, R. ; DONHA, R. M. A.; CARDOSO, E. J. B. N. Cinética de absorção com doses de fósforo e fungos micorrízicos arbusculares em *Nicotiana tabacum*. Científica, Jaboticabal, v.42, n3, p. 294-298, 2014.

SILVA, J.A. Aplicação inicial de P_2O_5 no solo, avaliação em três cultivos sucessivos no feijão-caupi. 2007. 55p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SILVA, P. S. L. et al. Efeitos de níveis de nitrogênio e da aplicação de deltametrina sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. Revista Ceres, v. 47, n. 269, p. 75-87, 2000.

SILVA, P.S.L. Consorciação milho e feijão caupi para produção de espigas verdes e grãos verdes. Horticultura Brasileira, v.19, p.4-10, 2001.

SOUZA, A.A. de; SILVA, K.J.D.; ROCHA, M. de M.; SOUZA, V.B. de; OLIVEIRA, M. B. de; CARVALHO, A. J. de. Componentes de produção de linhagens selecionadas de feijão-caupi de porte prostrado e semi-prostrado no norte de Minas Gerais. Resumo. Recife, PE. 22-24 abril de 2013. 5p.

SOUZA, M. S. de. Nitrogênio e fósforo aplicados via fertirrigação em melancia híbridos Olímpia e Leopard. 2012. 282f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA).

TIECHER, T.; RHEINHEIMER, D.S.; CALEGARI, A. Soil organic phosphorus forms under different soil management systems and winter crops, in a long term experiment. Soil and Tillage Research, v.124, p.57-67, 2012a.

TORQUATO; J.P; AQUINO, B.F.; SOUSA, G.G.; GUIMARÃES, F.V.A.; ANJOS, D. C. Teores de Ca, k, Mg e P. na cultura do feijão-caupi sob diferentes doses de fósforo. Agropecuária Técnica-v.32, n.1.p 79-87, 2011.

TORRES FILHO, J. et al. Avaliação de genótipos de feijão caupi ereto e semi-ereto em diferentes épocas no município de Mossoró RN. In: III CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO CAUPI. Resumo. Recife, PE. 22-24 abril de 2013. 5p.

VELOSO, M. E. C. et al. Doses de nitrogênio na cultura do milho, em solos de várzea, sob sistemas de drenagem subterrânea. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v. 5, n. 3, p. 382-394, 2006.

VILAR, C. C.; VILAR, F. C. M. Comportamento do fósforo em solo e planta. Campo Digital. v. 8, n. 2, p. 37 - 44, dez, 2013.

YAMADA, T; ABDALLA, S. R. S. Simpósio destaca a essencialidade do fosforo na agricultura brasileira. Informações agronômicas, n. 102, p. 1-9, 2003.

ANEXOS



Figura 03: Sintomas deficiência P 21 DAS.



Figura 04: Feijão-caupi aos 21 DAS.



Figura 05: Feijão-caupi aos 28 DAS.



Figura 06: Feijão-caupi aos 35 DAS.



Figura 07: Feijão-caupi adubado com e sem P respectivamente aos 49 DAS.