

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO**

**LIDIANE DOS SANTOS GOMES**

**CULTIVARES DE FEIJOEIRO: EFEITO DO SOLO, ADUBAÇÃO  
FOLIAR E COMPETIÇÃO COM TRAPOERABA**

ALEGRE  
2015

**LIDIANE DOS SANTOS GOMES**

**CULTIVARES DE FEIJOEIRO: EFEITO DO SOLO, ADUBAÇÃO  
FOLIAR E COMPETIÇÃO COM TRAPOERABA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento, na área de concentração Melhoramento de Plantas.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Pin Dalvi.

ALEGRE

2015

**LIDIANE DOS SANTOS GOMES**

**CULTIVARES DE FEIJOEIRO: EFEITO DO SOLO, ADUBAÇÃO  
FOLIAR E COMPETIÇÃO COM TRAPOERABA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento na área de concentração Melhoramento de Plantas.

Aprovada em 27 de fevereiro de 2015.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Leandro Pin Dalvi  
CCA- UFES - Orientador

---

Prof. Dr. Adésio Ferreira  
CCA-UFES – Co-orientador

---

Prof. Dr. Paulo Cezar Cavatte  
CCA-UFES- Membro

---

Prof. Dr. Fábio Luis de Oliveira  
CCA- UFES- Membro externo

*A Deus pela vida.*

Aos meus pais Geci e Creusa, meus irmãos Leandro, Letícia e ao meu noivo Hermes pelo apoio irrestrito e incentivo em todos os momentos de minha vida.

*“Ninguém ignora tudo, ninguém sabe tudo.  
Por isso, aprenderemos sempre.”*

Paulo Freire

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado o dom da vida, e forças para superar todos os momentos vividos nesses dois anos.

Aos meus pais, por me terem dado educação, valores e por me terem ensinado a andar. A vocês que, muitas vezes, renunciaram aos seus sonhos para que eu pudesse realizar o meu, partilho a alegria deste momento.

Aos meus irmãos Leandro e Letícia, por tudo que significam para minha vida.

Ao meu noivo Hermes por ter vivenciado comigo passo a passo todos os detalhes deste trabalho, ter me ajudado, durante toda a execução, por ter me dado todo o apoio que necessitava nos momentos difíceis, todo carinho, respeito, por ter me aturado nos momentos de estresse, e por tornar minha vida cada dia mais feliz.

A Universidade Federal do Espírito Santo, pela oportunidade de realizar o curso.

Ao programa de Pós Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas.

A FAPES – Fundação de Amparo á Pesquisa do Espírito Santo.

Ao professor Orientador Dr. Leandro Pin Dalvi, pela orientação e conhecimentos transmitidos, pelo incentivo, essenciais para realização deste trabalho.

Ao professor Dr. Adésio Ferreira, pela coorientação, pelas sugestões e ajuda durante as análises e realização do trabalho.

A todos os professores do curso, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento desta dissertação.

As minhas amigas Carolina, Elaine e Natiélia, pelas alegrias, tristezas e dores compartilhadas. Com vocês, as pausas entre um parágrafo e outro de produção melhora tudo o que tenho produzido na vida.

Ao Professor Paulo Cezar Cavatte, pelos reagentes e equipamentos emprestados para as análises e pela participação como membro da banca examinadora da defesa.

Ao Professor Fábio Luiz de Oliveira pela participação como membro da banca examinadora da defesa.

Ao funcionário Sílvio do Laboratório de Fisiologia e Nutrição pela ajuda nas análises.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram de alguma forma para realização deste trabalho.

## RESUMO GERAL

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos principais alimentos consumidos no Brasil, rico em vitaminas, carboidratos e minerais. É crescente o número de pesquisas que integram desde o melhoramento de plantas e o manejo da adubação para incrementar nutrientes nas partes comestíveis, desenvolvendo plantas com maiores teores de vitaminas e micronutrientes. A introdução de alimentos biofortificados como o feijão, complementa a nutrição humana que sofre com desnutrição. Sendo assim, é importante conhecer como as condições de cultivo influenciam na qualidade do grão e na importância para obtenção de um alimento com maior valor nutricional. Além de conhecer até que ponto a influência de planta daninha afeta a produção e a absorção de nutrientes pelo feijoeiro. O objetivo deste trabalho foi analisar as características agronômicas e nutricionais influenciadas pela interferência de planta daninha, efeito da adubação e do solo, nas cultivares de feijão. Foi avaliado o teor de clorofila, número de folhas, diâmetro do caule, número de vagem por planta, índice de colheita por planta, massa seca da trapoeraba, relação grão e lócus, peso médio de sementes e análise de ferro e zinco nas folhas e nos grãos. Os resultados obtidos no estudo apontaram que a competição com trapoeraba afetou algumas características agronômicas, devido à competição por nutriente. O solo para cultivo também interferiu na produção, o solo eutrófico proporcionou melhores resultados das cultivares. A adubação não interferiu nos teores de ferro e zinco nos grãos do feijoeiro. As cultivares BRS Agreste, BRS Ametista e BRS Estilo apresentaram melhores resultados na maioria das características analisadas. Por fim, conclui-se que a produção do feijoeiro, necessita de um solo com uma boa nutrição, um bom teor de matéria orgânica, manejo da adubação e de plantas daninhas para aumentar a produção.

Palavras-chave: Biofortificação; *Phaseolus vulgaris* L.; Planta daninha.

## ABSTRACT

The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is one of the food consumed in Brazil, rich in vitamins, carbohydrates and minerals. A growing body of research that integrate from plant breeding and the management of fertilizer to increase nutrients in the edible parts, developing plants with higher levels of vitamins and micronutrients. The introduction of biofortified foods such as beans, complements human nutrition that suffers from malnutrition. Therefore, it is important to know how growing conditions influence the grain quality and the importance to obtain a food with higher nutritional value. Besides knowing how far the influence of weed affects the production and absorption of nutrients from the bean. The objective of this study was to analyze the agronomic and nutritional characteristics influenced by the interference of weed, effect of fertilization and soil in bean cultivars. Chlorophyll content, leaf number was assessed, stem diameter, number of pods per plant, harvest index per plant, dry matter of spiderwort, relationship grain and locus, average seed weight and iron and zinc in the leaves and analysis grains. The results of the study showed that competition with spiderwort affected some agronomic characteristics, due to competition for nutrients. The soil for cultivation also interfere with the production, eutrophic ground provided better results of cultivars. Fertilization did not affect the levels of iron and zinc in bean grains. The BRS Agreste, BRS Amethyst and BRS Style showed better results in most of the analyzed characteristics. Finally, it is concluded that the production of beans, needs a soil with good nutrition, a good organic matter content, management of fertilization and weed to increase production.

Keywords: Biofortification; *Phaseolus vulgaris* L .; Weed.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	14
REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
1. CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS.....	16
2. BIOFORTIFICAÇÃO .....	17
3. CULTIVARES .....	18
4. PLANTAS DANINHAS .....	20
REFERÊNCIAS .....	23
CAPÍTULO 1: AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE FEIJOEIRO SOB INFLUÊNCIA DA TRAPOERABA E DO SOLO .....	26
INTRODUÇÃO.....	28
1 MATERIAL E MÉTODOS.....	30
1.1 MASSA SECA DE TRAPOERABA.....	32
1.2 DIÂMETRO DO CAULE .....	32
1.3 NÚMERO DE FOLHAS.....	32
1.4 TEOR DE CLOROFILA.....	32
1.5 NÚMERO DE VAGENS POR PLANTA.....	32
1.6 PESO MÉDIO DE SEMENTES.....	33
1.7 ÍNDICE DE COLHEITA .....	33
1.8 NÚMERO DE LOCUS POR VAGEM E SEMENTES.....	33
1.9 TEOR DE NUTRIENTES .....	33
1.10 ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	34
2 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
2.1 MASSA SECA DE TRAPOERABA.....	35
2.2 DIÂMETRO DO CAULE .....	35
2.3 NÚMERO DE FOLHAS POR PLANTA .....	36
2.4 TEOR DE CLOROFILA.....	37

2.5 NÚMERO DE VAGENS, PESO MÉDIO DE GRÃOS E NÚMERO DE LOCUS E SEMENTES POR VAGEM.....	38
2.6 ÍNDICE DE COLHEITA.....	39
2.7 TEOR DE FERRO E ZINCO NAS FOLHAS DO FEIJOEIRO.....	40
2.8 TEOR DE FERRO E ZINCO NOS GRÃOS DO FEIJOEIRO.....	41
3 CONCLUSÕES.....	44
4 REFERÊNCIAS.....	45
CAPÍTULO 2: AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE FEIJOEIRO SOB INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO E DO SOLO.....	47
1.1 DIÂMETRO DO CAULE.....	51
1.2 NÚMERO DE FOLHAS.....	52
1.3 NÚMERO DE VAGENS POR PLANTA.....	52
1.4 PESO MÉDIO DE SEMENTES.....	52
1.5 ÍNDICE DE COLHEITA.....	52
1.6 NÚMERO DE LOCUS POR VAGEM E SEMENTES.....	52
1.7 TEOR DE NUTRIENTES.....	53
1.8 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	53
2 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
2.1 DIÂMETRO DO CAULE.....	54
2.2 NÚMERO DE FOLHAS POR PLANTA.....	54
2.7 TEOR DE FERRO E ZINCO NOS GRÃOS DO FEIJOEIRO.....	58
3 CONCLUSÕES.....	61
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
5 REFERÊNCIAS.....	63
APÊNDICES.....	65

## INTRODUÇÃO GERAL

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma planta cultivada há milhares de anos pelo homem. Atualmente, tem sido cultivado em, praticamente, todo o território nacional, nas mais variadas condições edafoclimáticas e em diferentes épocas e sistemas de cultivo (SILVEIRA et al., 2003).

Em termos nutricionais, os grãos do feijoeiro são predominantemente constituídos de carboidratos e proteína, representando também uma boa fonte de fibras, vitaminas e minerais. Os minerais desempenham importantes papéis no funcionamento do organismo humano: transporte de oxigênio, metabolismo energético, balanço hídrico e atividade enzimática e estrutural. Entre os micronutrientes mais importantes presentes, destacam-se o ferro e o zinco (BORÉM; CARNEIRO, 2006).

O feijão é um dos alimentos mais consumidos pelos brasileiros (Souza, et al., 2013). Diante da importância relacionada ao grande consumo desse alimento e também da deficiência em micronutrientes que atinge mais de 3 bilhões de pessoas em todo o mundo, torna-se importante desenvolver tecnologias para aumentar o conteúdo de micronutrientes nos grãos de feijão.

O aumento dos teores de nutrientes nos alimentos pode ser realizado por meio de melhoramento genético utilizando a técnica de biofortificação (Cardoso et al., 2009), que consiste no cruzamento de dois indivíduos da mesma espécie para obtenção de uma característica desejável.

Em um programa de melhoramento características relacionadas com a qualidade nutricional dos grãos também são relevantes. Iniciativas que melhorem a qualidade nutricional dos alimentos, como o feijão, por exemplo, devem ser apoiadas, uma vez que a maioria da população carente não tem acesso aos produtos industrializados fortificados com minerais e vitaminas disponíveis no mercado.

O melhoramento de plantas tem um papel importante no desenvolvimento de pesquisas com finalidade de aumentar o teor dos micronutrientes e vitaminas nas plantas (HARVESTPLUS, 2004).

Além da biofortificação genética, também é possível o uso de práticas simples de manejo como rotação de culturas, uso de uma adubação foliar ou via solo para que haja incremento de nutrientes nas plantas, essa técnica é denominada de biofortificação agronômica (NUTTI et al., 2012).

Com a biofortificação agronômica e a variabilidade genética existente em genótipos de feijoeiro, há aumento da eficiência na absorção de nutrientes pela planta, proporcionando ganhos em produtividade (ANGHINONI, 2007).

O feijoeiro pode sofrer alterações na produtividade de grãos, devido ao fato de ser uma planta bastante sensível á variações ambientais (Rosse; Vencovsky, 2000). É uma cultura que pode ser cultivada em três épocas: safra das águas, safra da seca e safra de outono/inverno. Dentre os alimentos básicos, o feijão é a cultura que apresenta o ciclo mais curto (DALLA CORTE et al., 2002).

Por ser cultivada em diferentes épocas, sistemas de cultivo e climas, a cultura do feijoeiro pode sofrer interferência de diversas espécies de plantas daninhas, se tornando mais sensível à competição, nos estádios iniciais de desenvolvimento vegetativo.

As plantas daninhas, quando não controladas adequadamente, além de competirem por fatores essenciais (água, luz e nutrientes), dificultam a operação de colheita e depreciam a qualidade do produto. A competição com plantas daninhas é um dos fatores mais limitantes á produção do feijoeiro.

Como o maior produtor e consumidor mundial de feijão, o Brasil tem sua maior parte cultivada no sistema de agricultura familiar. A produção no estado do Espírito Santo se encontra abaixo da média nacional, sendo que a maior parte do feijão consumido no estado é proveniente de outros estados.

Assim sendo, para evitar grandes perdas de rendimento com interferência de plantas daninhas, e diante da necessidade de enriquecimento de alimentos de maior consumo como o feijoeiro, para garantir uma maior oferta de minerais à alimentação, este trabalho objetivou-se estudar o efeito do solo, da convivência das cultivares com a trapoeira e a adubação foliar em feijoeiros.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### 1. CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS

Um dos principais fatores de produção que influencia no desenvolvimento e crescimento da cultura do feijoeiro é o solo, que tem a função de suporte para as plantas, fornece as condições para o desenvolvimento das plantas, como a água, nutrientes e calor (Oliveira et al., 2004). O feijoeiro tem preferência por solos de textura média – franca, areno-argilosa ou franco-arenosa, solos com grande fração de argila são recomendados para o cultivo devido à drenagem.

A faixa de pH 6,0 é a ideal para cultivo do feijoeiro, pois oferece as melhores condições para desenvolvimento da cultura, além dos nutrientes se encontrarem em boa disponibilidade(VIEIRA,2006).

Para que o feijoeiro responda a adubação é necessário que o nutriente seja colocado à disposição da planta, em função do pequeno e pouco profundo sistema radicular e do ciclo curto (VIEIRA, 2006).

Em épocas de cultivo, devido à tecnologia utilizada, as variações climáticas e também do esgotamento de fertilidade do solo, a cultura apresenta baixa produtividade. Para obter produtividades elevadas é necessário adotar tecnologias como a escolha de novas cultivares melhoradas, preparar adequadamente o solo, a controlar pragas, doenças, plantas daninhas, além de fazer uso da adubação equilibrada e correta (ZUCARELI, 2005).

Apesar das exigências da cultura os produtores do Espírito Santo em sua maioria não fazem uso de fertilizantes no cultivo. A produção do feijoeiro conta apenas com o que está disponível no solo, sem a realização de adubação. A produção do feijoeiro é disseminada em quase todas as regiões do estado, é realizada basicamente, por pequenos agricultores que praticam a agricultura familiar (FONSECA et al., 2005).

## 2. BIOFORTIFICAÇÃO

Procurando solucionar o problema da deficiência em micronutrientes, alguns países com apoio de órgãos públicos e privados vêm adotando programas de biofortificação dos alimentos, que consistem no desenvolvimento de cultivares que apresentem maiores teores de minerais e vitaminas (NUTTI et al., 2009).

Nessa abordagem, além de características agronômicas favoráveis, procura-se desenvolver alimentos básicos, que serão consumidos no dia a dia, com altos teores em micronutrientes. É uma maneira eficiente de melhorar a qualidade dos alimentos usando o melhoramento convencional de plantas ou as técnicas de engenharia genética (KING, 2002).

A biofortificação é uma tecnologia aplicada para melhorar o combate à deficiência de micronutrientes, utilizando os alimentos como mecanismo de promover a saúde. No Brasil, a biofortificação tem sido implementada por meio de alguns programas, destacando-se o HarvestPlus e o BioFORT, sob a coordenação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

Os alimentos básicos são o foco do programa, alimentos que são à base da alimentação em cada região ou país, como é o caso do arroz, feijão comum, mandioca, milho, batata e feijão-caupi. No caso do feijão, o programa tem concentrado esforços, com ênfase nos teores de ferro e zinco nos grãos, aliado à produtividade e adaptabilidade às regiões de cultivo (NUTTI et al., 2009).

A biofortificação apresenta algumas vantagens como: a) ser sustentável por promover alimentos básicos melhorados nutricionalmente para as populações carentes, diminuindo o estado de desnutrição dessas populações; b) ter produtos que poderão ser significativamente efetivos no combate a deficiência de micronutrientes em áreas rurais; e c) apresentar baixos custos comparados aos tradicionais programas de suplementação e fortificação de alimentos realizados no mundo, visto que, o custo da produção agrícola com cultivares tradicionais é o mesmo com o uso de cultivares biofortificados (CARVALHO, 2009).

## 2.1 BIOFORTIFICAÇÃO AGRONÔMICA

A Biofortificação Agronômica é o processo realizado por meio da adubação no solo ou via foliar, com intuito de incrementar teores de micronutrientes nas partes comestíveis dos produtos agrícolas (WELCH, 2008).

Segundo Fang et al. (2008), em estudo realizado na China com a cultura do arroz, foi possível aumentar o conteúdo de Fe e Zn via adubação foliar. A rotação de culturas e o uso de biofertilizantes são práticas que também podem aumentar o teor de nutrientes nas plantas. Em cultivos consorciados de leguminosas com gramíneas foi comprovado maiores teores de ferro e zinco nas culturas no sistema de monocultivo (ZUO; ZHANG, 2009).

## 2.2 BIOFORTIFICAÇÃO GENÉTICA

A biofortificação genética faz uso do melhoramento de plantas para aumentar os teores de nutrientes. O uso do melhoramento para biofortificação é uma alternativa de menor custo para alcançar o resultado, quando comparado aos tradicionais programas de suplementação e fortificação de alimentos (NESTEL et al., 2006).

O Brasil iniciou suas pesquisas com biofortificação visando desenvolver variedades de arroz, feijão, mandioca, milho, trigo e batata-doce com maiores concentrações de Fe, Zn e betacaroteno no ano de 2004, por meio da participação do programa HarvestPlus em todo mundo, em países que sofrem com a desnutrição humana. No Brasil o programa é coordenado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

## 3. CULTIVARES

A cultivar BRS Pontal composta por planta com arquitetura de porte prostrado, com hábito de crescimento indeterminado do tipo III, ou seja, grande desuniformidade de maturação das vagens, grande quantidade de vagens na parte inferior da planta e ramificação bem desenvolvida e aberta. É uma cultivar com tipo de grão comercial carioca, ciclo normal de 87 a 95 dias. Pode ser cultivado nas três épocas de plantio (águas, seca, inverno).

A cultivar originou-se do cruzamento BZ3836 // FEB 166 / AN 910523 realizado pela Embrapa Arroz e Feijão. Nas gerações F2 e F3 foi utilizado o método massal (bulk). Na geração F4, após inoculação com o patótipo 89 (raça alfa-Brasil) de *Colletotrichum lindemuthianum*, foi realizada seleção massal modificada, eliminando-se as plantas suscetíveis e, nas resistentes remanescentes, procedeu-se a colheita de uma vagem por planta objetivando a reconstituição da população. Na geração F<sub>5</sub> foi utilizada a mesma metodologia de seleção, sendo realizada a colheita por planta individual, dando origem às famílias F<sub>6</sub>, de onde foi selecionado, por produtividade e resistência a doenças, a linhagem LM 95102774. Em 36 ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU), a linhagem LM 95102774 mostrou superioridade média de 15,34% em rendimento, quando comparada com a média das testemunhas. Essa cultivar foi utilizado no programa de biofortificação por apresentar em seus grãos elevado teor de ferro (80,24 mg) e zinco (49,57) (EMBRAPA, 2003).

A cultivar BRS Agreste apresenta arquitetura de planta ereta, com hábito de crescimento indeterminado do tipo II, ou seja, arbustivo, caule pouco ramificado, boa produtividade e grande quantidade de vagens localizadas na parte superior da planta. Adaptada à colheita mecanizada direta, com alto potencial. Originou-se do cruzamento CB 912052 / AN 9022180, realizado na Embrapa Arroz e Feijão em 1993. Da geração F2 até F5 foi realizada a seleção massal, com inoculação de patótipos de *Colletotrichum lindemuthianum*. Na geração F5 as plantas resistentes remanescentes foram colhidas individualmente, dando origem as famílias na geração F6 (linhagens), que foram inoculadas com raças de antracnose. As linhagens resistentes foram avaliadas em condições de campo, e selecionada para os ensaios preliminares de avaliação (EPL) e para o Ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU). Escolhida para integrar o programa da biofort, essa cultivar apresenta alto teor de ferro (78,84 mg) e zinco (45,55 mg). Indicada para as safras das águas e outono/inverno no Estado de Goiás e Distrito Federal e para as águas em Sergipe (EMBRAPA, 2008).

A cultivar de feijão BRS Ametista se destaca por apresentar plantas e tipo comercial de grãos semelhantes aos da cultivar Pérola, os grãos são bastante graúdos, como tamanho superior da maioria das cultivares encontrada no mercado. As

características da planta são: hábito de crescimento indeterminado do tipo III; porte semi-ereto; com ciclo completo entre a emergência a maturidade fisiológica de cerca de 94 dias e média de 46 dias para o pleno florescimento, considerado um ciclo normal (Embrapa, 2012). A BRS Ametista originou-se da hibridação entre as linhagens PR9115957 / LR720982CP realizada na Embrapa Arroz e Feijão, no ano de 1993. Da geração F2 até F5 foi realizada a seleção massal. No ano de 2001, esta linhagem foi avaliada no Ensaio Preliminar Carioca (EPL), em seguida avaliada no Ensaio Intermediário (EI) e promovida para o Ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU).

A cultivar BRS Estilo apresenta uma arquitetura de planta ereta, adaptada à colheita mecânica direta, alto potencial produtivo e estabilidade de produção. Possui ainda grãos mais claros do que os da cultivar Pérola, mas com tamanho semelhante e com excelentes qualidades comerciais. Recomendado para as regiões Sul (Santa Catarina), Centro-Oeste (Goiás/Distrito Federal), além do Estado de São Paulo na região Sudeste e Tocantins na região Norte (EMBRAPA, 2009). Originou-se do cruzamento EMP 250 /4/ A 769 /// A 429 / XAN 252 // V 8025 / PINTO VI 114, realizado em 1991 no CIAT, na Colômbia. A Embrapa Arroz e Feijão receberam do CIAT, em 1994, a população na geração F4. Na geração F5, foi feita a seleção de plantas individuais baseada em resistência à mancha-angular. Na geração F8:9, selecionou-se por produtividade e porte ereto de planta a linhagem LM 98202709. No ano de 1999, essa linhagem foi avaliada no Ensaio Preliminar Carioca, conduzido em quatro locais (Pelotas, RS, Passo Fundo, RS, Santo Antônio de Goiás, GO e Ponta Grossa, PR). Em 2001, essa linhagem foi avaliada, no Ensaio Intermediário conduzido em sete ambientes (Santo Antônio de Goiás, GO, Ponta Grossa, PR, Lavras e Sete Lagoas, MG, Planaltina, DF, Simão Dias, SE e Seropédica, RJ), sendo promovida para o Ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU), foram realizadas avaliações em novos ensaios de VCU. Considerando todos os anos de avaliação, essa linhagem foi testada em 134 ambientes.

#### 4. PLANTAS DANINHAS

O conjunto de fatores ambientais negativos ou positivos que recebe uma determinada cultura agrícola em decorrência da presença das plantas daninhas é

denominado de interferência (Barroso; Yamauti; Alves;2010). Segundo Silva et al. (2008), a interferência pode ocorrer de forma direta (competição pelos recursos necessários ao desenvolvimento, alelopatia e parasitismo; e interferência na colheita e tratos culturais) e indireta atuando como hospedeiras alternativas de pragas, moléstias, nematóides e plantas parasitas.

Pelo fato de ser cultivado em todas as épocas do ano e sob diferentes condições edafoclimáticas, o feijoeiro pode sofrer interferência de diversas espécies de plantas daninhas. Além disso, é uma planta de ciclo vegetativo curto tornando-se sensível a competição, sobretudo nos estádios iniciais de desenvolvimento vegetativo (Barroso; Yamauti; Alves; 2010). A redução da produtividade do feijoeiro pode chegar a 71%, dependendo das características das plantas infestantes, da cultura, do ambiente e da época e duração do período de convivência entre plantas (SCHOLTEN et al.,2011).

Dentre as plantas daninhas mais importantes para cultura do feijoeiro destacam-se as vulgarmente conhecidas por trapoeraba. Essas plantas são pertencentes a família Commelinaceae que apresenta entre 40 a 50 gêneros, com cerca de 700 espécies. (KISSMANN, 1997).

A trapoeraba tem grande importância na agricultura, pois em áreas cultivadas com umidade e temperatura suficiente, há permanência e predominância, sendo que pedaço de ramos da trapoeraba deixados no solo pode resistir ao longo período de estresse hídrico, suportando diversas situações, até o aparecimento de condições favoráveis para brotar novamente (BARROSO et al., 2010).

Além de ser uma planta que suporta adversidades, a trapoeraba é, também, de difícil manejo químico, uma vez que tem apresentado tolerância aos herbicidas. Devido a essa tolerância, o controle deve iniciar no período de interferência, com alguns tratos culturais, como capina e a redução do espaçamento entre plantas (SANTOS et al., 2001).

Segundo Cury et al. (2012), dentre as espécies de plantas daninhas que causam maiores danos em culturas, a trapoeraba ocupa lugar de destaque, pois além de seu hábito perene, fácil propagação e alta capacidade de sobreviver em condições adversas, têm preferência por lugares úmidos e solos férteis. Possui capacidade

para sobreviver por longos períodos de seca, já que a planta contém elevado conteúdo de água (Guimarães et al., 2007).

Além da característica de acumular grandes quantidades de macronutrientes e prolongar seu ciclo sob condições ótimas de fertilidade do solo e umidade (Rodrigues, 1992), é considerada tolerante a uma gama de herbicida. Essa tolerância é diferente entre as espécies de trapoeraba, sendo, *Commelina diffusa* mais tolerante que *C. benghalensis* (SANTOS et al., 2001).

## REFERÊNCIAS

BARROSO, A. A. M.; YAMAUTI, M. S.; ALVES, P. L. C. A. Interferência entre espécies de planta daninha e duas cultivares de feijoeiro em duas épocas de semeadura. **Bragantia**, v. 69, n. 3, p. 609-616, 2010.

BOUIS, H.E. 2003. Micronutrient fortification of plants through plant breeding: can it improve nutrition in man at low cost? *Proceedings of the Nutrition Society*. v.6, p.403-411.

BORÉM, A.; CARNEIRO, J. E. S. (2006), A cultura. In: Vieira, C.; Paula Júnior, T. J. de; Borém, A. (Ed.) **Feijão. 2. Ed. Viçosa: Editora UFV**, 19-40.

CARDOSO, W. S. et al. Variabilidade de genótipos de milho quanto à composição de carotenoides nos grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 2, p. 164-173, 2009.

CARVALHO, J. L. V. de. Biofortificação: agricultura e saúde no combate à deficiência nutricional. **Agrosoft Brasil**, 26 dez. 2009. Disponível em: <<http://www.agrosoft.org.br/agropag/212697.htm>>. Acesso em: 17 out. 2013.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo primeiro levantamento, Novembro 2014. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 13 nov. 2014.

CURY, J. P. et al. Produção e partição de matéria seca de cultivares de feijão em competição com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 29, n. 1, p. 149-158, 2012.

DEBOUCK, D.G. Primary diversification of Phaseolus in the Americas: three centers? **Plant Genetic Resources Newsletter**, v.67, p.2-8, 1986. FALTA N° DA REVISTA

DALLA CORTE, A.; MODA-CIRINO, V.; DESTRO, D. Adaptability and phenotypic stability in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 2, n. 4, p. 525-534, 2002.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO (Goiás, GO). **BRS Pontal**: informações técnicas-Folder, 2003.

\_\_\_\_\_ **BRS Agreste:** informações técnicas- Folder, 2008.

\_\_\_\_\_ **BRS Ametista:** informações técnicas- Folder, 2012.

\_\_\_\_\_. **BRS Estilo:** informações técnicas- Folder, 2009.

FANG, Y. et al. Effect of foliar applications of zinc, selenium, and iron fertilizers on nutrients concentration and yield of rice grain in China. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 6, p. 2079-2084, 2008.

GEPTS, P.; DEBOUCK, D. Origin domestication and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) In: SHOONHOVENM, A, van; VOYSEST, O (Eds) Common beans- **Research for crop improvement**. Cali. CAB International. CIAT, 1993. p.7-53.

GUIMARÃES, S.C.; CAVENAGHI, A.L.; CASTRO, R.D.; OLIVEIRA, L.C.; UTIYAMA, S.Y. Controle de plantas daninhas e fitotoxicidade de tratamentos herbicidas em diferentes variedades de soja Roundup Ready. In: SIMPÓSIO

INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE, 1., 2007, Botucatu, SP. *Resumos*. Botucatu: 2007. p.214-218.

KISSMANN, K.G. Plantas infestantes e nocivas. São Paulo, **BASF**, 825p., 1997.

KING, J. C. Evaluating the impact of plant biofortification on human nutrition. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 132, n. 3, p. 511-513, 2002.

KOZLOWSKI, L.A. et al. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do feijoeiro-comum em sistema de semeadura direta. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 213-220, 2002.

NUTTI, M. R.; ROCHA, M. M.; WATANABE, E.; CARVALHO, J. L. V. de; FREIRE FILHO, F. R.; SILVA, K. J. D. e. **Biofortificação de feijão-caupi no Brasil**. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 2., 2009, Belém, PA. Da agricultura de subsistência ao agronegócio: anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. p. 26-38.

OLIVEIRA, S. A. de. Análise foliar. In: SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**, 2ª ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

ROSSE, L. N.; VENCovsky, R. Modelo de regressão não linear aplicado ao estudo da estabilidade fenotípica de genótipos de feijão no Estado do Paraná. **Bragantia**, v. 59, n. 1, p. 99-107, 2000.

SANTOS, I. C. et al. Eficiência do herbicida glyphosate no controle de *Commelina benghalensis* e *Commelina diffusa*. **Planta Daninha**, v. 19, n. 1, p. 135-143, 2001.

SILVA, E. B. **Desenvolvimento de produtos alimentares adicionados com ferro, cálcio, zinco e carotenóides (alfacarotenóides e betacarotenóides) como proposta de alimentos enriquecidos ou fontes desses nutrientes**. 2008. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) - Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SOUZA, A.M., PEREIRA, R.A., YOKOO, E.M., LEVY, R.B., SICHIERI, R. Alimentos mais consumidos no Brasil: Inquérito nacional de alimentação 2008-2009. **Revista Saúde Pública**, v.47, n.1, p.190-199, 2013.

VIEIRA, C.; JÚNIOR, T. J. P.; BORÉM, A.; Feijão 2ª edição. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 600p.

WELCH, R. M. Linkages between trace elements in food crops and human health. In: ALLOWAY, B. J. (Ed.). **Micronutrient deficiencies in global cropproduction**. New York: Springer, 2008. p. 287-309.

ZUCARELI, C. **Adubação fosfatada, produção e desempenho em campo de sementes de feijoeiro CV. Carioca Precoce e IAC Carioca Tybatã**. 2005. 183f.

ZUO, Y.; ZHANG, E. Iron and zinc biofortification strategies in dicot plants Mintercropping with gramineous species: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, Paris, v. 29, n. 1, p. 63-71, 2009.

# CAPÍTULO 1

## AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE FEIJOEIRO SOB INFLUÊNCIA DA TRAPOERABA E DO SOLO

### RESUMO

O feijoeiro apresenta grande importância para o país por fazer parte da alimentação da população. O aumento nos teores de nutrientes é feito por melhoramento genético ou por manejo na cultura como adubação e rotação de cultura. O feijoeiro é uma planta anual podendo ser cultivado em três épocas e sua produtividade pode ser reduzida com a interferência com planta daninhas. A trapoeraba é uma das plantas daninhas com resistência maior a herbicidas e está presente em muitas culturas, inclusive no feijoeiro. Diante do exposto, é de grande importância pesquisas com foco em aspectos de interferência de plantas daninhas na cultura do feijoeiro, uma vez que a interferência causa baixo rendimento da cultura. O objetivo deste trabalho é analisar as características agronômicas e nutricionais de quatro cultivares de feijoeiro sob influência da competição com trapoeraba e do tipo de solo. Foi avaliado o teor de clorofila, número de folhas, diâmetro do caule, número de vagens por planta, índice de colheita por planta, massa seca da trapoeraba, relação semente e lócus, peso médio de sementes e análise nutricional de ferro e zinco nas folhas e sementes do feijoeiro. Os resultados obtidos no estudo apontaram que a competição com trapoeraba afetou negativamente características de crescimento, produção e nutricional como: número de folhas, índice de colheita, peso médio de sementes e teor de ferro e zinco nas folhas. As cultivares BRS Agreste, BRS Ametista e BRS Estilo apresentaram melhor desempenho diante das características agronômicas e do solo cultivado.

Palavras-chave: Biofortificação; Competição; *Phaseolus vulgaris* L..

# CHAPTER 1

## BEAN CULTIVARS ASSESSMENT UNDER INFLUENCE OF SPIDERWORT AND SOIL

### ABSTRACT

The bean has great importance for the country to be part of the diet of the population. The increase in nutrient content is done by breeding or by management in culture as fertilization and crop rotation. The bean is an annual plant can be grown in three seasons and their productivity can be reduced by interfering with weed plant. The spiderwort is a weed with greater resistance to herbicides and is present in many cultures, including the bean. Given the above, it is very important research focusing on interference aspects of weeds in bean crop, since interference causes low crop yield. The objective of this study is to analyze agronomic and nutritional characteristics of four bean cultivars under the influence of competition with spiderwort and the type of soil. Was rated the chlorophyll content, number of leaves, stem diameter, number of pods per plant, harvest index per plant, dry matter of spiderwort, seed and locus ratio, average seed weight and nutritional analysis of iron and zinc in the leaves and bean seeds. The results of the study showed that competition with spiderwort negatively affected growth characteristics, production and nutrition as number of leaves, harvest index, average weight of seeds and content of iron and zinc in the leaves. The BRS Agreste, BRS Style and BRS Amethyst performed better on the agronomic characteristics and the cultivated soil.

Keywords: Biofortification; Competition, *Phaseolus vulgaris* L..

## INTRODUÇÃO

A cultura do feijoeiro tem uma importância não só econômica, mas também social e cultural. Presente na mesa da maioria dos brasileiros constitui um dos alimentos mais tradicionais por fazer juntamente com arroz a refeição básica no país, independente da classe social (VIEIRA et al., 2006).

Por possuir ser um alimento rico em micronutrientes, vitaminas do complexo B, proteínas e fibras o feijão é considerado um alimento completo, podendo ser usado no combate a desnutrição mineral.

A desnutrição mineral pode ser resolvida através da biofortificação seja ela por meio do manejo da cultura como adubação via solo ou foliar, rotação de culturas, ou por melhoramento genético, para o aumento dos minerais ferro e zinco nas plantas (WELCH, 2010).

A introdução de produtos agrícolas biofortificados, complementar as intervenções em nutrição existentes e proporcionará uma maneira sustentável e de baixo custo para alcançar as populações com limitado acesso aos sistemas formais de saúde e mercado.

Pesquisadores defendem que a biofortificação não é só para aumentar as concentrações de minerais em produtos, mas também para melhorar o rendimento em solos inférteis (GRAHAM et. al., 2007).

Um fator que tem sido considerado como um dos limitantes à produção do feijoeiro é a competição da cultura com plantas daninhas. Dentre as espécies de plantas daninhas que causam maiores danos em culturas, a trapoeraba ocupa lugar de destaque, pois além de seu hábito perene, fácil propagação e alta capacidade de sobreviver em condições adversas, têm preferência por lugares úmidos e solos férteis (GUIMARÃES et al., 2007).

Possui capacidade para sobreviver por longos períodos de seca, já que a planta contém elevado conteúdo de água. Além de suas características morfológicas, como ramos longos e sistema radicular com grande número de raízes secundárias, que aumentam a superfície da absorção dos nutrientes do solo, possuem um duplo

mecanismo de reprodução por meio de sementes e enraizamento dos nós (MARTINS; 2007).

Diante do exposto, é de grande importância pesquisas com foco em aspectos de interferência de plantas daninhas na cultura do feijoeiro, uma vez que a interferência causa baixo rendimento da cultura. Além disso, diminui também a qualidade das sementes comerciais de feijão.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de trapoeraba sobre as cultivares de feijoeiro em um solo eutrófico e um solo distrófico.

## 1 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo em Alegre-ES, situado a uma altitude de 250 m, com clima de ocorrência classificado segundo Köppen, é do tipo Cwa, ou seja, tropical quente e úmido com inverno frio e seco, temperatura anual média de cerca de 23°C e precipitação total anual média de aproximadamente 1300mm (LIMA et al., 2008).

O experimento foi instalado no dia 06 de maio de 2014, no esquema fatorial triplo 2 x 2 x 4; sendo o fator 1, presença e ausência de trapoeraba; fator 2, Solo eutrófico e Solo distrófico e fator 3, quatro cultivares de feijão (BRS Pontal biofortificado, BRS Agreste biofortificado, BRS Ametista, BRS Estilo), num delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições, totalizando 80 unidades experimentais. Foi utilizado vaso de 8 litros com 8,5 Kg de solo, os solos eutrófico e distrófico, sendo ambos classificados como Latossolo Vermelho de textura média, coletados na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo localizado distrito de Rive- Alegres/ES.

Nas tabelas 1 e 2 são apresentados os atributos físicos e químicos dos solos utilizados.

**Tabela 1** - Atributos físicos dos solos utilizados no experimento.

Solo	Granulometria <sup>(1)</sup>		
	Areia	Silte	Argila
	----- g Kg <sup>-1</sup> -----		
Eutrófico <sup>(2)</sup>	67	6	27
Distrófico <sup>(3)</sup>	74	4	22

<sup>(1)</sup> Método da Pipeta (Agitação lenta): Areia ( $\varnothing > 0,05$  mm); Silte ( $\varnothing$  de 0,05 – 0,002 mm); Argila ( $\varnothing < 0,002$  mm) (EMBRAPA, 1997).

<sup>(2)</sup> Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico.

<sup>(3)</sup> Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico

**Tabela 2** - Atributos químicos dos solos utilizados no experimento.

Solo	pH	MO (dag Kg <sup>-1</sup> )	Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	H+Al	SB	CTC	V (%)
					(cmol dm <sup>-3</sup> )			
A <sup>(2)</sup>	6,00	3,10	90	2,60	2,10	4,10	4,10	66,00
B <sup>(3)</sup>	5,40	1,40	61	2,90	2,40	2,10	2,40	46,80

Extração e determinação: pH em água 1:2,5; MO: Matéria orgânica- dicromato de sódio (1ml L<sup>-1</sup>) e titulação pelo sulfato ferroso (0,5 mol L<sup>-1</sup>); Fe e Zn: HCl 0,05 mol/L +H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 mol/L (EMBRAPA, 1997).

<sup>(2)</sup> Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico.

<sup>(3)</sup> Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico.

No teste de germinação realizado no laboratório de sementes do CCAUFES, segundo as Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009).

A espécie de planta daninha utilizada foi *Commelina diffusa* L. O plantio da trapoeraba foi feito por meio de seções de caule com três nós sendo quatro seções por vaso, plantadas simultaneamente com cinco sementes de feijão. Após 10 dias o plantio foi realizado um desbaste para permanecer apenas uma planta de feijão por vaso.

Para garantir o estabelecimento das plantas, os vasos foram irrigados diariamente durante 10 dias, depois a irrigação continuou de acordo com a necessidade da cultura.

As análises foram realizadas na fase V3, V4, R8 e R9, que corresponderam a aproximadamente aos 30, 45, 65 e 100 dias após a emergência do feijoeiro (DAE). Foram avaliados: massa seca da trapoeraba (MST), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), teor de clorofila (TC), número de vagens por planta (NVP), peso médio de sementes (PMS), índice de colheita por planta (IC), relação de lócus por vagem (NLV), e teores de ferro e zinco nas folhas e nos grãos.

### 1.1 MASSA SECA DE TRAPOERABA

Esta avaliação foi realizada no estádio R9 (maturação), coletando-se trapoeraba vaso por vaso, acondicionando em sacolas separadas e identificadas, levadas ao laboratório, foram submetidas à lavagem com água destilada, para retirar o excesso de terra nas raízes, sendo posteriormente colocadas para secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 60-70 °C, por 72 horas, e posteriormente pesadas.

### 1.2 DIÂMETRO DO CAULE

Foi determinado o diâmetro do caule, utilizando um paquímetro digital. Antes de realizar as leituras, o aparelho foi calibrado de acordo com as recomendações do manual. As medições foram feitas amostrando-se todas as plantas da unidade experimental.

### 1.3 NÚMERO DE FOLHAS

Foi determinado mediante a contagem do número total de folhas em todas as plantas.

### 1.4 TEOR DE CLOROFILA

Foi determinado o teor de clorofila aos 30 dias após a emergência, utilizando o aparelho clorofilog portátil modelo CFL 1030 da marca Falker®. Antes de realizar as leituras, o aparelho foi calibrado de acordo com as recomendações do manual do fabricante. As leituras foram realizadas no período da manhã, amostrando-se todas as plantas da unidade experimental, sendo que em cada planta realizou-se seis leituras (6 folhas diferentes/ plantas), fazendo uma média por planta, evitando-se as nervuras.

### 1.5 NÚMERO DE VAGENS POR PLANTA

Foi determinado mediante a contagem do número total de vagens, avaliado em todas as plantas.

## 1.6 PESO MÉDIO DE SEMENTES

Foi determinado mediante a biomassa dos grãos em relação ao número de grãos da planta. Para avaliar o peso os grãos foram embalados em sacos de papel e acondicionados em estufa a 60 °C, por 72 horas, em seguida foram retiradas e pesada em balança analítica.

$$PMS = \frac{\text{biomassa das sementes}}{\text{número de sementes}}$$

## 1.7 ÍNDICE DE COLHEITA

Foi determinado mediante a biomassa de grãos em relação à biomassa da planta. Adotou-se a fórmula:

$$IC = \frac{\text{biomassa das sementes}}{\text{biomassa total das plantas} - \text{sementes}}$$

## 1.8 NÚMERO DE LOCUS POR VAGEM E SEMENTES

Foi determinado número de lócus e sementes em cada vagem, por meio de contagem manual.

## 1.9 TEOR DE NUTRIENTES

Para avaliação do teor de ferro e zinco, nas folhas e grãos, os materiais foram coletados pela manhã, e embalados separadamente em sacos de papel e acondicionados em estufa a 60 °C, por 72 horas, em seguida foram moídas em moinho de facas, tendo características analisadas, seguindo a metodologia descrita por Malavolta et. al. (1997).

Para a avaliação do teor de Ferro e Zinco nos grãos, os grãos foram coletados, secos em estufa a 60 °C, por 72 horas, em seguida foram moídas em moinho de facas e analisadas, seguindo a metodologia descrita por Malavolta et. al. (1997).

## 1.10 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram analisados no Programa R 3.1.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014) e submetidos à análise de variância para cada tipo de variável e a diferença testada pelo teste F. No caso de significância utilizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.1 MASSA SECA DE TRAPOERABA

Analisando o efeito simples, a produção de massa seca não apresentou diferença. Isso pode estar relacionado, ao fato de terem sido plantados quatro estirpes de trapoeraba em cada vaso, e as condições edafoclimáticas favoreceram para a produção de planta daninha.

**Tabela 3** – Produção de massa Seca (g) de trapoeraba.

BRS Pontal	BRS Agreste	BRS Ametista	BRS Estilo
7,08 a	6,91 a	9,33 a	7,30 a
C.V %		117,97	

Médias seguidas por mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de F ( $p < 0,05$ ).

Quando a planta daninha é estabelecida junto ou primeiro que a cultura a competição pode se tornar como um fator crítico para desenvolvimento da cultura

### 2.2 DIÂMETRO DO CAULE

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 4, verifica-se que a cultivar BRS Pontal foi a que apresentou menor diâmetro. Estes resultados demonstram que a competição do feijoeiro com a trapoeraba pode não alterar o crescimento da cultura em termos de diâmetro, porém em altas infestações esse resultado pode ser contrário.

**Tabela 4** – Diâmetro (mm) do caule de cultivares de feijoeiro cultivado sob ausência e presença de trapoeraba.

BRS Pontal	BRS Agreste	BRS Ametista	BRS Estilo
3,84 b	4,35 a	4,33 a	4,56 a
C.V %		1.64	

Médias seguidas por mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de F ( $p < 0,05$ ).

### 2.3 NÚMERO DE FOLHAS POR PLANTA

Analisando a interação (Tabela 5) as plantas cultivadas no solo distrófico na presença de trapoeraba apresentaram redução no número de folhas. Isto se deve ao fato de que a competição da cultura com a trapoeraba pelos mesmos recursos, principalmente disponibilidade de nutrientes, interferiu na redução. Evidenciando os efeitos negativos da competição do feijoeiro quando cultivados juntamente com planta daninha. As cultivares BRS Agreste e BRS Ametista apresentou menor número de folhas quando cultivada no solo eutrófico com a presença de trapoeraba.

**Tabela 5** – Número de folhas por planta, de cultivares de feijoeiro cultivado sob ausência e presença de trapoeraba.

Cultivares	Solo eutrófico	
	S/ trapoeraba	C/ trapoeraba
BRS Pontal	16,60 aA	14,20 aA
BRS Agreste	22,00 aA	11,00 aB
BRS Ametista	18,40 aA	13,00 aB
BRS Estilo	17,60 aA	13,80 aA
Solo distrófico		
BRS Pontal	2140 aA	9,40 aB
BRS Agreste	18,80 aA	13,60 aB
BRS Ametista	20,40 aA	11,80 aB
BRS Estilo	18,40 aA	1220 aB
C.V%	33,0	

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Em um trabalho de Amaral et al. (2015) relatou que a convivência com as plantas daninhas prejudicou a emissão de folhas, com acréscimo de 10 folhas a cada 15 dias na cultura do grão de bico, enquanto para as plantas na ausência de plantas daninhas o aumento foi de 62 folhas a cada 15 dias.

## 2.4 TEOR DE CLOROFILA

Analisando a interação dupla (Tabela 6), a cultivar BRS Agreste não diferiu o teor de clorofila quando cultivada na presença ou ausência de trapoeraba, isto se deve ao fato de ser uma planta com características de folhas amareladas, desenvolvida para a região do agreste brasileiro. As demais cultivares apresentou redução no teor de clorofila na presença de trapoeraba. Analisando as cultivares BRS Pontal e BRS Estilo na ausência de trapoeraba apresentou um teor de clorofila maior que as demais. A cultivar BRS Ametista apresentou o menor teor de clorofila, na presença de trapoeraba, podendo estar relacionado com o estresse causado pela competição da trapoeraba com as cultivares, esse estresse pode modificar o poder de assimilação de CO<sup>2</sup>, com alterações fisiológicas na atividade fotossintética. O solo eutrófico propiciou condições mais favoráveis para o desenvolvimento das cultivares e conseqüentemente maiores teores de clorofila.

**Tabela 6** - Teor de clorofila nas folhas de cultivares de feijoeiro cultivado sob ausência e presença de trapoeraba.

Cultivares	S/ trapoeraba	C/ trapoeraba
BRS Pontal	46,09 aA	38,93 abB
BRS Agreste	39,20 bA	38,24 abA
BRS Ametista	40,44 bA	36,34 bB
BRS Estilo	44,27 aA	41,13 aB
C.V %	12,89	

Médias seguidas por mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Um trabalho realizado por Amaral et al (2015), verificou que a convivência do grão de bico (*Cicer arietinum* L.), com daninhas afetou o teor de clorofila durante o desenvolvimento da cultura, sua constatação ficou mais evidenciada a partir da avaliação aos 30 dias após o plantio quando se verificou redução do teor de clorofila de todas as plantas que se encontravam em convivência com uma planta daninha, enquanto o valor da testemunha permaneceu constante.

## 2.5 NÚMERO DE VAGENS, PESO MÉDIO DE GRÃOS E NÚMERO DE LOCUS E SEMENTES POR VAGEM

Verifica-se na Tabela 7 que a cultivar BRS Agreste apresentou maior número de vagem por planta, maior número de lócus e grãos por vagem, porém o peso médio dos grãos foi menor. A cultivar BRS Ametista que apresentou maior peso médio de grãos e menor valor de número de vagens por planta. Isto se deve a convivência do feijoeiro com a planta daninha que causa uma redução na emissão de inflorescências e do abortamento de flores, com isso o incremento em número de vagens e peso médio de grãos, sofrem os efeitos da interferência com a trapoeraba, quando comparado à ausência de convivência. Quando cultivadas no solo eutrófico as cultivares apresentou maior número de vagem por planta, e não obteve diferença entre os solos quando comparado os valores de peso médio de grãos, quanto ao número de lócus, o solo distrófico apresentou maiores médias, o contrário da BRS Estilo que apresentou uma menor relação.

**Tabela 7** – Número de vagem por planta (NVP), peso médio de sementes (PMS) e número de lócus por vagem (NLV) de feijoeiro cultivado sob ausência e presença de trapoeraba.

Cultivares	Características		
	NVP	PMS	NLV
BRS Pontal	11,5 b	0,30 ab	0,75 ab
BRS Agreste	14,3 a	0,28 b	0,79 a
BRS Ametista	10,8 b	0,33 a	0,70 ab
BRS Estilo	12,0 ab	0,33 a	0,65 b
C.V %	41,55	17,55	19,20

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de F ( $p < 0,05$ ).

Esses resultados evidenciam a complexidade do caráter produtividade e de que ele é o resultado da soma de todos os componentes do rendimento e não apenas o efeito isolado de um componente. Elevadas produtividades estão associadas com

um maior número de vagens por planta, número de grãos por vagem e número de lóculos por vagem, e com um menor tamanho de grão.

As respostas encontradas quanto aos efeitos diretos dos componentes do rendimento na produtividade é um indicativo de que as cultivares precisa ser testadas em diferentes ambientes, para o conhecimento de como determinado cultivar responde, quanto às características morfológicas e agronômicas, além de mostrar o efeito compensatório dos componentes do rendimento na produtividade final de grãos.

Segundo Fageria et al. (2006), os componentes do rendimento não influenciam o rendimento final de grãos de forma independente, mas sim em conjunto.

## 2.6 ÍNDICE DE COLHEITA

Observando o efeito do solo na Tabela 8, apresentou um menor índice de colheita no solo que esteve na presença de trapoeraba. As cultivares não apresentou nenhuma diferença em relação ao índice de colheita. Esses valores de índice de colheita maior que um é explicado pelo fato de não ter usado a biomassa dos grãos em toda a biomassa total da planta.

**Tabela 8**– Índice de colheita do feijoeiro, sob ausência e presença de trapoeraba.

Ambientes	Solos	
	Eutrófico	Distrófico
S/ trapoeraba	1,56 aA	1,75 aA
C/ trapoeraba	1,84 aA	1,10 bB
C.V %	36,54	

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

O efeito das cultivares mostrou que se comportaram de maneira semelhante, pode ser utilizados qualquer uma das cultivares estudada. O IC é um componente importante na determinação da produtividade de grãos, ou seja, aumentar a eficiência da conversão da biomassa total em biomassa comerciável.

Trabalhos realizados analisando o período crítico de competição entre plantas daninhas e a cultura do feijão-caupi, constataram que a competição afetou o IC, interferindo no aproveitamento de fotoassimilados na formação de sementes do feijão-caupi (MATOS et al.,1991).

## 2.7 TEOR DE FERRO E ZINCO NAS FOLHAS DO FEIJOEIRO

Ao estudar a interação (tabela 9), nota-se que a cultivares BRS Ametista e BRS Estilo não apresentou diferença no teor de ferro quando cultivadas na ausência e presença de trapoeraba. As cultivares na ausência de trapoeraba e cultivada no solo distrófico apresentou redução no teor de ferro nas folhas. Isso porque a competição por nutrientes depende da quantidade presente no solo e das espécies de daninhas presentes na área e os fertilizantes podem ser usados para alterar as relações de competitividade entre a planta daninha e a cultivar.

**Tabela 9** - Teor de ferro ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) nas folhas de feijoeiro, sob ausência e presença de trapoeraba, influência do solo.

Cultivares	Solo eutrófico	
	S/ trapoeraba	C/ trapoeraba
BRS Pontal	<sup>(1)</sup> 66,65 aA	<sup>(1)</sup> 58,44 aB
BRS Agreste	<sup>(1)</sup> 65,46 aA	<sup>(1)</sup> 49,36 aB
BRS Ametista	<sup>(2)</sup> 49,47 aA	<sup>(1)</sup> 48,83 aA
BRS Estilo	<sup>(2)</sup> 51,55 aA	<sup>(1)</sup> 55,54 aA
Solo distrófico		
BRS Pontal	<sup>(1)</sup> 49,66 bA	<sup>(1)</sup> 55,80 aA
BRS Agreste	<sup>(1)</sup> 52,77 bA	<sup>(1,2)</sup> 50,64 aA
BRS Ametista	<sup>(1)</sup> 44,99 bA	<sup>(1,2)</sup> 46,26 aA
BRS Estilo	<sup>(1)</sup> 55,14 aA	<sup>(2)</sup> 42,58 bB
C.V%	16,39	

Médias seguidas por mesmo número, não diferem. Médias seguidas por mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Um trabalho realizado por Cury et. al. (2012), aponta que a eficiência de acúmulo, transporte e utilização nutriente do feijoeiro variou conforme o genótipo de feijão e a

espécie daninha competidora, os resultados obtidos evidenciam a baixa capacidade de competição por nutrientes que a cultura do feijão apresenta.

Analisando a interação simples (Tabela 10), plantas cultivadas no solo distrófico apresentaram maior teor de zinco na ausência de trapoeraba, porém as cultivares em ambos os solos na presença de trapoeraba apresentou menor teor de zinco. Isto se deve ao fato da competição das cultivares e da trapoeraba pela absorção de zinco do solo.

**Tabela 10**– Teor de zinco ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) nas folhas do feijoeiro, sob ausência e presença de trapoeraba, influência do solo.

Ambientes	Solos	
	Eutrófico	Distrófico
S/ trapoeraba	25,97 aB	31,30 aA
C/ trapoeraba	24,25 bA	25,74 bA
C.V %	14,17	

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Para Han et al. (2011), em seu estudo apontam forte interação do micronutriente com o solo, embora as concentrações totais de zinco nos solos brasileiros sejam altas, apenas uma pequena fração se encontra na forma biodisponível.

## 2.8 TEOR DE FERRO E ZINCO NOS GRÃOS DO FEIJOEIRO

Analisando a interação (Tabela 11) a cultivar BRS Pontal e BRS Agreste apresentou o maior teor de ferro nos grãos quando cultivado na ausência de trapoeraba dentro do solo eutrófico. A cultivar BRS Ametista e BRS Estilo na ausência e presença de trapoeraba não diferiram, quando cultivadas no solo eutrófico. Para as cultivares dentro do solo distrófico apenas a cultivar BRS Estilo apresentou diferença na ausência e presença de trapoeraba. Isso pode ser explicado pelo fato que a habilidade competitiva para determinado nutriente, não está relacionada somente na capacidade de extraí-lo do solo, mas em utilizá-lo.

**Tabela 11** - Teor de ferro ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) nos grãos de feijoeiro, sob ausência e presença de trapoeraba, influência do solo.

Cultivares	Solo eutrófico	
	S/ trapoeraba	C/ trapoeraba
BRS Pontal	<sup>(1)</sup> 66,64 aA	<sup>(1)</sup> 55,61 aB
BRS Agreste	<sup>(1)</sup> 65,46 aA	<sup>(1)</sup> 49,36 aB
BRS Ametista	<sup>(2)</sup> 49,47 aA	<sup>(1)</sup> 48,36 aA
BRS Estilo	<sup>(2)</sup> 51,55 aA	<sup>(1)</sup> 55,53 aA
Solo distrófico		
BRS Pontal	<sup>(1)</sup> 49,65 bA	<sup>(1)</sup> 55,80 aA
BRS Agreste	<sup>(1)</sup> 52,76 bA	<sup>(1,2)</sup> 50,64 aA
BRS Ametista	<sup>(1)</sup> 44,99 aA	<sup>(1,2)</sup> 46,31 aA
BRS Estilo	<sup>(1)</sup> 55,14 aA	<sup>(2)</sup> 42,58 bB
C.V%	16,49	

Médias seguidas por mesmo número, não diferem. Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

O pH do solo é um dos fatores que influencia na absorção de ferro pela planta, este fato foi constatado por um trabalho feito por Moraghan et al. (2002) verificou que sementes oriundas de plantas cultivadas em solos ácidos apresentavam 25% mais ferro em relação àquelas cultivadas em solos alcalinos.

Um estudo com feijoeiro constatou que mesmo apresentando alta eficiência na absorção de nitrogênio, as plantas daninhas *Bidens pilosa* (picão preto) e *Euphorbia heterophylla* (leiteiro) utilizaram melhor as menores quantidades de nitrogênio absorvido, acarretando em maior produção de matéria seca (PROCÓPIO et. al, 2004).

Quando estudado a interação simples (Tabela 12) nota-se que as plantas cultivadas no solo distrófico e na ausência de trapoeraba apresentaram maior média e as cultivares não diferiram entre si.

**Tabela 12** - Teor de zinco ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) nos grãos de feijoeiro, sob ausência e presença de trapoeraba.

<b>Ambientes</b>	<b>Solos</b>	
	<b>Eutrófico</b>	<b>Distrófico</b>
S/ trapoeraba	26,17 aB	31,71 aA
C/ trapoeraba	24,25 aA	24,93 aA
C.V %	16,15	

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A característica teor de zinco em sementes de feijão apresenta efeito materno conforme relata Silva (2011), no entanto outros trabalhos mencionam que tal característica é dependente dos cotilédones (ROSA et al., 2010).

### **3 CONCLUSÕES**

A competição com trapoeraba afetou negativamente o teor de clorofila, o índice de colheita, peso médio de sementes, número de folhas, teor de ferro e zinco nas folhas.

O solo eutrófico proporcionou condições mais favoráveis para o desenvolvimento das cultivares.

As cultivares BRS Agreste, BRS Ametista e BRS Estilo sobressaíram a cultivar BRS Pontal na maioria das variáveis analisadas.

## 4 REFERÊNCIAS

AMARAL, C. L. et al. **Relações de interferência entre plantas daninhas e a cultura do grão-de-bico**. Biosci. J., Uberlândia, v. 31, n. 1, p. Jan./Feb. 2015.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, p. 395, 2009.

CURY, J. P. et al. Produção e partição de matéria seca de cultivares de feijão em competição com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 29, n. 1, p. 149-158, 2012.

FAGERIA, N.K. Liming and copper fertilization in common bean production on an Oxisol in no-tillage system. *J. Plant Nutr.*, 29:1219-1228, 2006.

GRAHAM, R. D.; WELCH, R. M.; SAUNDERS, D. A.; ORTIZ-MONASTERIO, I.; BOUIS, H. E.; BONIERBALE, M.; HAAN, S.; BURGOS, G.; THIELE, G.; LIRIA, R.; MEISNER, C. A.; BEEBE, S. E.; POTTS, M. J.; KADIAN, M.; HOBBS, P. R.; GUPTA, R. K.; TWOMLOW, S. Nutritious subsistence food systems. **Advances in Agronomy**, v. 92, p. 1-74, 2007.

GUIMARÃES, S.C.; CAVENAGHI, A.L.; CASTRO, R.D.; OLIVEIRA, L.C.; UTIYAMA, S.Y. Controle de plantas daninhas e fitotoxicidade de tratamentos herbicidas em diferentes variedades de soja Roundup Ready. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE, 1., 2007, Botucatu, SP. *Resumos*. Botucatu: 2007. p.214-218.

HAN, X.; LI, X.; UREN, N.; TANG, C. Zinc fractions and availability to soybeans in represent soils of Northeast China. **Journal Soils & Sediments**, v.11, p. 596-606, 2011.

LIMA, J. S. S.; SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. B.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C. Variabilidade temporal da precipitação mensal em Alegre-ES. *Revista Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v.39, n.2, p.327-332, 2008.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MARTINS, M. C. Et al. Épocas de semeadura, densidades de plantas e desempenho vegetativo de cultivares de soja. **Scientia Agricola**, v.56, n.4, p.851-858, 2007.

MATOS, V. P. et al. Período crítico de competição entre plantas daninhas e a cultura do caupi. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 26, n. 5. p. 737-743, 1991.

MORAGHAN, J. T.; GRAFTON, K. Distribution of selected elements between the seed coat and embryo of two black bean cultivars. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 25, n. 1, p. 169-176, 2002.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2011. Disponível em: <<http://www.Rproject.org/>>. Acesso em: 23 de novembro de 2014.

SILVA, C. A. **Potencial de linhagens de feijão com relação aos teores de proteína e minerais nas sementes**. 2011. 95 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

VIEIRA, C.; JÚNIOR, T. J. P.; BORÉM, A.; Feijão 2ª edição. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 600p.

WELCH, R. M. Linkages between trace elements in food crops and human health. In: ALLOWAY, B. J. (Ed.). **Micronutrient deficiencies in global crop production**. New York: Springer, 2010. p. 287-309.

## **CAPÍTULO 2**

# **AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE FEIJOEIRO SOB INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO E DO SOLO**

### **RESUMO**

A deficiência nutricional ocasionada pelo manejo incorreto da fertilização da cultura é um dos principais fatores para baixa produtividade, com uso de uma adubação adequada pode melhorar a qualidade e a nutrição das culturas e ter efeito na nutrição humana. Com auxílio de técnicas como manejo da cultura e da adubação pode fazer com que haja aumento no teor de nutrientes em plantas. A biofortificação agrônômica auxilia nesse processo de aumento no teor de nutriente como ferro e zinco no feijoeiro. O objetivo deste trabalho foi analisar respostas de genótipos de feijoeiro à adubação foliar, em dois tipos de solo. Foi avaliado número de folhas, diâmetro do caule, número de vagem por planta, índice de colheita por planta, relação grão e lócus, peso médio de sementes e análise de ferro e zinco nos grãos do feijoeiro. A adubação influenciou no número de folhas, índice de colheita que apresentaram valores maiores. O Solo eutrófico apresentou aumento no número de vagem, índice de colheita e número de folhas. A cultivar BRS Ametista apresentou um desempenho negativo para as características número de vagem, número de folhas e teor de ferro nos grãos.

Palavras-chave: Biofortificação; Ferro; Phaseolus Vulgaris; Zinco.

## **CHAPTER 2 BEAN CULTIVARS ASSESSMENT UNDER INFLUENCE OF FERTILIZER AND SOIL**

### **ABSTRACT**

The nutritional deficiency caused by incorrect handling of the crop fertilization is one of the main factors causing low productivity, using proper fertilization can improve the quality and nutrition of crops and take effect in human nutrition. With the help of techniques such as crop management and fertilization can cause there is increase in nutrient content in plants. The agronomic biofortification assists in this process increase the nutrient content as iron and zinc in beans. The objective of this study was to analyze responses of bean genotypes to the revelry fertilization, in two soil types. We assessed the number of leaves, stem diameter, number of pods per plant, plant for harvest index, grain ratio and locus, average seed weight and analysis of iron and zinc in bean grains. The fertilization influenced the number of leaves, harvest index that showed higher values. Eutrophic Solo showed an increase in the number of pods, harvest index and number of leaves. The BRS Amethyst showed a negative performance for the number of pod features, number of leaves and iron content in the grain.

Keywords: biofortification; iron; *Phaseolus vulgaris*; zinc

## INTRODUÇÃO

Elemento básico para a população brasileira, o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das plantas cujo cultivo é essencial para o Brasil, sendo ótima fonte de aminoácidos essenciais, proteínas, carboidratos e minerais. Apesar de bastante difundido o plantio no país, ainda se necessita de adequação no manejo da fertilidade do solo para o cultivo.

A correção e adubação do solo podem, além de aumentar a produtividade, melhorar a qualidade dos produtos agrícolas por meio de incrementos no teor de micronutrientes na parte comestível (MORAES, 2009).

Há uma variação nos teores e composição de minerais nos grãos de feijão avaliadas em diferentes locais, anos e épocas de semeadura, porém, podem ser alterada em função do genótipo, ambiente, solo e da interação entre eles (SILVA, 2011).

O melhoramento de plantas vem proporcionando identificar o que interfere na obtenção de cultivares eficientes no uso de nutrientes retirado do solo e genótipos mais eficientes na biodisponibilidade desses nutrientes (CHIORATO et al., 2010).

O melhoramento possibilita o aumento de concentração de nutrientes nos grãos com uso do método de biofortificação, que se refere ao aumento de teor de nutriente nas partes comestíveis, mas no que se refere aos processos fisiológicos que faz parte de toda essa movimentação dos nutrientes desde solo até o grão é um desafio dentro dessas etapas a ser entendido pelo melhoramento (SANKARAN, 2011).

Considerando o exposto, realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar as respostas de cultivares de feijoeiro à adubação foliar, em solo eutrófico e distrófico.

## 1 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo em Alegre-ES, situado a uma altitude de 250 m, com coordenadas geográficas 20°45'48", clima de ocorrência classificado segundo Köppen, é do tipo Cwa, ou seja, tropical quente e úmido com inverno frio e seco, temperatura anual média de cerca de 23°C e precipitação total anual média de aproximadamente 1300mm (LIMA et al., 2008).

O experimento foi instalado no dia 06 de maio de 2014, no esquema fatorial triplo 2 x 2 x 4; sendo o fator 1, com adubação e sem adubação; fator 2, Solo A= eutrófico e Solo B= distrófico e quatro cultivares de feijão (BRS Pontal biofortificado, BRS Agreste biofortificado, BRS Ametista, BRS Estilo), num delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições, totalizando 80 unidades experimentais. Foi utilizado vaso de 8 litros com 8,5 Kg de solo, os solos (eutrófico e distrófico), sendo ambos classificados como Latossolo Vermelho de textura média, coletados na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo localizado distrito de Rive- Alegres/ES.

Nas tabelas 1 e 2 são apresentados os atributos físicos e químicos dos solos utilizados.

**Tabela 1** - Atributos físicos dos solos utilizados no experimento.

Solo	Granulometria <sup>(1)</sup>		
	Areia	Silte	Argila
	----- g Kg <sup>-1</sup> -----		
Eutrófico <sup>(2)</sup>	67	6	27
Distrófico <sup>(3)</sup>	74	4	22

<sup>(1)</sup> Método da Pipeta (Agitação lenta): Areia ( $\varnothing > 0,05$  mm); Silte ( $\varnothing$  de 0,05 – 0,002 mm); Argila ( $\varnothing < 0,002$  mm) (EMBRAPA,1997).

<sup>(2)</sup> Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico.

<sup>(3)</sup> Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico

**Tabela 2** - Atributos químicos dos solos utilizados no experimento.

Solo	pH	MO (dag Kg <sup>-1</sup> )	Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	H+Al	SB	CTC	V (%)
					(cmol dm <sup>-3</sup> )			
A <sup>(2)</sup>	6,00	3,10	90	2,60	2,10	4,10	4,10	66,00
B <sup>(3)</sup>	5,40	1,40	61	2,90	2,40	2,10	2,40	46,80

Extração e determinação: pH em água 1:2,5; MO: Matéria orgânica- dicromato de sódio (1ml L<sup>-1</sup>) e titulação pelo sulfato ferroso (0,5 mol L<sup>-1</sup>); Fe e Zn: HCl 0,05 mol/L +H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 mol/L (EMBRAPA,1997).

<sup>(2)</sup> Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico.

<sup>(3)</sup> Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico.

No teste de germinação realizado previamente todos os materiais superaram 90% de germinação, segundo as Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009).

A adubação foliar foi realizada com 40 dias de plantio após a emergência, com pulverizador lateral de 5L com bico cone, utilizando 1,5 ml em 2 litros de água de Quimifol Ferro® (4% de Fe; 2,3% de S e 1 % de Zn) e 20 ml em 2 litros de água do produto comercial Stoler® (5% de N; 3,3% de S e 7% de Zn), conforme recomendação do fabricante.

Para garantir o estabelecimento das plantas, os vasos foram irrigados diariamente durante 10 dias, depois a irrigação continuou de acordo com a necessidade da cultura.

As análises foram realizadas na fase R8 e R9, que corresponderam a aproximadamente 65 e 100 dias após a emergência do feijoeiro (DAE). Foram avaliados: diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), número de vagem por planta (NVP), peso médio de sementes (PMS), índice de colheita por planta (IC), número de lócus por vagem (NLV) e análise de ferro e zinco nos grãos.

### 1.1 DIÂMETRO DO CAULE

Foi determinado o diâmetro do caule, utilizando um paquímetro digital. Antes de realizar as leituras, o aparelho foi calibrado de acordo com as recomendações do manual. As medições foram feitas amostrando-se todas as plantas da unidade experimental.

### 1.2 NÚMERO DE FOLHAS

Foi determinado mediante a contagem do número total de folhas em todas as plantas.

### 1.3 NÚMERO DE VAGENS POR PLANTA

Foi determinado mediante a contagem do número total de vagens, avaliado em todas as plantas.

### 1.4 PESO MÉDIO DE SEMENTES

Foi determinado mediante a biomassa dos grãos em relação ao número de grãos da planta. Para avaliar o peso os grãos foram embalados separadamente em sacos de papel e acondicionada em estufa a 60 °C, por 72 horas, em seguida foram retiradas e pesada em balança analítica, aferida conforme recomendação do fabricante.

$$PMS = \frac{\text{biomassa das sementes}}{\text{número de sementes}}$$

### 1.5 ÍNDICE DE COLHEITA

Foi determinado mediante a biomassa de grãos em relação à biomassa da planta. Adotou-se a fórmula:

$$IC = \frac{\text{biomassa das sementes}}{\text{biomassa total das plantas} - \text{sementes}}$$

## 1.6 NÚMERO DE LOCUS POR VAGEM E SEMENTES

Foi determinado número de lócus e sementes em cada vagem, por meio de contagem manual.

## 1.7 TEOR DE NUTRIENTES

Para a avaliação do teor de Ferro e Zinco nos grãos, os grãos foram coletados, secos em estufa a 60 °C, por 72 horas, em seguida foram moídas em moinho de facas e analisadas, seguindo a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

## 1.8 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram analisados no Programa R 3.1.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014) e submetidos à análise de variância para cada tipo de variável e a diferença testada pelo teste F. No caso de significância utilizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.1 DIÂMETRO DO CAULE

Quando analisado o comportamento das cultivares em relação ao diâmetro (Tabela 3), a cultivar BRS Pontal foi que apresentou menor diâmetro, isso pode ser uma característica da cultivar uma vez que no primeiro capítulo deste trabalho com a mesma cultivar apresentou um menor diâmetro em relação às outras cultivares. As plantas cultivadas no solo eutrófico apresentaram maior diâmetro.

**Tabela 3** – Diâmetro (mm) do caule do feijoeiro, sob ausência e presença de adubação.

<b>BRS Pontal</b>	<b>BRS Agreste</b>	<b>BRS Ametista</b>	<b>BRS Estilo</b>
3,86 c	4,34 b	4,78 a	4,74 ab
C.V %		16,39	

Médias seguidas por mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de F ( $p < 0,05$ ).

O diâmetro do caule é uma característica com pouca importância para identificação de divergência genética entre as cultivares, o maior diâmetro além de promover uma melhor sustentação da planta, evita um maior acamamento das plantas.

Conforme estudo realizado por Bezerra et. al. (2014), o solo influencia no comportamento de crescimento da cultura e o tipo de solo proporciona maiores valores em diâmetro do caule do feijoeiro.

### 2.2 NÚMERO DE FOLHAS POR PLANTA

Analisando a interação (Tabela 4) a cultivar BRS Pontal apresentou maior número de folhas quando cultivada no solo eutrófico e com adubação. A cultivar BRS Ametista apresentou redução no número de folhas nos dois solos estudados e na presença e ausência de adubação. Comparando as cultivares que receberam adubação com as que não receberam adubação, não observou muita diferença, mas quando comparado as cultivares no solo eutrófico apresentou diferença para as cultivares no solo distrófico.

**Tabela 4** – Número de folha por planta, sob ausência e presença de adubação.

Cultivares	Solo eutrófico	
	S/ adubação	C/ adubação
BRS Pontal	16,60 aB	25,60 aA
BRS Agreste	22,00 aA	21,60 aA
BRS Ametista	18,40 aA	23,20 aA
BRS Estilo	17,60 aA	19,40 aA
Solo distrófico		
BRS Pontal	14,20 aA	14,00 bA
BRS Agreste	11,00 bB	18,40 aA
BRS Ametista	13,00 bA	12,60 bA
BRS Estilo	13,80 aA	14,40 aA
C.V%	31,91	

Médias seguidas por mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Isso se deve ao fato que com um solo nutrido e uma adubação adequada, promove maior emissão e crescimento de folhas e maior área foliar da cultura, conseqüentemente, maior captação da radiação solar e incremento na produção de fotoassimilados.

### 3.3 NÚMERO DE VAGEM POR PLANTA (NVP) E PESO MÉDIO DE SEMENTES (PMS)

Analisando a interação (Tabela 5) as cultivares apresentou maior número de vagem por planta quando cultivada no solo eutrófico, quando comparado o desempenho das cultivares dentro do mesmo solo a cultivar BRS Agreste se destacou com maior número de vagem, porém com menor peso médio de grãos. Houve uma redução no número de vagem das plantas cultivadas no solo distrófico, com destaque para cultivar BRS Ametista que apresentou a menor média para número de vagem, mas o maior peso médio de grãos. Isso se deve ao fato de que quantidades insuficientes de nutriente levam a planta a produzir menos flores, acarretando em redução do número de vagens.

**Tabela 5** - Número de vagem por planta (NVP) e Peso médio de grãos (PMG), sob a influência do solo.

Cultivares	Número de vagem por planta (NVP)	
	Solo eutrófico	Solo distrófico
BRS Pontal	16,00 bA	10,30 aB
BRS Agreste	22,20 aA	10,90 aB
BRS Ametista	14,10 bA	7,20 bB
BRS Estilo	15,00 bA	11,60 aB
C.V%	36,09	
	Peso médio de sementes (PMS)	
	Solo eutrófico	Solo distrófico
BRS Pontal	0,30 abA	0,29 bA
BRS Agreste	0,26 bA	0,29 bA
BRS Ametista	0,34 aA	0,37 aA
BRS Estilo	0,35 aA	0,29 bB
C.V%	17,46	

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Conforme visto no Capítulo 1 deste trabalho, esses resultados evidenciam a complexidade do caráter produtividade e de que ele é o resultado da soma de todos os componentes do rendimento e não apenas o efeito isolado de um componente. Elevadas produtividades estão associadas com um maior número de vagens por planta, número de grãos por vagem, e com um menor tamanho de grão.

## 2.5 ÍNDICE DE COLHEITA

De acordo com a interação (Tabela 6) as cultivares que receberam adubação e cultivadas no solo eutrófico apresentou maior índice de colheita. Para as plantas cultivadas no solo distrófico e que não recebeu adubação apresentaram maior índice de colheita. Analisando o desempenho das cultivares a BRS Pontal apresentou maior índice de colheita.

**Tabela 6**- Índice de colheita do feijoeiro, sob ausência e presença de adubação.

<b>Ambientes</b>	<b>Solos</b>	
	<b>eutrófico</b>	<b>distrófico</b>
S/ adubação	1,56 bA	1,53 aA
C/ adubação	1,84 aA	1,25 bB
C.V %	31.63	

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

O índice de colheita é um parâmetro que está intimamente correlacionado com a interação entre o genótipo e o ambiente. Estudos realizados por Fageria (2007) relatam que o aumento das doses de adubação são satisfatórios para incremento do índice de colheita.

## 2.6 NÚMERO DE LOCUS POR VAGEM

Analisando as cultivares (Tabela 7) a BRS Estilo apresentou menor número de lócus. As plantas cultivadas no solo distrófico apresentaram maior número de lócus.

**Tabela 7** – Número de lócus por vagem, sob influência da cultivar.

<b>BRS Pontal</b>	<b>BRS Agreste</b>	<b>BRS Ametista</b>	<b>BRS Estilo</b>
0,74 a	0,80 a	0,74 a	0,63 b
C.V %	17,87		

Médias seguidas por mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de F ( $p < 0,05$ ).

Trabalho realizado por Zilio et. al. (2011) com componentes de rendimento do feijoeiro, relata que os efeitos indiretos do número de vagens por planta e o número de lóculos por vagem principalmente via número de grãos por vagem mostram valores positivos, indicando que aumentos no número de vagens por planta e no número de lóculos tendem a aumentar o número de grãos por vagem e conseqüentemente a produtividade.

## 2.7 TEOR DE FERRO E ZINCO NOS GRÃOS DO FEIJOEIRO

Verifica-se na interação (Tabela 8) que as cultivares na presença de adubação apresentou menor teor de ferro nos grãos, e o desempenho das cultivares que foram adubadas não diferiram entre si. A cultivar BRS Ametista apresentou menor teor de ferro nos grãos na ausência de adubação.

**Tabela 8** - Teor de ferro ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) nos grãos do feijoeiro, sob influência da adubação e cultivar.

Cultivares	Ambiente	
	S/ adubação	C/ adubação
BRS Pontal	58,14 aA	51,43 aB
BRS Agreste	59,11 aA	51,19 aB
BRS Ametista	47,23 bA	48,87 aA
BRS Estilo	53,35 abA	43,94 aB
C.V%	16,78	

Médias seguidas por mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

Alguns estudos relatam que aplicações foliares de ferro indicam o incremento de produtividade nos teores da parte aérea e nos grãos (CAKMAK et al., 2008). A seleção de genótipos com alto teor de ferro nos grãos poderá ser eficaz também para o aumento no teor de zinco em feijão, conforme estudos realizados por Welch et al. (2000) e Gelin et al. (2007).

Conforme a interação (Tabela 9) as cultivares BRS Pontal e BRS Agreste apresentaram maiores teores de ferro nos grãos quando cultivadas no solo eutrófico, a cultivar BRS Ametista apresentou menor teor de ferro quando comparada com as demais cultivares dentro do solo eutrófico.

**Tabela 9** - Teor de ferro ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) nos grãos do feijoeiro, sob influência do solo e da cultivar e solo.

Cultivares	Solos	
	Eutrófico	Distrófico
BRS Pontal	60,58 aA	48,99 aB
BRS Agreste	58,11 aA	52,19 aB
BRS Ametista	47,67 bA	48,43 aA
BRS Estilo	48,09 bA	49,19 aA
C.V%	16,78	

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

De forma geral, a disponibilidade de Fe é maior em solos com baixo pH, analisando a Tabela 2, o solo eutrófico apresenta uma faixa de pH de 5,4 e teor de ferro presente neste solo é baixo em comparação ao solo distrófico. Sendo que aumento de uma unidade de pH reduz a disponibilidade de Fe no em até mil vezes. A acidez do solo pode afetar o acúmulo de ferro nos grãos de feijão, em estudo feito por Moraghan et. al.(2002) apontou que quando os grãos foram obtidos em solos ácidos (pH 6,0) apresentaram 25% a mais de ferro do que os grãos de solos alcalinos (pH 7,3).

Analisando a interação (Tabela 10) as cultivares presente no solo distrófico e que recebeu adubação apresentou maior teor de zinco nos grãos, isso se deve ao fato de algum fator que fez com que as plantas absorvessem maior quantidade de zinco do solo e com a adubação. Em relação ao desempenho das cultivares a BRS Ametista obteve maior teor de zinco nos grãos.

**Tabela 10** - Teor de zinco ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) nos grãos do feijoeiro, sob influência da adubação e do tipo de solo.

<b>Ambientes</b>	<b>Solos</b>	
	<b>eutrófico</b>	<b>distrófico</b>
S/ adubação	26,17 aA	24,15 bB
C/ adubação	24,25 bB	28,62 aA
C.V %	12,73	

Médias seguidas por mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Segundo Hussain et. al. (2012), relata que a aplicação foliar de zinco é significativa para o crescimento das plantas e produção de grãos, com efeito do solo. Já o teor de zinco nos grãos de feijão é alterado pelo pH do solo e pela concentração de zinco no solo (CICHY et al. ,2005).

### **3 CONCLUSÕES**

A adubação influenciou no número de folhas, índice de colheita que apresentaram valores maiores.

O Solo eutrófico apresentou aumento no número de vagem, índice de colheita e número de folhas.

A cultivar BRS Ametista apresentou um desempenho negativo para as características número de vagem, número de folhas e teor de ferro nos grãos.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente estudo partiu da necessidade de se conhecer, a influência da planta daninha, da adubação, diferente tipo de solo e cultivares nas características agronômicas e a nutrição das plantas, assim como a composição nutricional do grão.

O conteúdo mineral de ferro e zinco pode ter sido influenciado pelas condições de cultivo, incluindo a adubação e as condições do solo. O solo que contém maior teor de argila retém maior quantidade desses minerais no solo, não disponibilizando para os diferentes órgãos das plantas.

Por fim, o estudo reforça a importância da criação da interface entre a nutrição de plantas e o controle de planta daninha, visando à obtenção de melhores condições de produção, com melhor qualidade nutricional.

## 5 REFERÊNCIAS

BEZERRA, A. A. C.; NEVES, A. C.; GUIMARÃES, A. R. C.; SILVA JÚNIOR, J. V. S.; PESSOA, E. F. Morfologia e produção de feijão-caupi, cv. BRS Novaera, sob diferentes densidades de plantio. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 3., Recife, 2014. Feijão-caupi como alternativa sustentável para os sistemas produtivos familiares e empresariais. Disponível em: <http://www.conac2012.org/resumos/pdf/029a.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2015.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, p. 395, 2009.

CAKMAK, I. Enrichment of cereal grains with zinc: agronomic or genetic biofortification? **Plant and Soil**, The Hague, v. 302, n. 1-2, p. 1-17, Jan. 2008.

CHIORATO, A.F.; CARBONEL, S.A.M.; VENCOSKY, R.; FONSECA JÚNIOR, N. DA S.; PINHEIRO, J.B. Genetic gain in the breeding program of common beans at IAC from 1989 to 2007. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.10, n.4, p.329- 336, 2010.

CICHY, K. A. et al. Inheritance of seed zinc accumulation in navy bean. **Crop Science**, Madison, v. 45, n. 3, p.864-870, 2005.

FAGERIA, N. K. Yield physiology of rice. **Journal of Plant Nutrition**, v.30, p.843-879, 2007.

GELIN, J. R.; FORSTER, S.; GRAFTON, K. F.; McCLEAN, P. E.; ROJAS-CIFUENTES, G. A. Analysis of seed zinc and other minerals in a recombinant inbred population of navy bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Crop Science**, Madison, v. 47, n. 4, p. 1361-1366, 2007.

LIMA, J. S. S.; SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. B.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C. Variabilidade temporal da precipitação mensal em Alegre-ES. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.39, n.2, p.327-332, 2008.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MORAES, M.F. Relação entre nutrição de plantas, qualidade de produtos agrícolas e saúde humana. **Informações Agronômicas**, São Paulo, n.123, p. 21-23, 2009.

MORAGHAN, J. T. et al. Iron accumulation in seed of common bean. **Plant and Soil**, The Hague, v. 246, n. 2, p.175-183, 2002.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2011. Disponível em: <<http://www.Rproject.org/>>. Acesso em: 23 de novembro de 2014.

SILVA, C. A. **Potencial de linhagens de feijão com relação aos teores de proteína e minerais nas sementes**. 2011. 95 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

WELCH, R. M. et al. Genetic selection for enhanced bioavailable levels of iron in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 48, n. 8, p. 3576-3580, 2000.

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

## APÊNDICES

**Apêndice A-** Resumo da análise de variância das características de crescimento, produção e nutricional do feijoeiro, sob interferência da trapoeraba.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios							
		MSTrap	DIAM	NF	CL	NVP	PMS	IC	NLV
Trapoeraba	1	4694.5076	2.6064	0.1125	294.9120	2.6064	0.0011	1.5015	0.0070
Solos	1	34.4925	12.8480	931.6125	698.5620	12.8480	0.0007	0.6882	0.2702
Genótipo	3	25.4291	1.8896	3.7458	109.8333	1.8896	0.0119	0.6253	0.0748
Trapoeraba *Solos	1	34.4925	0.0336	27.6125	6.0500	0.0336	0.0042	4.3431	0.0340
Trapoeraba *Genótipo	3	25.4291	0.3212	0.6458	33.1240	0.3212	0.0013	0.0739	0.0024
Solos*Genótipo	3	0.2178	0.0798	8.5458	16.0286	0.0798	0.0017	0.1351	0.0118
Trapoeraba *Solos*Genótipo	3	0.2178	0.3334	49.8791	12.0486	0.3334	0.0040	0.3561	0.0092
Resíduo	64	23.9733	0.2482	15.5875	10.1900	0.2482	0.0027	0.2451	0.0145
Coeficiente de variação (%)		117.97	1.64	33.0	12.89	41.55	17.55	36.54	19.20

MSTrap- massa seca da trapoeraba; DIAM- diâmetro do caule; NF- número de folhas; CL- teor de clorofila; NVP – número de vagem por planta; PMS – peso médio de sementes; IC – índice de colheita; NLV- número de lócus por vagem e semente.

**Apêndice B-** Resumo da análise de variância das características nutricionais do feijoeiro, sob interferência da trapoeraba.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		FFe	FZn	SFe	SZn
Trapoeraba	1	249.3592	232.1529	300.5062	193.3487
Solos	1	704.1284	264.9920	621.3337	378.8416
Genótipo	3	388.4722	41.3583	343.1984	28.2408
Trapoeraba *Solos	1	58.5846	73.4977	86.0087	117.9765
Trapoeraba *Genótipo	3	88.0367	9.7882	79.0599	11.3177
Solos*Genótipo	3	37.4486	2.0660	21.8084	0.8473
Trapoeraba *Solos*Genótipo	3	263.4083	8.0586	291.5725	0.8776
Resíduo	64	39.8999	6.0555	42.4078	10.3647
Coeficiente de variação (%)		16.39	14.17	16.49	16.15

FFe- Teor de ferro nas folhas; FZn- Teor de zinco nas folhas; SFe – Teor de ferro nas sementes; SZn – Teor de zinco nas sementes.

**Apêndice C-** Resumo da análise de variância das características de crescimento, produção e nutricional do feijoeiro, sob da adubação foliar.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios							
		DIAM	NF	NVP	PMS	IC	NLV	SFe	SZn
Ambiente	1	0.0281	159.6125	15.3125	0.0016	1.8605	0.0032	627.5360	27.6242
Solos	1	13.8278	877.8125	931.6125	0.0004	0.00002	0.2070	306.4662	32.3978
Genótipo	3	3.7260	14.8458	117.0458	0.0218	0.9118	0.1060	293.8198	47.8839
Adubação*Solos	1	0.0024	19.0125	4.5125	0.0051	1.5624	0.0143	278.7057	204.3208
Adubação*Genótipo	3	0.2282	9.9458	13.4791	0.0037	0.1237	0.0197	122.6245	15.2488
Solos*Genótipo	3	0.2068	12.0120	55.0458	0.0074	0.3393	0.0138	183.5309	1.6801
Adubação*Solos*Genótipo	3	0.1859	66.1458	2.4125	0.0005	0.1752	0.0154	88.5290	3.2312
Resíduo	64	0.2329	16.0187	5.2500	0.0020	0.1698	0.0102	41.6463	6.0095
Coeficiente de variação (%)		16.39	31.91	36.09	17.46	31.63	17.87	16.78	12.73

DIAM- diâmetro do caule; NF- número de folhas; NVP- número de vagem por planta; PMS – peso médio de sementes; IC – índice de colheita; SFe- Teor de ferro na semente; SZn- Teor de zinco na semente.

