

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AGROECOLOGIA  
MESTRADO PROFISSIONAL**

**MARIANO CHÁVEZ BAZÁN**

**CONTROLE DE ERVAS DANINHA E PRODUÇÃO ORGÂNICA DO FEIJOEIRO  
*Phaseolus vulgaris* L. CURIÓ - IPR 180 SOB CULTIVO MÍNIMO EM SOLO  
ARENOSO NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ**

**MARINGÁ-PR**

**2020**

**MARIANO CHÁVEZ BAZÁN**

**CONTROLE DE ERVAS DANINHA E PRODUÇÃO ORGÂNICA DO FEIJOEIRO  
CURIÓ - IPR 180 *Phaseolus vulgaris* L. SOB CULTIVO MÍNIMO EM SOLO  
ARENOSO NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Mestrado Profissional, do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Pinheiro Neto.

**MARINGÁ-PR**

**2020**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

B362c

Bazán, Mariano Chávez

Controle de plantas espontâneas e produção orgânica do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. *CURIO*) - IPR 180 sob cultivo mínimo / Mariano Chávez Bazán. -- Maringá, PR, 2021. 66 f.: il. color., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Pinheiro Neto.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional, 2021.

1. Agricultura orgânica. 2. Feijão (*Phaseolus vulgaris* L). 3. Plantio direto. 4. Ervas daninhas. 5. Solos arenosos. I. Pinheiro Neto, Raimundo, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional. III. Título.

CDD 23.ed. 635.652

MARIANO CHÁVEZ BAZÁN

“CONTROLE DE PLANTAS ESPONTÂNEAS E PRODUÇÃO ORGÂNICA DO  
FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.) CURIÓ - IPR 180 SOB CULTIVO MÍNIMO.”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional – PROFAGROEC, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências, para obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Prof. Orientador: Raimundo Pinheiro Neto

APROVADO, em 27 de novembro de 2020



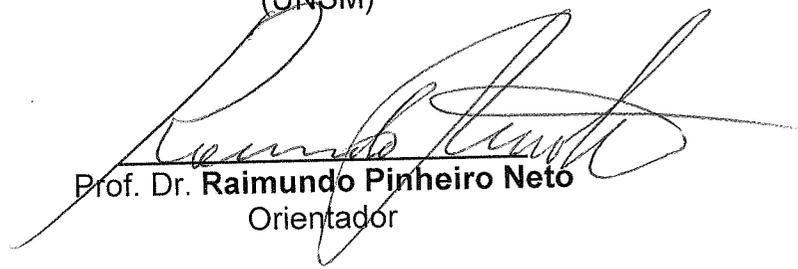
Prof. Dr. **Carlos Alberto de Bastos Andrade** (UEM)



Prof. Dr. **Mateus José Faleiros da Silva** (IFPR)



Prof. Dr. **Aquilino Messias Garcia bautista** (UNSM)



Prof. Dr. **Raimundo Pinheiro Neto**  
Orientador

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, com amor...

À minha esposa, e aos meus filhos, pelo carinho e incentivo em todos os momentos.

## AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e por estar ao meu lado em todos os momentos, em especial nesta caminhada.

À Universidade Estadual de Maringá (UEM), Campus de Maringá, ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia (MPA) e à Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pela oportunidade de realizar o Mestrado Profissionalizante.

Ao meu orientador, Professor Dr. Raimundo Pinheiro Neto, pelo apoio, ensinamentos compreensão e amizade, elementos imprescindíveis na elaboração e conclusão deste trabalho.

Aos professores, funcionários e Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Mestrado Profissional, do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias - UEM, especialmente ao professor Doutor José Ozinaldo Alves de Sena, Professor MSc. José Walter Pedroza Carneiro pelo incentivo dado para o término deste trabalho.

Aos funcionários do Laboratório Análise de Sementes, Vitor e Evair, e do Setor de Máquinas Agrícolas, Vilmar e Valdir, que não mediram esforços para ajudar na montagem, condução e análises deste trabalho.

Ao Professor Dr. Higo/UNIFIL, por também ceder seu precioso tempo por colaborar e ajudar na projeção do projeto e reta final deste trabalho.

Aos funcionários da Área de Melhoramento Genético/IAPAR. José dos Santos Neto, por ceder seu precioso tempo por colaborar e ajudar na projeção do projeto e execução e reta final deste trabalho.

Aos amigos de turma de Mestrado, pelo apoio e incentivo para fazer este Mestrado Profissional.

Aos meus pais, Delfin e Margarita, por todo o incentivo e apoio em todos os momentos da jornada de minha existência. Aos meus familiares, por toda compreensão e amor.

*Na verdade, torna-se difícil mencionar e agradecer a todas as pessoas que de alguma participaram, uma vez que foram tantas e tão diversas as maneiras de colaboração que recebi.*

*Meu muito obrigado a todos!*

## RESUMO

O plantio de feijão é de grande importância econômica para o Brasil onde têm sido aprimoradas técnicas que envolvem desde o manejo de solos até a colheita mecanizada. O trabalho teve como objetivo avaliar feijão *Phaseolus vulgaris* L. cultivar Curió – IPR 180 sob três métodos de controle de ervas daninha durante o cultivo mínimo em um sistema orgânico de produção. Este trabalho foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá, situada em Iguatemi, Município de Maringá, Estado do Paraná. Nós utilizamos a semeadora construída e adaptada pelo IAPAR Máquinas Agrícolas SB, Cambé – Londrina. O estado da arte da semeadura é uma técnica muito antiga e o sucesso na produtividade de uma cultura depende da qualidade do cultivo. As sementes de feijão foram passadas nos sistemas dosadores das semeadoras, e na sequência foram realizados os testes de qualidade de plantio e germinação. Os resultados permitiram concluir que a capina manual foi o melhor tratamento avaliado nesta oportunidade com um rendimento de 739 kg ha<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** Agricultura Orgânica; Feijão; Plantio Direto; Ervas Daninha; Solos Arenosos.

## ABSTRACT

The planting of beans is of great economic importance for Brazil where techniques have been improved that involve from soil management to mechanized harvesting. The objective of this work was to evaluate *Phaseolus vulgaris* L. Cultivar Curió – IPR 180 under three weed control methods during minimum cultivation in an organic production system. This work was carried out at the Experimental farm of the State University of Maringá, located in Iguatemi, Maringá, Paraná state. We use the Seer built and adapted by IAPAR agricultural machinery SB, Cambé – Londrina. The state of the art of sowing is a very old technique and the success in the productivity of a crop depends on the quality of cultivation. The bean seeds were passed in the seeders dosing systems, and in the sequence, the quality of planting and germination tests were performed. The results allowed us to conclude that the manual weeding was the best treatment evaluated in this opportunity with a yield of 739 kg ha<sup>-1</sup>.

**Keywords:** Organic agriculture; Bean; No-till; Weeds; Sandy soils.

## LISTAS DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Estágios de desenvolvimento do feijão - <i>Phaseolus vulgaris L.</i> .....	30
<b>Figura 2.</b> Vista parcial do experimento (a); Visão específica da parcela (b); Visão parcial da testemunha (c).....	45
<b>Figura 3.</b> Análise Multivariada de principais componetes de produção do Feijão ( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> ) - cultivar Curió - ecotipo IPR 180.....	50
<b>Figura 4</b> Análise de correlação de produção Feijão ( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> ) - cultivar Curió - ecotipo IPR 180.....	51
<b>Figura 5.</b> Análise box-plots dos dados de produção de grãos de acordo com tratamentos.....	52
<b>Figura 6.</b> Dosador pneumático do IAPAR (vista lateral) .....	12
<b>Figura 7.</b> Contagem das sementes após 48 horas da colheita .....	38
<b>Figura 8.</b> Pesagem das sementes.....	39

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Feijão - <i>Phaseolus vulgaris L.</i> total (1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> E 3 <sup>a</sup> SAFRA) comparativo de área, produtividade e produção SAFRAS 2017/18 e 2018/19.....	20
<b>Tabela 2.</b> Certificado de proteção do NPC.....	34
<b>Tabela 3.</b> Análises químicas do solo.....	43
<b>Tabela 4.</b> Dados Climáticos da Fazenda Experimental de Iguatemi ano 2018.....	44
<b>Tabela 5.</b> Quadrados médios da análise de variância para os principais componentes de produção de grãos de Feijão ( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> )-cultivar Curió-ecotipo IPR 180.....	49
<b>Tabela 6.</b> Média dos principais componentes de produção de grãos de Feijão ( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> )-cultivar Curió-ecotipo IPR 180 com as respectivas diferenças ou não pelo teste de Tukey.....	49

## LISTA DE SIGLAS

**TESTEMUNHA** - Tratamento com plantio direto de sementes, que foram controlados a zero e levados para o laboratório para a contagem de vagens e quantidades de grãos.

**CAPACIDADE DE CAMPO** - O solo é um reservatório de água para as plantas e todas as práticas de manejo na agricultura visam à manutenção de seu nível em condições ideais para o desenvolvimento das culturas.

**ALTURA DE PLANTA** – É a medição em centímetros desde o solo até o final da haste principal.

**NÚMERO DE NÓDULOS** – É a contagem aleatória dos nódulos na época de pleno florescimento.

**NÚMERO DE PLANTAS DANINHAS** - É a contagem aleatória das plantas daninhas no experimento aos 15 dias da germinação, até o dia da colheita.

**COMPRIMENTO DE VAGEM** – É a medição em centímetros de forma aleatória em cada planta.

**NÚMERO DE VAGEM POR PLANTA**- É a contagem aleatória que determinou a quantidade de vagens por planta.

**NÚMERO DE GRÃO POR VAGEM** – É a amostragem manual das vagens de forma aleatória que determinou a quantidade de grãos por vagem.

**CLASSIFICAÇÃO DE CLIMA SEGUNDO KÖPPEN Cfa** – É o método de classificação pelo autor para determinar a temperatura que varia de forma aleatoriamente de 5 a 30 ° C e umidade relativa de 53 a 100%, publicado no 4 de agosto a 28 de dezembro de 2018.

## LISTA DE ABREVIATURAS

**CIAT** - International Center for Tropical Agriculture

**CONAB** - Companhia Nacional de Abastecimento

**Embrapa** - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

**IAPAR** - Instituto Agrônômico do Paraná

**FAO** - Food and Agriculture Organization

**ONU** - Organização das Nações Unidas

**PR** - Unidade da Federação – Paraná

**CFA** - Conselho Federal de Administração

**CC** - Capacidade de campo

**FTs** - Fatores de transcrição

**AP** - Altura de plantas

**NN** - Número de nódulos

**NPD** - Número de plantas daninhas

**CV** - Comprimento de vagens

**NVP** - Número de vagens por planta

**NGV** - Número de grãos por vagem

**Cfa** - Classificação de clima segundo Köppen

**FDA** - Food and Drug Administration. Administração de Comidas e Remédios

**FBN** - Fixação biológica de nitrogênio

**SEAB** – Secretaria de estado da agricultura e abastecimento

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1. Objetivo .....	18
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>19</b>
2.1. Feijão: importância .....	19
2.2. Produção, consumo e composição química .....	21
2.3 Resposta das plantas ao déficit hídrico .....	27
2.4 Etapas de desenvolvimento da planta de feijão comum .....	29
2.5 Medidas de controle de plantas daninhas no cultivo do feijoeiro.....	30
2.6 Sementes de feijão <i>Phaseolus vulgaris</i> L. Curió – IPR 180 .....	33
2.7 Agricultura orgânica .....	34
2.8 Adubos orgânicos .....	36
2.9 A fixação biológica de nitrogênio pelo <i>Rhizobium tropici</i> no feijoeiro.....	37
2.10 Fósforo no solo e na planta do feijoeiro.....	38
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>42</b>
3.1. Teste padrão de germinação .....	42
3.2. Análise de pureza .....	44
3.3. Determinação de sementes quebradas .....	44
3.4 Características avaliadas .....	45
3.4.1 Número de espécies ervas daninhas (NED) .....	45
3.4.2 Medição de altura de plantas (AP) .....	46
3.4.3 Número de nódulos (NN) .....	46
3.4.4 Comprimento de vagem por planta (CVP) .....	46
3.4.5 Número de vagens por planta (NVP) .....	46
3.4.6 Número de grãos por vagem (NGV) .....	46
3.4.7 Peso de 100 grãos .....	46
3.4.8 Produtividade .....	47
3.5 Análises estatística .....	47
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>48</b>
4.1. Resultados .....	48
4.2 Discussão .....	50

<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>45</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos alimentos básicos do povo brasileiro e de grande parte da América Latina. Tem fundamental importância devida ser fonte acessível de proteínas, com elevado valor energético. A comercialização do feijão é instável e os riscos climáticos atrelados à cultura dificultam uma maior adesão de agricultores em todo o país. Uma das alternativas para aumentar a estabilidade da comercialização é a agregação de valor ao grão, o que pode ser alcançado com a utilização do sistema de produção orgânico. A procura pelo feijão produzido organicamente tem aumentado, mesmo com preços de venda do produto cerca de 30 a 40% superiores ao do feijão cultivado de forma convencional (SANTOS, 2011).

Os sistemas de produção de alimentos atualmente tendem a manejos mais sustentáveis, gerando demanda de pesquisas em agroecologia. As primeiras pesquisas em agricultura orgânica foram comparando o sistema orgânico e o sistema convencional, porque se pretendia comprovar que o desempenho da agricultura orgânica era igual ao da agricultura convencional. Nos dias atuais a necessidade se concentra em pesquisas que avaliem diversos fatores em sistemas orgânicos, não mais os comparando com sistema convencional (ARAUJO, 2007).

Dentro do gênero *Phaseolus*, o feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e a espécie mais cultivada (SILVA et al., 2009), com cerca de 26 milhões de hectares plantados (EMAM et al., 2010). O Brasil, além de ser um dos maiores produtores desta leguminosa, também é um dos maiores consumidores. O estado do Paraná é o maior produtor nacional representando cerca de 30% da produção do Brasil e mais da metade da produção da região sul (ANDRADE et al., 2004; CONAB, 2016). Além da importância econômica, a leguminosa é componente das refeições dos brasileiros, pois é uma das principais fontes de proteína (LIMA; CORREA, 2015).

Devido à grande importância de leguminosas secas como o feijão na alimentação humana do mundo inteiro, a 68ª Assembleia Geral da ONU (Organização das Nações Unidas) declarou “2016 o Ano Internacional das Leguminosas” (*International Year of Pulses*) com o tema: “Sementes Nutritivas para um Futuro Sustentável”. Segundo a FAO, as leguminosas secas (feijão, ervilha, grão-de-bico, lentilhas) representam uma fonte alternativa de proteínas mais barata do que as encontradas nas carnes. Elas também apresentam o dobro das proteínas do trigo e o

triplo do arroz, são ricas em micronutrientes, aminoácidos e vitamina B, substâncias que as tornam componentes essenciais de uma dieta saudável (FAO, 2015).

Na América Latina aproximadamente 93% da área de cultivo de feijão, não possui necessidade hídrica satisfatória durante o ciclo (SINGH, 1995), e a redução de produtividade aumenta à medida que o déficit hídrico aumenta (EMAM et al., 2010). Durante a exposição à condição de estresse, as plantas se utilizam de estratégias com o objetivo de minimizar os seus efeitos, dentre elas estão incluídas alterações de vias metabólicas e modificações na expressão genica, as quais podem ser herdadas (GRATIVOL et al., 2011).

A informação genica contida na sequência de DNA (ácido desoxirribonucleico) e a expressão em resposta a um sinal ambiental são cruciais para a adaptação de um genótipo. O desenvolvimento e o estímulo ambiental podem induzir a modificações epigenéticas, ou seja, para um mesmo genoma de uma célula da planta podem ocorrer múltiplas epigenias devido a resposta ao estresse (CHINNUSAMY; ZHU, 2009). Estes mecanismos regulam variadas funções genéticas que incluem transcrição, replicação do DNA, entre outros (SAHU et al., 2013). A mutação do DNA é um dos mecanismos epigenéticos, pois desempenha papel fundamental na manutenção da estabilidade do genoma e a regulação da expressão do gene (LE et al., 2014). As plantas apresentam níveis elevados de citosinas metiladas no DNA, variando de 6 a 25% do total de citosinas, dependendo da espécie (SAHU et al., 2013).

A cultura do feijoeiro no Brasil é explorada principalmente por pequenos produtores. No seu cultivo são observados baixos níveis de utilização de tecnologia, dado o seu caráter de subsistência. O sistema de cultivo predominante é o de consórcio, especialmente com o milho. As práticas agrônomicas recomendadas para o cultivo do feijão, tem como objetivo de orientar os produtores das diversas regiões do país na condução das suas lavouras. A produção brasileira de feijão tem sido menor que a demanda, havendo necessidade, muitas vezes, de importar o produto para equilibrar o mercado interno (SITE: <https://plantarcrescercolher.blogspot...>, 2018).

O Feijão busca a introdução no mercado, adaptação e desenvolvimento de cultivares e recomendação de tecnologias para o aumento da produtividade. Além de significar maiores ganhos aos produtores com redução de custos, as tecnologias recomendadas também procuram aumentar a qualidade do produto. Desenvolve pesquisas nas seguintes linhas: Desenvolvimento de cultivares resistentes às doenças e fatores edafoclimáticos; Caracterização de e cotipos; Variabilidade

genética e epidemiologia das principais viroses; Melhoria da produtividade, da qualidade comercial e nutricional do feijão na agricultura familiar; Feijão em sistemas de plantio direto, rotação de culturas e integração lavoura-pecuária; Agricultura orgânica (SITE: <https://plantarcrescercolher.blogspot...>,2018).

A planta de feijão apresenta ciclo vegetativo rápido, tornando-se bastante sensível à competição por fatores bióticos e abióticos, dentre os fatores bióticos destaca-se a interferência imposta pelas plantas daninhas (PROCÓPIO et al., 2004).

O feijoeiro é uma espécie que não suporta a interferência de plantas daninhas, principalmente devido à competição por luz, nutrientes e água. Assim, é fundamental que a cultura seja mantida livre da presença destas espécies daninhas, principalmente durante o período de 15 aos 30 dias após a emergência, período em que a competição é mais prejudicial para o desenvolvimento da cultura. O controle das plantas daninhas na cultura do feijão é fundamental e tem como finalidade a manutenção da produtividade. Os métodos de controle, que podem ser utilizados para o manejo das plantas daninhas, são o controle cultural, preventivo, mecânico e químico (EMBRAPA, 2013).

Um dos principais métodos de controle de plantas daninhas no feijoeiro é o controle químico, pois é o mais eficiente e mais econômico, portanto, sendo o mais utilizado no Brasil. Porém, deve-se tomar alguns cuidados técnicos para a sua utilização, como época de aplicação, dose recomendada ao feijoeiro, seletividade do produto e, principalmente, conhecer quais são os produtos recomendados para a cultura. O não atendimento de um desses fatores pode ocasionar danos na cultura, podendo atrasar o ciclo de vida do feijoeiro, e em situações mais drásticas levar a grandes perdas na produção (TAKANO et al., 2015).

Outro problema, em relação ao controle químico, é que algumas espécies de plantas daninhas, como buva (*Conyza* spp), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*), poaia-branca (*Richardia brasiliensis*), corda-de-viola (*Ipomoea* spp.), etc, apresentam resistência ou tolerância a determinados grupos químicos e mecanismos de ação de herbicidas. Com isso vem a necessidade de rotacionar métodos de controle, tipo, época e modalidades de aplicação de herbicidas, com a finalidade de controlar estas plantas e prevenir futuros casos de resistência. A cultura do feijoeiro já é conhecida e explorada pelos agricultores a algumas décadas, e sempre vem a necessidade e obtenção de novas técnicas que facilitem o manejo da cultura. Os 9 manejos de plantas daninhas é um fator

determinante e que irá impactar expressivamente se não for feito corretamente. Se não for manejado o produtor pode estar deixando de ganhar, pois a interferência que a cultura irá sofrer se não fizer o controle das plantas daninha será maior que a aplicação do herbicida, ou seja, os componentes de produção serão afetados. Efetuando o controle das plantas invasoras a cultura irá ter incrementos de produtividade. Com o trabalho pode ser diagnosticado quais os impactos que o controle das plantas daninhas irá gerar, e qual a melhor época de controle ou se é necessário fazer o manejo das plantas daninhas em diferentes modalidades de aplicação, ou podendo ser utilizada apenas meia dose do herbicida, que resultará em menor custo e apresentará um controle satisfatório. (VIEIRA L. et al., 2015).

A cultura do feijão é cultivada, em sua maior parte, pela agricultura familiar, produzida por todos os tipos de produtores com diferentes níveis tecnológicos em todas as regiões do país. A agricultura familiar é responsável por cultivar 62% do feijão comum (preto + de cor) (POSSE et al., 2010).

Os resultados mostram algumas semelhanças em traços qualitativos (cor de pod e tamanho e cor de semente) entre espécies de orquídeas tributais. No entanto, houve alta variação na morfometria de sementes de orquídeas, provavelmente devido a adaptações ecológicas aos seus habitats únicos e modos de dispersão. Informações sobre morfometria de sementes de orquídeas são úteis para inferir o modo de dispersão ideal, relacionado às estratégias de conservação in situ e podem ajudar a identificar espécies vulneráveis e definir prioridades para a conservação de ex situ. Mais pesquisas, incluindo espécies adicionais de orquídeas, são necessárias para validar esses resultados e explorar outras propriedades das sementes estudadas (por exemplo, composição lipídica) para desenvolver protocolos de armazenamento ideais para banco de sementes. (SITE: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/...>, 2020).

O conceito de agroecologia quer sistematizar todos os esforços para produzir um modelo tecnológico abrangente, que seja socialmente justo, economicamente viável e ecologicamente sustentável; um modelo que seja o embrião de um novo relacionamento com a natureza, onde se protege a vida toda e toda a vida, estabelecendo uma ética ecológica que implica no abandono de uma moral utilitarista e individualista e que postula a aceitação do princípio do destino universal dos bens da criação e a promoção da justiça e da solidariedade como valores indispensáveis. A rigor, pode-se dizer que agroecologia é a base científico-tecnológica para uma agricultura sustentável. (SITE: <https://plantarcrescercolher.blogspot...>, 2018).

## 1.1 OBJETIVO

Avaliar os componentes de produção de feijão (*Phaseolus vulgaris L.* - cultivar Curió - ecotipo IPR 180) em solo arenoso sob competição com ervas daninhas objetivando a produção orgânica de grãos.

Avaliar o uso de diferentes métodos de manejo (mecânico) no controle de plantas daninhas e na produção orgânica do feijoeiro.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Feijão: importância

FEIJAO (*Phaseolus vulgaris* L.). Segundo o *International Center for Tropical Agriculture* (CIAT, 2016) um prato de feijão faz parte da dieta diária de 400 milhões de pessoas na região dos trópicos, pois o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é um alimento altamente nutritivo. Mais de 200 milhões de pessoas na África subsaariana dependem do feijão como parte primária de sua alimentação, e em partes da América e da África ainda é o legume mais consumido, compondo cerca de 15% das calorias e 36% da quantidade de proteína diária (SCHMUTZ et al., 2013).

No ano de 2014 o Brasil produziu aproximadamente 3,29 milhões de toneladas de feijão sendo o terceiro país com maior produção, neste mesmo ano a maior produção registrada foi de 4,11 milhões de toneladas na Índia (FAO, 2016).

No estado do Paraná, o feijão de primeira safra no mesmo ano de 2014 foi aproximadamente de 192,7 mil hectares e uma estimativa de aumento de 6,5% para safra de 2015/2016. O Paraná é o estado com maior produção, na safra 2015/2016 serão produzidas aproximadamente 328,9 mil toneladas, o que corresponde cerca de 29% da produção nacional e 67% da produção da região sul (PR, SC e RS) do país (CONAB, 2016). e (<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>: Acesso 29/08/2019).

Geralmente, essa leguminosa é cultivada nas pequenas propriedades rurais, como cultivo de subsistência. Nesse contexto, uma parcela significativa da produção brasileira de feijão é oriunda dessas propriedades, em módulos de área que vão de 1 a 50 ha (MOREIRA; STONE; BIAVA, 2003). Desta forma, mesmo sendo grande a área de cultivo no Brasil, a produção não consegue satisfazer a demanda interna. Isso se deve à baixa produtividade dos cultivos destas regiões, que oscilam entre 500 e 700 kg ha<sup>-1</sup>, e que, por sua vez, está associada à falta de assistência técnica, de crédito e de mercado estável, ao baixo nível tecnológico, à ocorrência de problemas fitossanitários e ao baixo uso de insumos (MORALES-GARZON, 2000).

Nas regiões produtoras de feijão, o plantio pode ser feito em três épocas. A primeira, conhecida como “safra das águas”, acontece de agosto a dezembro e concentra-se na Região Sul; a segunda safra, ou “safra da seca”, abrange todo o país e ocorre de janeiro a abril; a terceira safra, ou “safra de inverno”, concentra-se mais

no Centro-Oeste e acontece de maio a agosto, dependendo do estado. Assim, durante todo o ano, sempre haverá produção de feijão em alguma região do Brasil (MOREIRA; STONE; BIAVA, 2003).

REGIÃO/UF	ÁREA (Em mil ha) PRODUTIVIDADE (kg/ha)					PRODUÇÃO (Em mil t)		
	Safra 18/19	VAR. %	Safra 17/18	Safra 18/19	VAR. %	Safra 17/18	Safra 18/19	VAR. %
	(b)	(b/a)	(c)	(d)	(d/c)	(e)	(f)	(f/e)
<b>NORTE</b>	<b>90.0</b>	<b>(8.3)</b>	<b>797</b>	<b>967</b>	<b>21.5</b>	<b>78.3</b>	<b>87.2</b>	<b>11.4</b>
<b>NORDESTE</b>	<b>1,495.0</b>	<b>(6.6)</b>	<b>400</b>	<b>441</b>	<b>10.2</b>	<b>641.0</b>	<b>659.6</b>	<b>2.9</b>
<b>CENTRO-OESTE</b>	<b>390.6</b>	<b>(19.1)</b>	<b>1,638</b>	<b>1,761</b>	<b>7.5</b>	<b>791.4</b>	<b>687.7</b>	<b>(13.1)</b>
MT	217.9	(23.3)	1,237	1,429	15.5	351.3	311.4	(11.4)
MS	26.5	(1.1)	1,31	1,417	8.2	35.1	37.6	7.1
GO	131.3	(16.0)	2,353	2,297	(2.4)	367.7	301.6	(18.0)
DF	14.9	(6.9)	2,334	2,489	6.7	37.3	37.1	(0.5)
<b>SUDESTE</b>	<b>463.5</b>	<b>0.7</b>	<b>1,701</b>	<b>1,666</b>	<b>(2.0)</b>	<b>783.0</b>	<b>772.4</b>	<b>(1.4)</b>
MG	363.7	7.2	1,514	1,524	0.7	513.6	554.3	7.9
ES	14.4	(2.0)	943	949	0.6	13.9	13.7	(1.4)
RJ	1.5	25.0	883	1,048	18.7	1.1	1.6	45.5
SP	83.9	(20.2)	2,419	2,417	-	254.4	202.8	(20.3)
<b>SUL</b>	<b>511.2</b>	<b>(3.3)</b>	<b>1,555</b>	<b>1,592</b>	<b>2.3</b>	<b>822.4</b>	<b>813.6</b>	<b>(1.1)</b>
PR	395.4	(0.9)	1,472	1,55	5.3	587.4	613.0	4.4
SC	59.7	(15.8)	1,797	1,769	(1.6)	127.4	105.6	(17.1)
RS	56.1	(4.6)	1,83	1,694	(7.4)	107.6	95.0	(11.7)
<b>NORTE/NORDESTE</b>	<b>1,585.0</b>	<b>(6.7)</b>	<b>423</b>	<b>471</b>	<b>11.3</b>	<b>719.3</b>	<b>746.8</b>	<b>3.8</b>
<b>CENTRO-SUL</b>	<b>1,365.3</b>	<b>(7.3)</b>	<b>1,628</b>	<b>1,665</b>	<b>2.3</b>	<b>2,396.8</b>	<b>2,273.7</b>	<b>(5.1)</b>
<b>BRASIL</b>	<b>2,950.3</b>	<b>(7.0)</b>	<b>982</b>	<b>1,024</b>	<b>4.2</b>	<b>3,116.1</b>	<b>3,020.5</b>	<b>(3.1)</b>

**Tabela 1.** Feijão total (1ª, 2ª E 3ª SAFRA) comparativo de área, produtividade e produção SAFRAS 2017/18 e 2018/19.

**Fonte:** Conab - Nota: Estimativa em julho/2019.

Atualmente, o cultivo do feijão ainda é altamente afetado por fatores bióticos e abióticos. Dentre os fatores abióticos, a tolerância a seca é uma característica a ser melhorada para adaptar e permitir o cultivo da leguminosa devido aos impactos das alterações climáticas. A deficiência hídrica é sentida quando a taxa de

evapotranspiração e maior que a taxa de absorção de água pelas raízes, como o feijoeiro possui um sistema radicular superficial, pequenas estiagens são sentidas rapidamente pela cultura. O feijoeiro é uma espécie pouco tolerante a falta de água, no período da semeadura até a emissão do quarto trifólio a deficiência hídrica é responsável pela redução no número de plantas que resulta em menor produção de grãos, nos primeiros 20 dias a redução na produção pode ser 16 a 42% em relação a produtividade obtida em condições de campo de 0,01 MPa (PEREIRA et al., 2012). Quando ocorrem períodos de estiagens na fase reprodutiva a produção é drasticamente reduzida devido principalmente ao abortamento de flores e vagens (WHITE, 1993).

Quando a associação é mensurada pelo coeficiente de correlação é importante conhecer a magnitude do coeficiente pelo fato do tamanho da amostra influenciar na significância (CARGNELUTTI FILHO et al., 2011).

## **2.2 Produção, consumo e composição química**

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento, a produção do feijão no Brasil está diminuindo, influenciada pela variação climática e pelo uso de grãos na semeadura (84%) (CONAB, 2016). Os grãos apresentam queda de rendimento e qualidade, gerando prejuízos econômicos. O elevado custo de produção estimula a troca dessa cultura por oleaginosas, em destaque no Paraná, que apresentam maior rentabilidade. Essas situações resultam em elevados valores do produto ao mercado, levando o consumidor à busca de novas alternativas de alimentação, em alta, os produtos de preparo rápido. Assim, estima-se que o aumento do consumo de feijão é promissor em locais comerciais, ou seja, fora do domicílio.

Em 2016, a produção total nacional, do feijão carioca foi de 1.687 mil toneladas, com estimativa de produção para a safra de 2016/2017 de 2.032 mil toneladas. A área plantada deverá chegar a 1.368 mil hectares, incremento de 16,5% em relação à safra anterior, distribuídas em três safras, sendo as duas primeiras responsáveis por 90% da produção nacional (CONAB, 2017). Os estados brasileiros com maior produção total de feijão carioca atualmente são Minas Gerais, Goiás, Paraná e São Paulo que juntos totalizam 75% da produção brasileira. O Paraná, na safra 2015/2016, produziu 16,9% da produção nacional (CONAB, 2017).

A legislação brasileira, através da Instrução Normativa nº12, de 2008, classifica o feijão comum como do Grupo I que inclui grãos comuns proveniente da espécie *Phaseolus vulgaris* L. Pela cor do tegumento, o feijão pode ser dividido em quatro classes: branco (grão de tegumento de cor branca), preto (grãos de tegumento preto), cores (grãos com tegumento com cores diferentes das classes Branco e Preto) e misturado (resultado da mistura de cultivares que não atendem às especificações de nenhuma das classes anteriores) (UNIFEIJÃO, 2011: <https://www.unifeijao.com.br>: Aceso 29/08/2019). O feijoeiro pode ser cultivado em três safras, a das águas (1º safra), a das secas (2º safra) e a de inverno sequeiro ou irrigado (3º safra) (SANTOS, 2011).

Outra característica importante de avaliação, do ponto de vista fisiológico, é a produtividade do feijoeiro. Seu rendimento influencia na escolha do cultivar a ser semeado pelo produtor. O feijoeiro-comum é cultivado em grande parte do território nacional, em variadas condições edafoclimáticas, diferentes épocas e sistemas de cultivo, desde a agricultura de subsistência até as mais tecnificadas (PEREIRA et al., 2004b; OLIVEIRA et al., 2013). Existe grande variabilidade genética nessa cultura, logo a identificação das características morfoagronômicas visa potencializar a expressão genotípica em função da influência ambiental (PREZZI et al., 2014).

Para o desenvolvimento de cultivares adaptados às distintas regiões produtoras do país, é necessária a avaliação dos genótipos em diferentes ambientes, simulando as condições de cultivo (PEREIRA et al., 2004b; SIMIDU et al., 2010; BARILI et al., 2011). A interação genótipo e ambiente apresenta influência significativa no rendimento dos grãos pela interferência das características primárias (altura de plantas, massa de grãos, número de vagens e de grãos por vagem) (SIMIDU et al., 2010; BARILI et al., 2011).

A produtividade vegetal pode ser avaliada pela análise de crescimento de plantas, avaliando características como a estatura de planta, número de vagens por planta, número de sementes por vagem (ARAÚJO et al., 2014; PREZZI et al., 2014). Essa metodologia vem sendo utilizada por diversos autores para compreender o comportamento do feijoeiro nas mais diversas condições (CARVALHO; WANDERLEY, 2007a, b; PEREIRA et al., 2009a, b; SIMIDU et al., 2010; SALGADO et al., 2011; ZILIO et al., 2011; MINGOTTE et al., 2013; MOURA et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2015).

A melhoria das características agronômicas dos cultivares de feijão, entre elas a altura de inserção da primeira vagem, vem estimulando seu cultivo. A arquitetura de plantas de feijoeiro e com porte mais ereto que facilite os tratos culturais, a colheita mecanizada e a expansão das áreas de cultivo, passou a ser uma característica importante para a ampliação dessa cultura (MOURA et al., 2013).

Por outro lado, estabelecer a associação existente entre os cultivares, as épocas de cultivo e características de produção são importantes na determinação de genótipos adaptados, com produção de sementes de alta qualidade e rendimento satisfatório (SILVA et al., 2014). O melhoramento das espécies pode ser facilitado com o uso da seleção indireta, nela a avaliação altamente correlacionada entre caracteres genotípicos e fenotípicos permite a seleção de cultivares com características desejáveis (ALMEIDA; PELUZIO; AFFERRI, 2010).

Embora o cultivo do feijão seja distribuído durante o ano, existe diferença na produção entre as safras, assim, é necessário que o produto seja armazenado para garantir a oferta na entressafra. Segundo Resende et al. (2008), se o armazenamento ocorre de forma inapropriada, a falta de monitoramento do teor de água pode resultar em perdas 6 qualitativas e quantitativas que diminuem a qualidade e reduzem o seu valor comercial e nutricional.

A qualidade dos feijões pode ser afetada no campo, pelas condições climáticas, geográficas, agronômicas, a época e o sistema de colheita (BENEVIDES et al., 2013; SMANIOTTO et al., 2014). Do mesmo modo, podem ocorrer perdas nos procedimentos pós-colheita, na secagem, transporte e armazenamento (WANG et al., 2011; SMANIOTTO et al., 2014). Técnicas adequadas de armazenamento aumentam a conservação da qualidade dos grãos e, conseqüentemente, sua aceitação por parte do consumidor (PALABIYIK; PEKSEN, 2008; MORAIS et al., 2010; CARDOSO; BINOTTI; CARDOSO, 2012; OLIVEIRA et al., 2012).

Do ponto de vista nutricional, a combinação arroz e feijão resultam em uma dieta equilibrada, rica em proteínas, com elevado teor de carboidratos, minerais, fibras, vitaminas e aminoácidos essenciais (ELIAS et al., 2009; RIGUEIRA; LACERDA FILHO; VOLK, 2009; BEVILAQUA et al., 2010; RUIZ-RUIZ et al., 2012; BRIGIDE; CANNIATTI-BRAZACA, 2011; WAFULA et al., 2014). Segundo Elias et al. (2008), os componentes supracitados são responsáveis pelo metabolismo celular, no qual a energia necessária vem dos carboidratos, enquanto a sua regulação fica por conta

das gorduras, vitaminas e minerais e as funções plásticas, formativas e regenerativas são reservadas às proteínas.

A proteína do arroz contém aminoácidos sulfurados como a metionina e a cistina, enquanto a proteína do feijão é rica em lisina. Sendo assim, a mistura desses grãos resulta em valores proteicos acima de 80%, considerado uma combinação nutricional importante. Além disso, é atribuída ao feijão à característica de alimento funcional, que promove a redução do risco de doenças cardiovasculares, o combate à obesidade, ao diabetes e a alguns tipos de câncer (BARRIOS; RICARDO; URIBE, 2016; NGOH; GAN, 2016).

Conhecer a composição dos alimentos é de fundamental importância para garantir segurança alimentar e nutricional e obter uma dieta equilibrada. Com valores variando entre 16 e 33%, o feijão é uma boa fonte proteica, além disso, apresenta baixo conteúdo calórico (ELIAS et al., 2009; RAMÍREZ-CÁRDENAS et al., 2010; SLUPSKI, 2010; AZARPAZHOOH; BOYE, 2013). Com a hidratação do grão, as enzimas, o amido e a proteína começam a se hidrolisar, disponibilizando os aminoácidos, carboidratos disponíveis, fibras e compostos bioativos, passíveis de digestão (LÓPEZ et al., 2013).

O conteúdo de carboidratos pode chegar a 65%, apresentando-se na forma de amido, polissacarídeos (não amiláceos) e oligossacarídeos, sendo o primeiro encontrado em maior quantidade, cerca de 80% (SILVA; ROCHA; CANNIATTI-BRAZACA, 2009; AKILLIOGLU; KARAKAYA, 2010; AZARPAZHOOH; BOYE, 2013; ZAMINDAR et al., 2013). O amido apresenta resistência à digestão enzimática no intestino delgado, servindo de substrato para a fermentação no cólon, benefício importante para a saúde humana (PROLLA et al., 2010).

No grão, ainda se pode encontrar entre 3 e 7% de fibras, que podem ser solúveis ou não, formadas por polissacarídeos complexos (celuloses, hemiceluloses, pectinas ou lignina) e consideradas indigeríveis (ROCHA-GUZMÁN et al., 2007; EYARU; SHRETHA; ARCOT, 2009; AZARPAZHOOH 2013). A ingestão de fibras alimentares está sendo associada à manutenção da saúde e prevenção de doenças. Principal componente de vegetais, frutas e cereais integrais, insere-se na categoria de alimentos funcionais, que em uma dieta equilibrada pode reduzir o risco de doenças coronarianas, além de alguns tipos de câncer (FDA, 1998).

Presentes em grandes quantidades na natureza, os minerais exercem funções importantes no metabolismo de plantas e animais (ANDRADE; TEODORO;

TAKASE, 2005). Os minerais, cálcio (Ca), ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn), fósforo (P), potássio (K) e magnésio (Mn) se encontram em maior concentração nessa leguminosa (RUIZ-RUIZ et al., 2012; ERTAS, 2011; AZARPAZHOOH; BOYE, 2013). Segundo Dechen e Nachtigal (2006), no metabolismo das plantas, o ferro exerce influência na ativação de enzimas, participa em reações de oxirredução e funciona como catalisador na biossíntese de clorofila.

O fósforo é encontrado na forma de ácido fítico, em elevadas concentrações em leguminosas. Este apresenta capacidade de formar complexos com minerais (como cálcio, ferro, zinco e magnésio) ou com proteínas (pepsina, amilase e tripsina), interferindo em sua solubilidade e, assim, deixando-os menos biodisponíveis ao organismo, afetando sua absorção, digestibilidade e funcionalidade (AKILLIOGLU; KARAKAYA, 2010; RAMÍREZ-CÁRDENAS et al., 2010; ERTAS, 2011). A concentração dos minerais pode ser influenciada por fatores de produção e processamento dos alimentos. Assim, determinar se a quantidade destes elementos está adequada ao consumo, permite verificar os benefícios que as plantas cultivadas representam para a população (NASCIMENTO; SILVA; OLIVEIRA, 2012).

Outros componentes, naturalmente produzidos pelas plantas, são os compostos fenólicos, como os taninos (DELFINO; CANNIATTI-BRAZACA, 2010; DÍAZ; CALDAS; BLAIR, 2010), que podem apresentar efeitos antinutricionais e danificar a mucosa do aparelho digestório ou ter efeito tóxico sistêmico, pela inativação de enzimas digestivas ou, ainda, reduzir a absorção de minerais agregados (DELFINO; CANNIATTI-BRAZACA, 2010; BENEVIDES et al., 2013), provocando modificações na cor e sabor e diminuindo a qualidade nutricional (ROCHA-GUZMÁN et al., 2007; RAMÍREZ-CÁRDENAS et al., 2010; SLUPSKI, 2010).

Aos feijões também é atribuída à capacidade antioxidante pela presença dos compostos fenólicos (MCGEE, 2014), essa característica é importante do ponto de vista nutricional, em razão da inibição de radicais livres e agregação com minerais, logo as reações ocorrem mais lentamente (WARAHO; MC CLEMENTS; DECKER, 2011). Dessa forma, é possível minimizar a incidência de doenças cardiovasculares, alguns tipos de câncer, envelhecimento precoce, mal de Alzheimer e Parkinson (DELFINO; CANNIATTI-8 BRAZACA, 2010; BENEVIDES et al., 2013), cancro, diabetes e doenças neurodegenerativas (LÓPEZ et al., 2013; MARATHE et al., 2016).

Outros compostos fenólicos também foram identificados, como as flavonas, flavonoides, isoflavonas (AGUILERA et al., 2011; LÓPEZ et al., 2013; COELHO et al.,

2013), antocianidinas e antocianinas. A maior concentração da última resulta em feijões mais escuros (YEO; SHAHIDI, 2015; VERMA et al., 2016). Ainda, grandes concentrações dos compostos fenólicos promovem a impermeabilidade do tegumento de feijões (*hard shell*) que dificulta a absorção de água (BERTOLDO et al., 2009). Esse defeito causa insolubilização de proteínas e perda dos conteúdos intracelulares para a água de embebição, diminuindo a qualidade dos grãos (BARBOSA, 2011).

No entanto, para aproveitar os benefícios dos feijões é necessário que os grãos apresentem qualidade que possa ser determinada por aspectos físicos, nutricionais e tecnológicos. Para isso, são mensuradas as características de teor de água, cor, tamanho, composição nutricional, dureza, tempo de cocção e capacidade de hidratação (VANIER et al., 2014; BASSINELLO, 2016).

A aparência do feijão interfere na sua aceitabilidade por parte do consumidor. O tamanho, o formato e a cor do grão são características importantes de comercialização (GUIMARÃES et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2013; CONAB, 2016). Grãos do grupo cores, com coloração clara, tamanho padrão, sem defeitos são facilmente comercializados no mercado, enquanto os produtos considerados inferiores, com tons escuros, tamanhos pequenos, trincados, quebrados e com alto teor de água apresentam maior oferta na entressafra (CONAB, 2016).

A qualidade tecnológica dos feijões também deve ser avaliada, entendida como as características apreciadas pelos consumidores ou que interferem na opção de compra do produto. De acordo com Siddiq e Uebersax (2013), a qualidade tecnológica é representada pela capacidade de hidratação, taxa de expansão volumétrica após hidratação, tempo de cocção, espessura do caldo, índice de grãos danificados após a cocção, avaliação da coloração, aroma e sabor após cocção. Grãos com maior capacidade de hidratação, que cozinhem mais rapidamente, expandindo-se sem se partirem, são os preferidos pelos consumidores (OLIVEIRA et al., 2012), além disso, a redução no tempo de cozimento promove economia de tempo e energia no preparo (BARBOSA, 2010; OLIVEIRA et al., 2013).

Os nutrientes são absorvidos em maior quantidade pelo feijoeiro pela ordem crescente de absorção, os nutrientes mais absorvidos são: Como macronutrientes: N>K>Ca>Mg>S>P – nitrogênio >potássio >cálcio >magnésio >enxofre >fósforo. Micronutrientes: Fe>Mn>Zn>B>Cu>Mo – ferro >manganês >zinco >boro >cobre >molibdênio. As quantidades de nutrientes exportada pelos grãos do feijoeiro é as quantidades médias de macronutrientes exportadas por tonelada de grãos: 32,2 kg de

N, 3,7 kg de P, 18,6 kg de K, 3,2 kg de Ca, 3,1 kg de Mg e 9,2 kg de S. As quantidades médias de micronutrientes exportadas por tonelada de grãos são: 7,5 g de B, 3 g de Cu, 20 g de Fe, 6 g de Mn, 0,75 g de Mo e 15 g de Zn. (<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/80319/1/500P-Feijao-ed01-2003.pdf.html>: Aceso 14/07/2019).

O N, segundo Pessoa et al., (2000) pode provir de três fontes: do solo, pela mineralização da matéria orgânica do solo (MOS), dos fertilizantes nitrogenados e da fixação biológica de nitrogênio (FBN). Conforme Xavier et al., (2008) uma característica importante desta leguminosa é a capacidade de realizarem FBN em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*.

O emprego racional de corretivos e fertilizantes e a utilização de populações de plantas adequadas podem ser alternativas importantes para amenizar o problema da baixa produtividade média da cultura do feijoeiro no Brasil. O pH do solo é o primeiro ponto a ser trabalhado em áreas de fertilidade marginal, e somente após a calagem, pode-se ter noção da real disponibilidade de nutrientes (OLIVEIRA et al., 1996). Com o pH de 5,5 a 6,5, os nutrientes encontram-se em disponibilidade máxima ou adequada, enquanto a concentração de Al tóxico é mínima. A calagem melhora ainda as propriedades físicas do solo, favorecendo o desenvolvimento das raízes e a absorção de água e nutrientes do solo (ROSOLEM, 1996).

O índice de área foliar, juntamente com outras características da planta tais como altura, número e distribuição das folhas no dossel e ângulo foliar refletem no potencial de sombreamento do solo pelas cultivares, o que confere uma elevada capacidade competitiva, pela quantidade e qualidade da luz, além da redução na amplitude da 27 flutuação da temperatura do solo como resultado da menor transmitância da radiação solar ao longo do dossel nas linhas de cultivo adensadas (COLLINS et al., 2008).

### **2.3 Resposta das plantas ao déficit hídrico**

Respostas fisiológicas, morfo-anatômicas, bioquímicas envolvidas na tolerância a seca. As plantas, quando expostas a condições ambientais estressantes, desencadeiam alterações em processos de âmbito comportamental, morfológico, anatômico, fisiológico e bioquímico, os quais dependem de processos moleculares.

Sob estresse ocorrem sinalizações que podem gerar o silenciamento ou superexpressão de determinado gene (JALEEL et al., 2009; MIZOI et al., 2012).

Durante o período evolutivo, as plantas desenvolveram estratégias naturais para tolerar ou evitar condições de déficit hídrico (TAIZ; ZEIGER, 2004). As alterações desenvolvidas envolvem fechamento estomático, aumento de respiração, entre outros (SHINOZAKI; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, 2007). As estratégias utilizadas em condições de déficit hídrico pelas plantas envolvem quatro mecanismos, que são a evitarão, tolerância, escape e recuperação a seca (FANG; XIONG, 2015). A evitar na seca que envolve estratégias de manter níveis altos de água nos tecidos vegetais durante o estresse, podendo ser por maior eficiência na absorção da água pelas raízes, ou redução da evapotranspiração das partes aéreas, já a tolerância é representada pela manutenção do turgor e continuidade do metabolismo apesar do baixo potencial hídrico, sendo alcançada por meio de síntese de osmolitos, osmoprotetores ou solutos compatíveis (NGUYEN; BABU; BLUM, 1997). O escape a seca é determinado pela capacidade natural ou induzida de ajustar o ciclo de crescimento da planta com períodos de déficit hídrico, como o uso de cultivares precoces garantindo o florescimento em períodos com condições suficientes de água, a recuperação das plantas a seca compreende a capacidade da planta retomar o crescimento e sua produção após a exposição a uma seca severa, a qual causa perda da turgescência e desidratação das folhas (FANG; XIONG, 2015).

A tolerância envolve respostas que podem ser a curto prazo com produção de substâncias 'protetoras' contra o estresse ou a longo prazo (GRANTDOWNTOW; DICKINSON, 2005) como o aprofundamento das raízes, por exemplo.

Sob influência de estresses, a síntese de proteínas é inibida e a degradação das proteínas é acelerada levando um acúmulo de aminoácidos e aminas livres (FUMIS; PEDRAS, 2002). O acúmulo de prolina frequentemente vem sendo relacionado com a resposta ao déficit hídrico sendo armazenada nos tecidos vegetais como maneira de promover tolerância da planta a seca (JOHARI-PIREIVATLOU, 2010). A síntese de prolina possui várias funções durante o estresse, dentre elas: ajuste e proteção osmótica – acúmulo intracelular de solutos osmoticamente ativos que contribui para a continuidade dos processos fisiológicos mesmo que em níveis de atividade menores (COELHO, 2012), elimina radicais livres e antioxidante, protege macromoléculas da desnaturação, e reguladora da acidez citosólica (VENDRUSCULO et al., 2007).

## 2.4 Etapas de desenvolvimento da planta de feijão comum

De acordo com FERNÁNDEZ ET AL., 1986). Se divide o ciclo biológico nas fases vegetativa (V0, V1, V2, V3 e V4) e reprodutiva (R5, R6, R7, R8 e R9). Quando a semente é colocada em condições de germinar, começa o período vegetativo, que continua até o aparecimento do primeiro botão floral, nos cultivares de hábito de crescimento determinado, ou da primeira inflorescência, nos cultivares de hábito indeterminado:

V0 Semeadura à germinação, cotilédones atingem a superfície do solo, 5 dias.

V1 Emergência, 2 dias V2 50% das plantas com as folhas primárias completamente abertas, 4 dias V3 50% das plantas com as folhas trifoliadas abertas, 5 a 9 dias.

V4 50% das plantas com a terceira folha trifoliada completamente aberta, 7 a 15 dias.

R5 Início do florescimento, 10 dias.

R6 Abertura da primeira flor e termina com a queda da corola, expondo a primeira vagem, 4 a 5 dias.

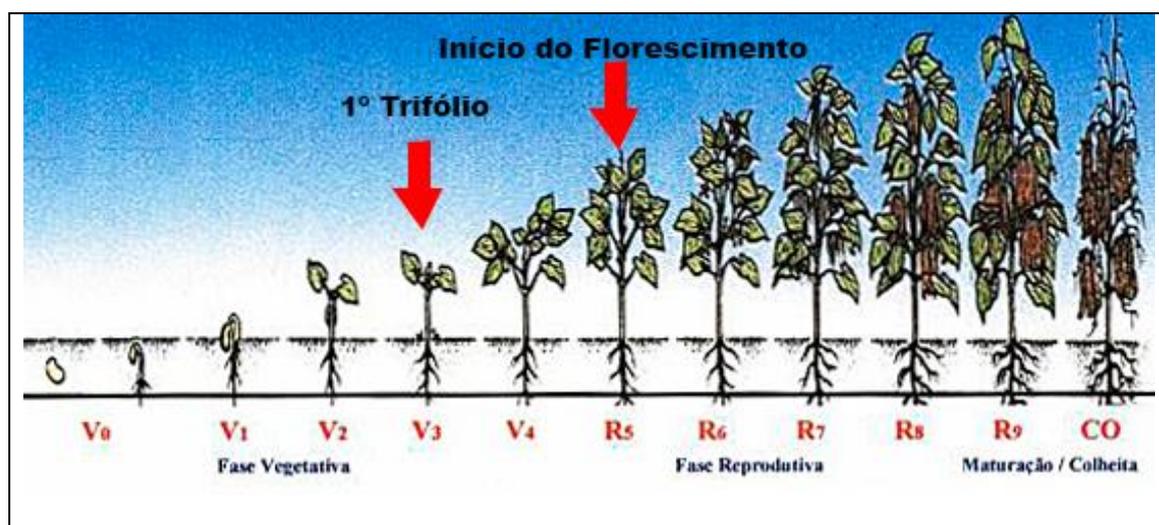
R7 50% das plantas encontram-se com a primeira vagem exposta, crescimento longitudinal da primeira vagem, até atingir o seu comprimento máximo, 8 dias.

R8 Enchimento das vagens, crescimento mais pronunciado das sementes, até atingir seu tamanho final, 18 (hábito I e I), 2 a 24 (hábito II e IV) dias, 50% das plantas com as vagens no comprimento máximo.

R9 Fase de maturação: descoloração das vagens, amarelecimento e queda das folhas, principalmente as mais velhas, até a seca total da planta.

O ciclo da cultura é completado de 70 a 110 dias, de acordo com a cultivar e com as condições climáticas.

**Figura 1.** Estágios de desenvolvimento do feijão - *Phaseolus vulgaris* L.



Fonte: OLIVEIRA, M. G. de C., 2018.

## 2.5 Medidas de controle de plantas daninhas no cultivo do feijoeiro

O manejo de plantas daninhas envolve atividades dirigidas para o seu controle podendo ser direto ou indireto. O primeiro refere-se à eliminação direta das plantas daninhas com o uso de herbicidas, métodos mecânicos ou manuais. Dentre as estratégias que diminuem a introdução de novas espécies na área destaca-se o controle preventivo como método eficiente, que tem por finalidade prevenir a introdução e o estabelecimento ou disseminação de plantas daninhas em áreas não infestadas. São exemplos de métodos preventivos: o uso de sementes certificadas, uso de quebra ventos, controle de plantas daninhas em carregadores e estradas, limpeza de máquinas e implementos (EMBRAPA, 2013).

O manejo se baseia na utilização de plantas cultivadas com capacidade de manifestar seu máximo potencial produtivo e competir com outras plantas. A diversificação de cultivos (sucessão ou rotação) permite que os restos culturais de um cultivo exerçam efeitos alelopáticos sobre a comunidade infestante (EMBRAPA, 2006). A rotação de culturas, também é considerada tipos de controle, pois atuam prevenindo o surgimento de altas populações de plantas adaptáveis a determinada cultura. A monocultura através de técnicas sequenciais de aplicação dos herbicidas com os mesmos princípios ativos pode levar às plantas daninhas a criarem resistência e aumentarem a interferência sobre a cultura (COBUCCI, 2004).

A interferência destas espécies de plantas daninhas na cultura do feijão pode resultar em perdas diretas que podem ultrapassar os 80% de produtividade (PARREIRA, 2009; FONTES et al., 2013; MELLO et al., 2018). E quanto mais precoce é o feijoeiro maior o dano causado pela competição (OLIVEIRA et al., 2013; EMBRAPA, 2013).

O sistema de semeadura direta da cultura proporciona que as sementes fiquem concentradas próximas a superfície do solo. No sistema convencional as sementes ficam distribuídas em todo o perfil do solo, dificultando um método de controle eficiente. No controle eficiente de plantas daninhas se consegue reduzir a sementeira do solo, facilitando o manejo dos cultivos. A cobertura morta causa impedimento físico à germinação e, durante a decomposição, pode produzir substâncias alelopáticas que atuam sobre as sementes das plantas daninhas (EMBRAPA, 1999).

O método de controle mecânico pode ser feito através da capina manual, tração animal ou mecânico. Em pequenas áreas a capina manual é comum para o controle de ervas, porém, encontram-se algumas dificuldades quanto a opção por este tipo de operação. Segundo Cobucci (2010), o controle manual deve ser feito o mais cedo possível. Neste caso deve ser movimentado de 3 a 5 cm da camada superficial do solo, impedindo que traga as sementes da camada mais profunda do solo e não prejudicando as raízes do feijoeiro. O cultivo mecânico através de tração animal ou tratorizada apresenta empecilhos, pois não consegue controlar com eficiência as plantas que crescem na linha de semeadura. Além disso, o método mecânico não deve ser realizado em épocas chuvosas, onde o solo está úmido é ineficiente para espécies de plantas daninhas que se propagam de forma vegetativa.

Nas grandes áreas de cultivo, para se obter rápido controle das plantas invasoras, a utilização de herbicidas possibilita controle da infestação. Com rápida praticidade de aplicação e permitindo acréscimos na produtividade (MACHADO et al., 2006). Os herbicidas formam vários grupos e atuam em diferentes rotas metabólicas, que podem ser classificados através do mecanismo de ação e grupo químico das moléculas (FEDTKE, 2012). Os mecanismos de ação referem-se a sítio de ação específico das plantas onde o herbicida atua, sendo muito comum a inibição de enzimas das vias metabólicas das plantas (DAYAN et al., 2010). Após serem absorvidos e atuarem nos sítios de ação, podem causar uma sequência de eventos

bioquímicos e fisiológicos nas plantas que levam a mesma a morte (DEVINE et al., 1993).

Seletividade dos herbicidas Segundo Victoria Filho (1994), a seletividade dos herbicidas para a cultura do feijão ocorre da seguinte maneira: a) nas aplicações em PPI, além da seletividade fisiológica, as sementes de feijão, colocadas na camada tratada pelo herbicida, conseguem sair rapidamente desta camada por possuírem raízes pivotantes. As gramíneas não têm a mesma capacidade devido as raízes serem fasciculadas; b) nas aplicações em pré-emergência, a seletividade deve-se a um posicionamento no solo e, em muitas situações, está envolvida a seletividade fisiológica; e c) nas aplicações em pós-emergência, a seletividade é mais fisiológica, através de mecanismos de degradação que evitam injúrias às plantas. Entretanto, para alguns produtos pode existir problemas de fitotoxicidade inicial e de intensidade destes danos. Nesses casos, a recuperação das plantas do feijoeiro depende de vários fatores como variedades (ciclo), estágio de crescimento do feijoeiro no momento da aplicação, manejo de irrigação, distribuição das raízes no perfil do solo e condições edafoclimáticas. Para o herbicida s-metolachlor trabalhos realizados pela Embrapa Arroz e Feijão mostram que a aplicação do produto após a irrigação diminuiu a possibilidade de fitotoxicidade do feijoeiro comparada com a irrigação logo após a aplicação. De uma forma geral, a planta do feijoeiro deve estar livre de danos fitotóxicos de herbicidas no estágio V4. Este estágio de crescimento é considerado um dos mais importantes, pois determina o arranque da planta do feijoeiro.

Segundo Menezes (1999), alguns exemplos de doenças, influenciadas pelas plantas daninhas são: 1) mosaico dourado: a doença é transmitida pela mosca branca, portanto, a severidade da doença está relacionada com a população de plantas hospedeiras do inseto e do vírus. Entre as plantas hospedeiras do inseto, incluem-se as seguintes espécies: leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), guanxuma (*Sida* spp.), corda de viola (*Ipomoea* spp.) e trapoeraba (*Commelina benghalensis*). Para as hospedeiras do vírus, inclui-se várias espécies de *Phaseolus* e de *Macropitilium*; 2) tombamento: o agente causal é de ocorrência generalizada e grande variabilidade patogênica. Algumas plantas como trapoeraba, picão preto (*Bidens pilosa*) e carrapicho-rasteiro (*Acanthospermum australe*), aumentam a população de raças do fungo mais patogênicas ao feijoeiro e, como conseqüência, as prodrições radiculares; 3) podridão cinzenta do caule: a tiririca (*Cyperus esculentus*) predispõe as plantas ao estresse hídrico, e aumenta a incidência da doença; 4) galha das raízes: a sobrevivência e

multiplicação das espécies de Meloidogyne durante a entressafra depende da presença de plantas hospedeiras. Através de observações de campo em áreas irrigadas constatou-se que as lavouras de feijoeiro em áreas com alta infestação de trapoeraba, mentrasto (*Ageratum conyzoides*), carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum*), erva-de-santa-luzia (*Chamaesyce hirta*), quebra-pedra (*Phyllanthus tenellus*) e tiririca, apresentavam maior severidade da doença; 5) mofo branco: o agente causal da doença é polífago e pode atacar 361 espécies pertencentes a 225 gêneros e 64 famílias de plantas.

## **2.6 Sementes de feijão *Phaseolus vulgaris* L. Curió – IPR 180**

Cultivar Curió – IPR 180 se destaca pela precocidade, chegando à fase de colheita em cerca de 70 dias. O potencial produtivo alcança mais de 3,8 toneladas por hectare. No aspecto doenças, é um material que mostra resistência ao vírus do mosaico comum, oídio e ferrugem, mas é apenas moderadamente resistente ao crestamento bacteriano comum, murcha de *Curtobacterium* e murcha de *Fusarium*. (<http://www.iapar.br/pagina-1629.html>: Aceso 23/07/2019).

CULTIVAR	CULTURA	ORIGEM	ANO LANÇAMENTO	° RNC	N° MANUTENÇÃO	INÍCIO PROTEÇÃO
IPR 85	Trigo	APAR	1999	193	61	36635
PR (88 ) Uirapuru	Feijão Preto	APAR	2000	218	61	36809
IPR 98	Café	APAR	2001	724	61	38555
IPR 126	Aveia Branca Forrageira	APAR	2005	931	61	38904
IPR (141) Tangará	Feijão Carioca	APAR	2007	20110037	61	40420
IPR 144	Trigo	APAR	2008	20110043	61	40420
IPR (145) Tuiuiú	Feijão Preto	APAR	2009	20110099	61	40542
IPR (163) Catuara M	Trigo	APAR	2010	20120180	61	40955
IPR 164	Milho amarelo (VPL)	APAR	2013	20130134	61	41408
IPR (178) Campos Gerais	Feijão Carioca	APAR	2011	20120098	61	40870
IPR (179) Afrodite	Aveia Branca Granífera	APAR	2013	20130221	61	41365
IPR (180) Curió	Feijão Carioca	APAR	2013	20130167	61	41325
IPR (181) Andorinha	Feijão Carioca	APAR	2012	20140098	61	41598
IPR (186) Esmeralda	Aveia Branca Forrageira	APAR	2012	20130244	61	41408
IPR (189) Suprema	Aveia Branca Forrageira	APAR	2012	20130245	61	41408

**Tabela 2.** Certificado de proteção do SNPC.

**Fonte:** Área de Melhoramento Genético/IAPAR.

\*OBS: Quando o número sequencial estiver em parênteses, desconsiderá-lo na citação oficial.

## 2.7 Agricultura orgânica

A agricultura orgânica surgiu entre 1925 e 1930 com os trabalhos do inglês Albert Howard, que ressaltam a importância da matéria orgânica para os processos produtivos e mostram que o solo deve ser atendido como um organismo vivo. Ainda na década de 1920 surgiram, quase que simultaneamente, alguns movimentos contrários à adubação química, que tinham por objetivo o uso da matéria orgânica e outras práticas culturais que fossem favoráveis aos processos biológicos. No entanto apenas na década de 70 o conjunto dessas vertentes passou a ser chamado de

agricultura alternativa, e algum tempo depois o termo agricultura orgânico passou a ser tido como sinônimo de agricultura alternativa (SAMINÉZ et al., 2007).

No Brasil, ainda na década de 70, a produção orgânica estava diretamente relacionada com movimentos filosóficos que buscavam o retorno do contato com a terra como forma alternativa de vida em contraposição aos preceitos consumistas da sociedade moderna. A recusa de uso do pacote tecnológico da chamada agricultura moderna, intensivo em insumos sintéticos e agroquímicos e vigorosa movimentação de solo, cresceu a vertente ecológica ao movimento. A comercialização dos produtos obtidos era feita de forma direta, do produtor ao consumidor, e tinha como clientes aqueles que propugnavam filosofias análogas, assemelhando-se a uma “ação entre amigos” (ORMOND et al., 2002).

A agricultura tem evoluído por meio do desenvolvimento de novas tecnologias, maquinários agrícolas e da indústria química que, tendo estimulado a produção de alimentos, também resultou em consequências visíveis sobre o meio ambiente e os ecossistemas. Em função das consequências, foi-se gerando uma pressão da sociedade pelo consumo de produtos obtidos em sistemas produtivos que não gerem impactos sobre o meio ambiente e a saúde humana. A agricultura orgânica é um sistema de produção alternativa seguro e sustentável, baseado na interação dinâmica entre solo, as plantas, as pessoas, o ecossistema e o meio ambiente (IFOAM, 1998).

De acordo com CAMARGO FILHO (2004) a produção orgânica brasileira vem crescendo lentamente o número crescente de produtos orgânicos no Brasil está devido basicamente em dois grupos: pequenos produtores familiares ligados a associações e grupos de movimentos sociais, que representam 90% do total de agricultores, sendo responsável por cerca de 70% de produção orgânica brasileira, e grandes produtores empresariais 10% ligados a empresas ligadas a empresas privadas. Enquanto na região sul cresce o número de pequenas propriedades familiares que aderem ao sistema, no Sudeste a adesão é em sua grande maioria de grandes propriedades.

De acordo com Secretaria de Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná (SEAB, 2011) a procura por produtores orgânicos tem aumentado no mercado interno externo. O Estado do Paraná e o Brasil vêm conquistando, nos últimos anos, posição privilegiada no cenário de produção orgânica de alimentos. No Paraná, a agricultura orgânica é desenvolvida predominantemente em pequenas propriedades de caráter familiar. De acordo com o Censo Agropecuário 2006 IBGE, 82% do número

total de estabelecimentos rurais e 28% da área são considerados como agricultura familiar. O caso dos produtores no Paraná é caracterizado pelo grande número de assentamentos rurais, reservas indígenas e comunidades de quilombolas, que buscam aplicar os princípios da agroecologia.

De acordo com o Ministério de Agricultura, Pecuária e abastecimento (MAPA, 2016) considera-se produto orgânico seja ele *in natura* ou processado, aquele que é obtido em um sistema orgânico de produção agropecuária ou oriundo de processo extrativista sustentável e não prejudicial ao ecossistema local.

## **2.8 Adubos orgânicos**

A adubação orgânica provoca antagonismos entre microorganismos no solo, podendo resultar no controle biológico de nematóides, bactérias e fungos, prejudiciais ao sistema radicular das culturas. A adubação melhora a capacidade de penetração e retenção de água; a estrutura, o arejamento e a porosidade; aumenta a vida microbiana útil, inclusive com a eliminação de fitopatógenos, favorece a disponibilidade e a absorção de nutrientes, os solos argilosos, pesados e compactados, tomam-se mais favoráveis, e igualmente acontece com solos arenosos, leves e sem boa estrutura (FERREIRA, et al., 2011, p1039).

A principal diferença entre agricultura orgânica e a convencional é que a primeira vê o solo como o centro de todo o processo produtivo, valorizando-o como recurso chave. Por isso, o manejo “orgânico” prioriza práticas que proporcionem a manutenção e a melhora da qualidade do solo, por meio do revolvimento mínimo e do aumento dos teores de matéria orgânica e da atividade biológica. Desse modo, o manejo orgânico recomenda a manutenção de cobertura vegetal sobre o solo, a adubação verde, o cultivo mínimo, o plantio direto, entre outras práticas conservacionistas. Além disso, o manejo do solo no sistema orgânico prioriza as fontes orgânicas de nutrientes e não utiliza de fertilizantes químicos de alta solubilidade (ALCÂNTARA e MADEIRA, 2008).

## 2.9 A fixação biológica de nitrogênio pelo *Rhizobium tropici* no feijoeiro.

Atualmente, o inoculam-te comercial para o feijoeiro no Brasil é produzido com uma espécie de rizóbio adaptada aos solos tropicais, o *Rhizobium tropici*, que é resistente a altas temperaturas, acidez do solo e ainda é altamente competitiva, já que, em condições de cultivo favoráveis é capaz de formar a maioria dos nódulos da planta, predominando sobre a população de rizóbio presente no solo (STRALIOTTO, 2002).

De acordo com a STRALIOTTO, TEIXEIRA E MERCANTE (2003) a inoculação de bactérias do grupo dos rizóbios, capazes de fixar o nitrogênio atmosférico e fornecê-lo à planta, é uma alternativa que pode substituir, mesmo que em parte, a adubação nitrogenada no feijoeiro, resultando em benefícios ao pequeno produtor.

MERCANTE, OTSUBO E LAMAS (2006) relataram que o uso de inoculam-te contendo as estirpes de *R. tropici* CIAT 899 (= SEMIA 4077) e PRF 81 (= SEMIA 4080) promoveu aumentos significativos na nodulação e no rendimento de grãos das cultivares de feijoeiro avaliadas (BRS Pontal, BRS Requite, BRS Vereda e BRS Timbó), mesmo em solos com populações elevadas de rizóbios nativos. Observaram ainda que, as produtividades obtidas com a inoculação de rizóbios selecionados nas diferentes cultivares de feijoeiro mostraram-se superiores àquelas correspondentes aos tratamentos com aplicação de doses de até 80 kg ha<sup>-1</sup> de N, demonstrando a possibilidade de obtenção de incrementos significativos nos rendimentos médios desta cultura, a baixos custos econômicos e ambientais. Da mesma forma, Pelegrin et al. (2009) obtiveram produtividades semelhantes entre a inoculação e a aplicação de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N, e ao comparar a produtividade obtida com a inoculação de rizóbio acrescida de 20 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura em relação a aplicação de 160 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura, também não observaram diferenças. Lemos et al. (2003), utilizando os genótipos Carioca, IAPAR 14 e México 309, verificaram aumento na produtividade quando foi realizada a inoculação com *R. tropici*.

Inoculações mistas têm uma maior taxa de sucesso. Parece que nas plantas co-inoculadas, a nutrição é mais equilibrada e adsorção de nitrogênio, fósforo e outros nutrientes minerais é significativamente melhorada, produzindo uma safra melhor. A inoculação mista de *Azospirillum* com *Rhizobium* aumenta a estimulação e a função dos nódulos, número total e peso dos nódulos, diferenciação das células epidérmicas

nos pêlos radiculares, produtividade de grãos e área da superfície radicular (BASHAN; BASHAN, 2005).

## **2.9 Fósforo no solo e na planta do feijoeiro**

Conforme Almeida et al., (2000) o feijoeiro é uma planta de ciclo curto exigente em nutrientes, devido ao pequeno e pouco profundo sistema radicular. Por isso, é fundamental que os nutrientes sejam colocados à disposição da planta em quantidades, tempo e locais adequados. Para Cardoso (2012) dentre os nutrientes, geralmente o nitrogênio (N) é o que tem maior efeito no crescimento das plantas. Segundo Vieira (2006) a demanda de nutrientes na cultura é grande, principalmente N e fósforo (P).

O P no solo pode ser dividido em quatro categorias: P na forma iônica e em compostos na solução do solo; P adsorvido na superfície dos constituintes minerais do solo; minerais cristalinos e amorfos de P e fósforo componente da matéria orgânica. O mecanismo de difusão é o principal responsável pelo contato entre o fosfato e as raízes no solo e depende de fatores como a concentração do nutriente na solução, poder tampão do solo e o coeficiente de difusão do elemento no solo (BARBER, 1984).

O baixo teor de fósforo disponível no solo é a limitação nutricional mais generalizada na produção agrícola, nos trópicos (SANCHEZ; SALINAS, 1981). O fósforo é o nutriente que mais influencia na produtividade do feijoeiro na maioria dos solos brasileiros (ARF, 1994). Mas, em virtude de reações de adsorção em colóides minerais, precipitação ou conversão em formas orgânicas, grande parte do P adicionado no solo torna-se não disponível, reduzindo a eficiência da adubação fosfatada (HOLFORD, 1997).

Os solos tropicais são caracterizados pelo elevado grau de intemperização e pelos baixos teores de fósforo na forma disponível às plantas. Localizados preferencialmente nos horizontes superficiais, normalmente decrescem conforme se aumenta a profundidade do solo (BONSER; LYNCH; SIEGLINDE, 1996). Nessas condições, o fósforo pode ser fixado em formas não disponíveis às plantas, principalmente com óxidos de ferro e alumínio (NIELSEN et al., 1999).

No feijão, plantas cultivadas em solo com altos teores de fósforo produziram sementes mais pesadas e com maior vigor em relação às das plantas mal nutridas com esse nutriente (VIEIRA, 1986).

Segundo Malavolta (1997), o fósforo é um importante componente estrutural, tendo como função o armazenamento e transferência de energia. O P é um nutriente essencial para o crescimento e para a produção das plantas, cujas funções não podem ser executadas por qualquer outro nutriente. Sem um nível adequado de P no solo, a planta não pode alcançar seu potencial máximo de produtividade. As funções importantes deste nutriente na planta são: o aumento do número de vagens, o aumento da massa dos grãos, a ajuda no processo de maturação dos grãos, o maior incremento do sistema radicular e a melhora da qualidade dos grãos (FAGERIA; BARBOSA FILHO; STONE, 2004).

Plantas de feijoeiros deficientes em fósforo perdem o vigor, chegam à maturidade lentamente e podem produzir grãos pequenos. As plantas se tornam raquíticas, com porte pequeno e apresentam redução do número e do tamanho dos ramos, com a formação de poucas folhas. Há redução do número de vagens, diminuindo a produção (OLIVEIRA; ARAUJO; DUTRA, 1996).

As limitações na disponibilidade de P no início do ciclo vegetativo do feijoeiro podem resultar em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo aumentando o suprimento de P a níveis adequados. O suprimento adequado de P é, pois, essencial desde os estágios iniciais de crescimento da planta (GRANT et al., 2001).

O P é o elemento exigido em quantidade cerca de 10 vezes menor que a do N, por exemplo, mas é essencial para a formação da semente e do fruto (ZUCARELI, 2005). Nas sementes é encontrado em grande quantidade, tendo influência também na formação e no desenvolvimento dos primórdios vegetativos e no crescimento de raízes (GRANT et al, 2001). A deficiência de P pode restringir a absorção, assimilação e translocação de N nas plantas, sendo que a deficiência generalizada de P nas regiões produtoras de feijão talvez seja o fator nutricional mais limitante à fixação de N em cultivos menos tecnificados (ARAÚJO; TEIXEIRA; LIMA, 2002).

O P tem um efeito benéfico na fixação simbiótica de N<sub>2</sub>, atuando diretamente sobre a iniciação, crescimento e funcionamento dos nódulos (ISRAEL, 1987 apud ZUCARELI, 2005) aumentando sua atividade. Assim, o fósforo estimula, indiretamente, o teor de N na planta melhorando o conteúdo de proteínas das sementes (ZUCARELI, 2005).

O feijoeiro comum, segundo Fan et al. (2003), em condições de deficiência de fósforo apresenta redução no crescimento secundário e atraso no desenvolvimento

radicular. Segundo estes autores, o atraso no desenvolvimento, em resposta à limitação na disponibilidade de fósforo consiste em uma estratégia adaptativa que visa, mediante o crescimento primário, à concentração de recursos na exploração do solo.

O baixo suprimento de P diminui a área foliar, em consequência principalmente, da redução no número de folhas e, secundariamente, da limitação à expansão da folha (RODRIGUEZ; KELTJENS; GOUDRIAAN, 1998). A baixa disponibilidade de P em feijoeiro afetou o crescimento pela diminuição do aparecimento de folhas e pela partição da biomassa entre órgãos fotossintéticos e respiratórios, mais do que por efeitos na fotossíntese (LYNCH; LAUCHLI; EPSTEIN, 1991).

Geralmente, o estresse de P diminui mais o número total de sementes produzidas que o tamanho da semente (ZUCARELI, 2005). Com menor número de sementes formadas, a planta aumenta o suprimento de nutriente por semente (GRANT et al., 2001), melhorando, assim, a qualidade das sementes.

O feijoeiro é considerado de baixa eficiência na absorção de P, em virtude da baixa razão raiz/parte aérea e do baixo influxo, associados a um menor requerimento de P para produção de biomassa (FOHSE; CLAASSEN; JUNGK, 1988).

A eficiência de recuperação do P pela planta do feijoeiro é menor do que 10%, dependendo da dose aplicada. Em compensação, a eficiência de uso do P (produção de grãos por unidade de P acumulado na planta) é muito maior do que a de N e a de K. A maior parte (>80%) do P acumulado na planta é transloucada para os grãos. Existe uma correlação significativa e positiva entre a acumulação de P nos grãos e a produtividade do feijoeiro. Assim, existe possibilidade de aumentar a produtividade da cultura com o aumento de taxa de absorção de P (FAGERIA; BARBOSA FILHO; STONE, 2004).

A época de maior velocidade de absorção de fósforo vai desde aproximadamente 30 dias até os 55 dias da emergência, ou seja, desde o estágio fisiológico anterior ao aparecimento dos botões florais até o final do florescimento, quando já existem algumas vagens formadas. Embora a demanda seja alta durante todo este período, ela acentuasse no final do florescimento e no início de formação das vagens, época em que o feijoeiro absorve de 0,20 a 0,30 kg P/ha.dia (ROSOLEM; MARUBAYASHI, 1994).

Segundo Zucareli (2005), apesar da importância do suprimento de P nas fases iniciais do desenvolvimento da cultura, é necessário que seu fornecimento continue também nas fases posteriores. A absorção máxima de P ocorre durante a pré-floração, e seu acúmulo nos grãos ocorre principalmente devido à redistribuição do P contido nas folhas e caules: à medida que a planta se desenvolve o P é removido das folhas e dos caules e direcionado para os grãos. Assim, é preciso garantir o suprimento contínuo de P até a fase de maturação, a fim de que não haja redução na produção dos grãos.

O teor e a acumulação de P nos grãos de feijão estão correlacionados significativamente com a produção de grãos; porém, somente a acumulação de P na parte aérea estava significativamente associada com a produção de grãos. Isto significa que, com a adoção de práticas apropriadas de manejo de P no solo e com o uso de genótipos eficientes, é possível aumentar o teor e a acumulação de P nos grãos e, conseqüentemente, a produtividade do feijoeiro (FAGERIA; BARBOSA FILHO; STONE, 2004).

Tendo como base estudos mais recentes, Amaral et al. (1980) determinaram os potenciais de extração de nitrogênio, fósforo e potássio em cultivares de feijão. Verificaram que, dependendo do potencial de produção do cultivar, a quantidade de nutrientes extraída e/ou exportada pode variar, embora não haja necessariamente uma correlação entre esses fatores, visto que, poderão existir diferenças na eficiência de utilização de nutrientes.

O teor de P nas folhas do feijoeiro decresce depois do início da formação das vagens, sendo o índice de colheita superior ao dos demais micronutrientes, indicando uma elevada translocação de P para as sementes (HAAG et al., 1967).

O conhecimento da quantidade de nutrientes acumulados nas plantas, principalmente na parte colhida, é importante para se avaliar a remoção dos nutrientes da área de cultivo. Assim sendo, tornou-se um dos componentes necessários para as recomendações econômicas de adubação (RAMOS JUNIOR, 2006). A absorção de nutrientes é diferente no que diz respeito a fase de desenvolvimento da cultura, intensificando-se no florescimento, na formação e no crescimento dos frutos ou do órgão que será colhido (FAGERIA, 1997).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local de Condução do experimento**

A pesquisa foi realizada na Fazenda Experimental de Iguatemi 23° 21' 12" LS, 52° 04' 21" LO, 530 m de altitude, 20 km de distância do Campus Central da Universidade de Maringá, estado do Paraná, no Brasil. As condições climáticas na Estação de Pesquisa Iguatemi são classificadas em Cfa, onde a temperatura variou aleatoriamente de 5 a 30 ° C e umidade relativa de 53 a 100% de 4 de agosto a 28 de dezembro de 2018.

O clima é Cfa e de acordo com o classificado de Köppen. O tipo de solo é arenoso do tipo 2 solo que não se enquadra nas especificações segundo IN nº 2 de 20/09/2008 (MAPA). A composição física do solo contém 73% de areia, 2% de silte, 25% de argila. A composição química está descrita na Tabela 3, e, submetida à análise química, de acordo com metodologia de Raij et al. (2001); Banco de dados climáticos da Fazenda Experimental de Iguatemi - FEI/UEM – 2018 na Tabela 4:

Determinações	Unidade	Profundidade 00 – 20 cm	Profundidade 20 – 40 cm
pH (H <sub>2</sub> O)		ns	ns
pH CaCl <sub>2</sub>		4,4	4,1
pH SMP		6,3	6,4
Hidrogênio + Alumínio (H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> )	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	3,9	3,63
Alumínio (Al <sup>3+</sup> )	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,16	0,38
Cálcio (Ca <sup>2+</sup> )	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,92	0,74
Magnésio (Mg <sup>2+</sup> )	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,60	0,52
Potássio (K <sup>+</sup> )	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,15	0,06
SB (Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup> + K <sup>+</sup> + Na <sup>+</sup> )	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	1,67	1,32
CTC pH 7,0 (SB + H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> )	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	5,58	4,95
CTC Efetiva (SB + Al <sup>3+</sup> )	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	1,83	1,70
Carbono (C)	g dm <sup>-3</sup>	7,22	4,39
Matéria Orgânica (MO)	g dm <sup>-3</sup>	12,44	7,57
Fósforo Mehlich I (P meh)	mg dm <sup>-3</sup>	5,83	2,11
Fósforo Resina (P res)	mg dm <sup>-3</sup>	ns	ns
Fósforo Remanescente (P rem)	mg dm <sup>-3</sup>	ns	ns
Enxofre (S)	mg dm <sup>-3</sup>	ns	ns
Boro (B)	mg dm <sup>-3</sup>	ns	ns
Cobre (Cu <sup>2+</sup> )	mg dm <sup>-3</sup>	3,72	3,18
Ferro (Fe <sup>2+</sup> )	mg dm <sup>-3</sup>	175,80	131,10
Manganês (Mn <sup>2+</sup> )	mg dm <sup>-3</sup>	62,52	28,38
Zinco (Zn <sup>2+</sup> )	mg dm <sup>-3</sup>	1,02	0,18
Sódio (Na <sup>2+</sup> )	mg dm <sup>-3</sup>	Ns	ns
Calcio (Ca <sup>2+</sup> )	%	16,49	14,95
Magnésio (Mg <sup>2+</sup> )	%	10,75	10,51
Potássio (K <sup>+</sup> )	%	2,69	1,21
Alumínio (m)	%	8,74	22,35
Hidrogênio (H <sup>+</sup> )	%	67,20	65,66
Saturação por Bases (V)	%	29,93	26,67
Ca/Mg		1,53	1,42
Ca/K		6,13	12,33
Mg/K		4,00	8,67
K/Ca+Mg		0,12	0,05

Tabela 3. Análises químicas do solo

Fonte: o autor

De acordo com a análise física e química no laboratório Agrisolum (08/05/2018).

**Tabela 4.** Dados Climáticos da Fazenda Experimental de Iguatemi ano 2018

Mês	Temperatura °c		Manhã			Tarde			Precipitação	
	Máxima	Mínima	Seco °c	úmido °c	Umidade %	Seco °c	úmido °c	Umidade %	Total mm	Média
junho	6	5	7	6	90.3	0	0	0	0	3.4
agosto	2.56	1.52	4.76	2.88	82.57	0	0	0	37.4	9.68
setembro	6.45	5.27	8.27	6	80.35	0	0	0	17.2	4.65
outubro	6.33	7.89	0.52	9.15	88.4	0	0	0	256.6	1.38
novembro	8.41	7.73	0.59	8.32	0	0	0	0	18.6	.88
dezembro	0.88	0.19	2.35	0.19	0	0	0	0	20	3.33
<b>Média:</b>	<b>5.11</b>	<b>6.27</b>	<b>8.91</b>	<b>17.09</b>	<b>56.94</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>41.63</b>	<b>8.72</b>

Fonte: Banco de dados climáticos da Fazenda Experimental de Iguatemi - FEI/UEM – 2018.

### 3.2 Delineação experimental e tratamentos

Nós avaliamos 3 tratamentos, (testemunha, roçada, capinada) com 12 repetições em blocos ao acaso. Cada parcela com 6m x 2m, apresentou 4 fileiras, com espaçamento de 0,50m x 0,6m, apresentando diferentes quantidades das filas na semeadura em média de 1m/15 plantas, sendo as linhas laterais consideradas bordaduras. A área total da parcela foi de 36m<sup>2</sup>. O experimento teve uma área total de 432m<sup>2</sup>.

### 3.3 Instalação e condução do experimento

O preparo da área para o cultivo mínimo começou com o plantio de aveia preta (*Avena strigosa L.*) que foi conseqüentemente a aração e correção com quatro toneladas de calcário agrícola com os objetivos de elevar os teores de cálcio e magnésio, neutralização do alumínio trivalente e corrigir o pH do solo, para um desenvolvimento satisfatório da cultura. Depois realizamos a semeadura do feijão Curió – IPR 180, e dias depois foram feito o estaqueamento do experimento. O plantio

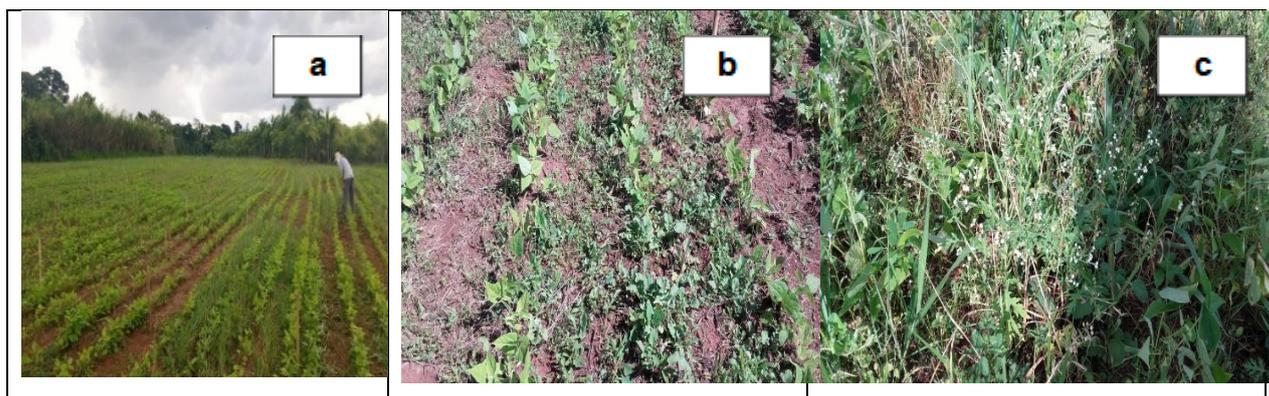
foi feito com a semeadeira adaptada pelo IAPAR Máquinas Agrícolas SB Cambé – Londrina (Figura 2).

### 3.4 Características avaliadas

#### 3.4.1 Número de espécies ervas daninhas (NED)

Foi avaliado a contagem das ervas daninha a cada 15 dias dando um total de espécies da pesquisa: buva (*Conyza* spp), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*), poaia-branca (*Richardia brasiliensis*), corda-de-viola (*Ipomoea* spp.), nabo branco (*Rephabus* ssp), nabo roxo (*Rephabus* ssp), falso serralha (*Emilia fosbergii*), carrapicho-de-carneiro (*Arctium lappa*), fedegoso (*Senna obtusifolia*), picão preto (*Bidens pilosa*), fazendeiro (*Galinsoga parviflora*), capim amargoso (*Digitaria insularis*), braquiária (*Brachiaria decumbens*), carrapicho (*Cenchrus ciliatus*), e também indicadores de solo fértil, como a beldroega (*Portulaca oleracea*), o dente-de-leão (*Taraxum officinalis*) e a guanxuma (*Sida* spp), sorgo (*Sorghum halepense*), mentruz (*Coronopus didymus* L.), tiririca (*Cyperus Rotundus* L.), amendoim bravo (*Euphorbia heterophylla*), centeio (*Secale cereale*).

Nós contamos a quantidade de ervas daninhas desde o primeiro dia de semeadura até última avaliação (colheita). (Figura 3).



**Figura 2.** Vista parcial do experimento (a); Visão específica da parcela (b); Visão parcial da testemunha (c).

**Foto:** autor (2018).

### **3.4.2 Medição de altura de plantas (AP)**

Nós avaliamos a altura das plantas logo após a emergência até o estágio R7 usando o solo como referência até a extremidade da folha mais alta e expressa em centímetros, determinando a média total de cada tratamento.

### **3.4.3 Número de nódulos (NN)**

Nós avaliamos o conte-o de número nós por planta no estágio R7 até o dia da colheita por tratamentos e variáveis, determinando a média total de cada tratamento.

### **3.4.4 Comprimento de vagem por planta (CVP)**

Nós avaliado por planta selecionando as vagens e medição com uma régua no dia da colheita, a partir de um extremo a outro, e se expressa em centímetros, determinando a média total de cada tratamento.

### **3.4.5 Número de vagens por planta (NVP)**

Foi avaliado número de vagem por planta selecionada no dia da colheita, determinando a média total de cada tratamento.

### **3.4.6 Número de grãos por vagem (NGV)**

Nós avaliamos o conto de número de sementes por vagem por tratamentos e variáveis, determinando a média total de cada tratamento.

### **3.4.7 Peso de 100 grãos**

Foi feito na separação de grãos (seleção) e contar a quantidade, depois pesar na balança, e expressa em quilogramas, determinando a média total de cada tratamento.

### **3.4.8 Produtividade**

Nós avaliamos com os dados lançados no sistema é fizemos o cálculo para ter a produtividade por hectare.

### **3.5 Análises estatística**

Os dados obtidos de todos os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) usando o teste de F ( $P \leq 0.05$ ). Os efeitos de tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), sendo que, médias seguidas de mesma letra, não diferiram entre si. O tamanho dos efeitos de tratamento sobre os componentes de produção foram avaliados por uma análise de componentes principais.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Resultados

Observamos que os blocos foram significativos (Tabela 5) para NPD e CV ( $P \leq 0.05$ ), e somente AP não foi afetado pelos tratamentos ( $P > 0.05$ ), ao contrário dos demais componentes de produção NPD, NVP ( $P \leq 0.05$ ), e NN, CV, NGV, P100 e a PRODUÇÃO ( $P < 0.01$ ). O componente de produção com maior variação foi com as estimativas de NVP ( $CV=23,35\%$ ), e o menor foi P100 ( $CV=2,72\%$ ). Na Tabela 6 observamos que estimativa média da altura das plantas AP (34,50 cm), no estágio R6 foi igual 34,66 cm. A testemunha teve as menores estimativas NN (5,42 cm), QV (7,50), NVP (4,58), NGV (4,67), P100 (25,39 gr) e PRODUÇÃO (352 kg/ha), o componente de produção NPD (6.83) foi menor na roçada e similar na testemunha e no tratamento capinado. Os demais componentes não diferiram entre os tratamentos roçada e capinada.

A estimativa de produção do tratamento testemunha foi 352 kg/ha valor inferior a estimativa igual obtida com os tratamentos, 696 kg/há na roçada e 739 na capinada, embora a roçada apresentou maior dispersão de dados do que capinada. Estes resultados indicam que a capina é mais uniforme (Figura 03). Em parte, estes resultados podem ser atribuídos à emergência e sobrevivência das plantas do feijão nas parcelas. Parte desses resultados podem ser atribuídos à emergência e sobrevivência das plantas de feijão ao sistema de plantio adotado e ao vigor das sementes que contribuíram para desuniformidade nas linhas de plantio. A principal causa de baixo número de nódulos da testemunha pode ser atribuído a uma competição por luz entre o feijão e as ervas daninhas. Resultados semelhantes foram observados por efeitos alelopáticos (EMBRAPA, 2006); por perdas diretas na produtividade (PARREIRA, 2009; FONTES et al., 2013; MELLO et al., 2018). A principal causa de baixo comprimento de NV, CV e NGV da testemunha pode ser atribuído a efeitos compensatórios que favoreceu os tratamentos mecânicos. Resultados diferentes foram observados por causa da competição (OLIVEIRA et al., 2013; EMBRAPA, 2013). A principal causa de baixo peso de 100 gramas de grãos observados na testemunha pode ser atribuído também a efeitos compensatórios que favoreceu os tratamentos mecânicos (Figura 04).

Fonte de Variação	GL	AP	NN	NPD	CV	NVP	NGV	P100
Blocos	11	14.075 <b>NS</b>	1.204 <b>NS</b>	5.785*	1.906*	5.628 <b>NS</b>	0.024 <b>NS</b>	0.781 <b>NS</b>
Tratamentos	2	3.250 <b>NS</b>	26.023 **	20.527 *	6.590**	57.298*	0.401 **	8.221**
Erro	22	1.216	0.589	2.224.747	0.681	2.745.581	0.024	0.509
CV (%)	35	10,06	10.83	17.96	9.94	23.35	3.18	2.72

**Tabela 5.** Quadrados médios da análise de variância para os principais componentes de produção de grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) - cultivar Curió - ecotipo IPR 180.

**Fonte:** o autor

Níveis de probabilidade \*\*P = 0,05 \* P = 0,01 \* P = 0,05 pelo teste de F. AP = Altura de Plantas; NN = Números de nódulos; NPD = Número de Plantas Espontâneas (Plantas Adventícias); CV = Quantidade de Vagens; NVP = Número de Vagens por Planta; NGV = Número de Grãos por Vagem; P100 = Peso de 100 grãos; PROD = Produção de grãos.

Tratamento	AP	NN	NPD	CV	NVP	NGV	P100	PROD
	cm	número	número	número	número	número	grama	Kg/ha
Testemunha	34.50 <b>a</b>	5.42 <b>b</b>	9.33 <b>b</b>	7.50 <b>b</b>	4.58 <b>b</b>	4.67 <b>b</b>	25.39 <b>c</b>	352 <b>b</b>
Roçada	34.25 <b>a</b>	7.63 <b>a</b>	6.83 <b>a</b>	8.46 <b>a</b>	8.17 <b>a</b>	4.99 <b>a</b>	26.31 <b>b</b>	696 <b>a</b>
Capinada	35.25 <b>a</b>	8.21 <b>a</b>	8.75 <b>b</b>	8.96 <b>a</b>	8.54 <b>a</b>	4.98 <b>a</b>	27.05 <b>a</b>	739 <b>a</b>
CV %	10.06	10.83	17.96	9.94	23.35	3.18	2.72	22,46
MG	346.666	7.083	83.055	83.055	70.972	48.819	262.513	5.957.777

**Tabela 6.** Média dos principais componentes de produção de grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) - cultivar Curió - ecotipo IPR 180 com as respectivas diferenças ou não pelo teste de Tukey

**Fonte:** o autor

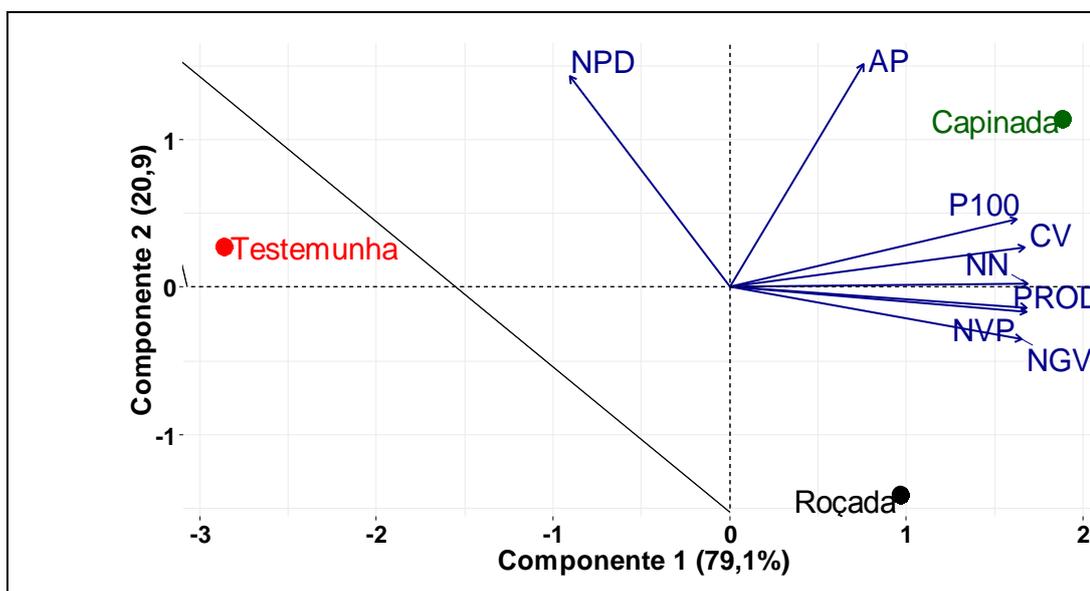
Níveis de probabilidade \*\*P = 0,05 \* P = 0,01 \* P = 0,05 pelo teste de Tukey. AP = Altura de Plantas; NN = Números de nódulos; NPD = Número de Plantas Espontâneas (Plantas Adventícias); CV = Quantidade de Vagens; NVP = Número de Vagens por Planta; NGV = Número de Grãos por Vagem; P100 = Peso de 100 grãos; PROD = Produção de grãos.

Encontramos diferenças entre os dois tratamentos e a testemunha para quase todas as variáveis exceto AP e o tratamento que foi capinado influenciou P100 sementes individualmente para cada tratamento. Ao contrario NPD que capinada e testemunha tiveram números maiores e iguais (Tabela 6).

A Figura 3 indica que os dois eixos explicaram 100% da variação total sendo que o eixo 1 respondeu por 79,1% da variação. Isto indica que o eixo 1 separou completamente os tratamentos da testemunha. Nós observamos também que o componente NPD (número de plantas daninhas) foi o que mais afetou a testemunha que respondeu com uma produtividade média de 352 kg/há que foi a menor produtividade (Tabela 6). O número de plantas daninhas foi a variável resposta que

mais afetou negativamente a produção. Ao contrário dos componentes de produção o mais importante foi a AP que teve um auto-valor menor que 1 para roçada e capinada com um vector mais próximo do tratamento capinada. No caso do tratamento que foi roçado, a produção não chegou ao nível aceitável pelas altas incidências de ervas daninhas no manejo do sistema mecânico. Verificamos um autovalor acima de +1 na altura de planta (AP).

**Figura 3.** Análise Multivariada de principais componentes de produção do Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) - cultivar Curió - ecotipo IPR 180.

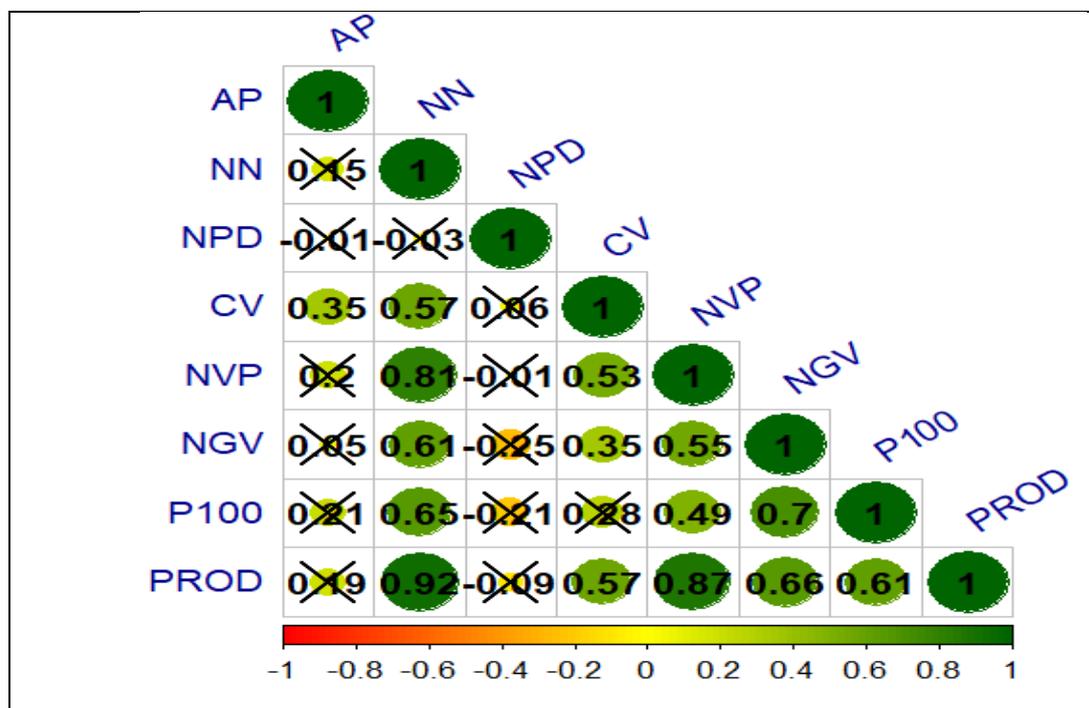


Fonte: O autor

Observamos na figura 4 que a estimativa de correlação dos componentes de produção que contribuíram para a produção foi o número de nódulos (NN) o comprimento de vagem (CV) o número de vagem por planta (NVP) número de grãos por vagem ( ) peso de 100 sementes (P100). Altura de planta (AP) contribuiu muito pouco para o comprimento de vagem  $r=0,35$ ; o número de nódulos contribuiu de maneira crescente com os maiores  $r=0,81$  para número de vagens por planta (NVP) e  $r=0,92$  para a produção (PROD); O comprimento de vagem CV influenciou o número de vagens por planta  $r=0,53$  número de grãos por vagem (NGV)  $r=0,35$  e produção (PROD)  $r=0,57$ ; número de vagens por planta NVP  $r=0,55$  influenciou peso de 100 sementes (P100)  $r=0,49$  e produção (PROD)  $r=0,87$ ; número de grãos por vagem (NGV)  $r=0,7$  influenciou o número de peso de 100 sementes (P100)  $r=0,7$  e a produção (PROD) com  $r=0,66$ ; o peso de 100 sementes (P100)  $r=0,61$ . A altura de planta (AP)

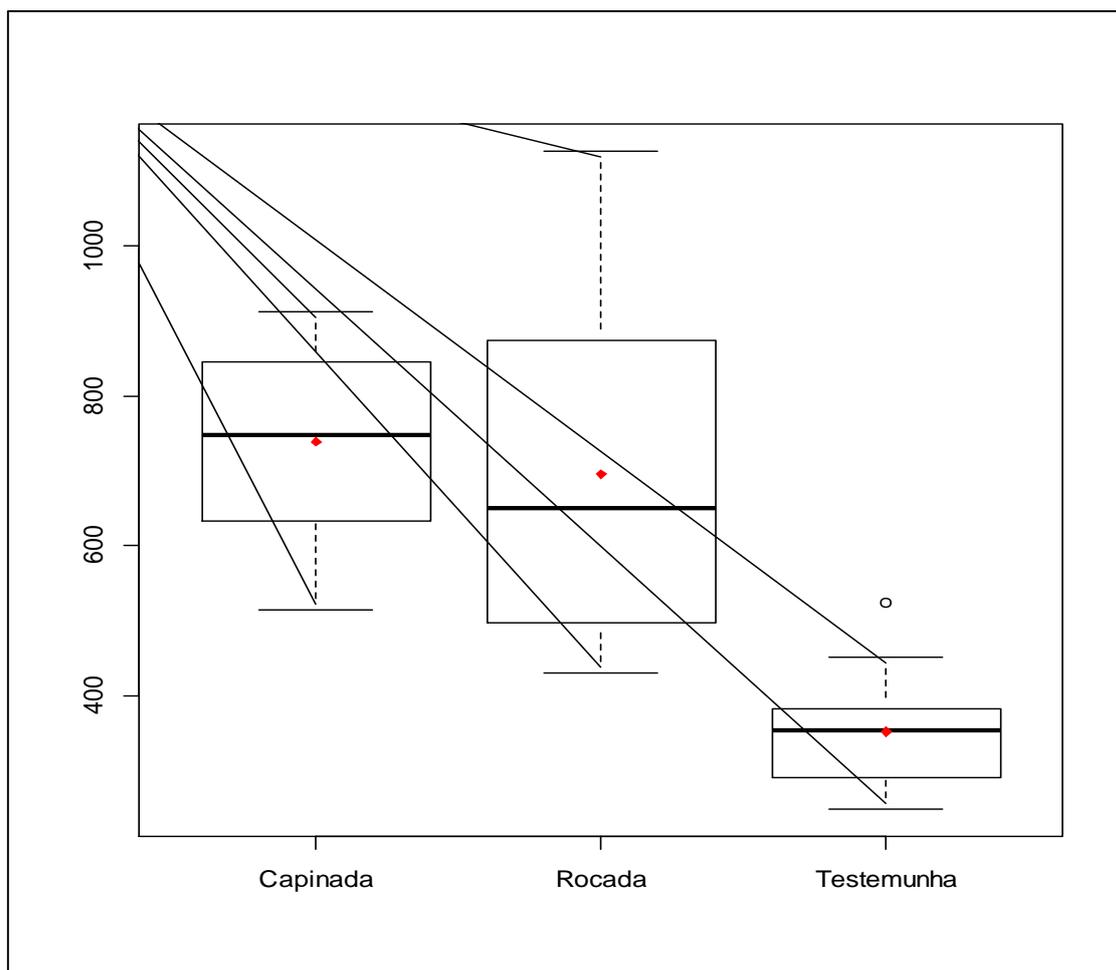
e número de plantas daninhas (NPD) não influenciaram de maneira significativa nos resultados, exceto o comprimento de vagem (CV)  $r=0,35$ .

**Figura 4.** Análise de correlação de produção Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) - cultivar Curió - ecotipo IPR 180.



Fonte: O autor

A análise por box-plots dos dados de produção confirmam o pior desempenho da testemunha e indica um outlier à direita da distribuição e confirma também a melhor distribuição para o tratamento em que as parcelas foram capinadas; a roçada apresentou assimetria à direita (Figura 6). O efeito compensatório apresentou no P100 (27,05 gramas) quando a parcela foi capinada (Tabela 6).

**Figura 5.** Análise box-plots dos dados de produção de grãos de acordo com tratamentos

Fonte: O autor

## 4.2 Discussão

O período mais importante da competição entre plantas daninhas e o feijoeiro está do 20° ao 30° dia após a emergência. Essa competição depende de fatores relacionados à cultura ou plantas daninhas. Estes fatores foram enumerados como variedade, espaçamento, densidade e adubação do feijoeiro, tipo de planta infestante, densidade de ocorrência e período de interferência. (Victoria Filho (1994). Essa produtividade avaliada é maior do que as produtividades do norte e nordeste brasileiro que foi a cima 400 kg/há em dois anos agrícolas (Tabela 1). As plantas, quando expostas a condições ambientais de estressantes hídricos (Tabela 4), desencadeiam alterações em processos de âmbito comportamental, morfológico e fisiológico. Que podem gerar o silenciamento de determinados genes (JALEEL et al., 2009; MIZOI et al., 2012). Além disso, a interferência destas espécies de plantas daninhas na cultura

do feijão pode resultar em perdas diretas que podem ultrapassar os 80% de produtividade (PARREIRA, 2009; FONTES et al., 2013; MELLO et al., 2018). E quanto mais precoce é o feijoeiro maior o dano causado pela competição (OLIVEIRA et al., 2013; EMBRAPA, 2013). Algumas plantas daninhas hospedam agentes causais de doenças fúngicas (Menezes, 1999) tais com antracnoses. Algumas plantas daninhas hospedam agentes que causam doenças, com predominância das espécies: leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), guanxuma (*Sida* spp), corda-de-viola (*Ipomoea* spp.) e trapoeraba (*Commelina benghalensis*). O grande número de hospedeiros mantém o inóculo da doença nos períodos de rotação de cultura, pousio e entressafra, dificultando o controle. O patógeno pode também sobreviver através das estruturas de resistência. Assim com o domínio de espécies identificadas como picão preto (*Bidens pilosa*), poaia-branca (*Richardia brasiliensis*), tiririca (*Cyperus Rotundus* L.), carrapicho (*Cenchrus ciliatus*), braquiária (*Brachiaria decumbens*).

A área foliar determina a superfície fotossinteticamente ativa e seu aumento pode ser tanto pela expansão das células como pela sua divisão. O potencial de crescimento e desenvolvimento destas espécies tem componente genético extremamente forte de características herdáveis que variam em função das cultivares. A maior área foliar pode ser devido ao tamanho das lâminas foliares ou a emissão de folhas em grande número (OLIVEIRA et al., 2015).

As Características da planta tais como altura, número e distribuição das folhas no dossel e ângulo foliar refletem no potencial de sombreamento do solo pelas cultivares, o que confere uma elevada capacidade competitiva, pela quantidade e qualidade da luz, além da redução na amplitude da temperatura do solo como resultado de menor transmitância da radiação solar ao longo do dossel nas linhas de cultivo adensadas (COLLINS et al., 2008).

O número de vagens por planta (NVP) é o componente de produção que mais se correlaciona com a produtividade (Cargnelutti Filho et al. 2011).

O pior desempenho de vagens por planta pode ser explicado pelo maior abortamento em função a temperatura e por falta de potássio e manganésio foliar

O maior rendimento observado nos tratamentos mecânico se deu em melhor desempenho em numero de nódulos que na realidade favorecido todos os componentes de produção. Estes resultados são corroborados por (ALCÂNTARA e MADEIRA, 2008; IFOAM, 1998; FERREIRA, et al., 2011).

Os maiores rendimentos em grãos do feijoeiro são obtidos na densidade populacional de 266,7 mil plantas por hectare, utilizando-se o espaçamento de 0,30 m entrelinhas e oito plantas por metro linear, estes dados se confirma no experimento de pesquisa (M.M. SHIMIDU et al 2010), confirmando-se com os dados do presente experimento.

Foram obtidas correlações positivas e significativas entre espaçamento entrelinhas e quantidade da matéria seca de plantas, número de vagens e de grãos por planta e número de sementes por vagem, indicando que, com o aumento do espaçamento foi possível obter maior desenvolvimento das plantas. Com isso verificou-se um aumento dos componentes da produção como o número de vagens e de grãos por planta, número de grãos por vagem e, conseqüentemente, maior produção por planta (VIEIRA, C.; SILVA, J.F.; CARDOSO, A.A. 2015). Os resultados mostram algumas semelhanças em traços qualitativos (cor de pod e tamanho e cor de semente), provavelmente devido a adaptações ecológicas aos seus habitats únicos e modos de dispersão (SITE: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>..., 2020).

## 5. CONCLUSÕES

As análises dos dados e a interpretação dos resultados obtidos, nas condições em que o trabalho foi conduzido, permitiram as seguintes conclusões:

1. A conclusão maior é que cultivo de feijão com capinas e roçadas mecânica não foram diferentes entre si;
2. O tratamento executado com roçadeira apresenta maior variabilidade nos resultados;
3. O componente que mais afetou a produtividade foi à presença das ervas daninhas que não tiveram controle na testemunha;
4. Observamos que a capina seria recomendável para este cultivo por causa da AP, NN, NPD, CV, NVP, NGV, PROD e melhor controle do NPD;
5. Recomendamos com base nestes resultados que devam ser avaliadas outras pesquisas para confirmar estas variáveis respostas; para desenvolver protocolos de armazenamento ideais para banco de sementes.

## REFERÊNCIAS

- AGUILERA, Y.; et al. **Bioactive phenolic compounds and functional properties of dehydrated beans flours**. Food Research International, Easton, v. 44, p. 774–780, 2011.
- ALCÂNTARA, F. A. de; MADEIRA, N. R. **Manejo do solo no sistema de produção orgânico de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008. 12 p. Circula Técnica, nº 64.
- ALMEIDA, Claudinei de. et alr. Uréia em cobertura e via foliar em feijoeiro. **Scientia Agricola**, v.57, n.2, p.293-298, abr./jun. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sa/v57n2/v57n2a16.pdf> Acesso em 03/08/2019.
- ALMEIDA, R. D.; PELUZIO, J. M.; AFFERRI, F. S. Correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais em soja cultivada sob condições várzea irrigada, sul do Tocantins. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 1, p. 95-99, 2010.
- AMARAL, F. A. L.; et al. Exigências de nitrogênio, fósforo e potássio de alguns cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Anais da ESA. “Luis de Queiroz”**, v.37, p. 223-39, 1980.
- ANDRADE, C. et al. Produtividade e qualidade nutricional de cultivares de feijão em diferentes adubações. **Ciência e Agrometeorologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1077-1086, out. 2004.
- ANDRADE, E. C. B.; TEODORO, A. J.; TAKASE, I. **Determinação dos teores de zinco em diferentes extratos de hortaliças dos tipos A e B**. Ciência e Tecnologia de alimentos, Campinas, v. 24, n. 2, p. 399-412, 2005.
- AKILLIOGLU, H. G.; KARAKAYA, S. Changes in total phenols, total flavonoids, and antioxidant activities of common beans and pinto beans after soaking, cooking and in vitro digestion process. **Food Science and Biotechnology**, Seoul, v. 19, n. 3, p. 633-639, 2010.
- ARAÚJO, F. F.; et al. Fixação biológica de N<sub>2</sub> no feijoeiro submetido a dosagens de inoculante e tratamento químico na semente comparado à adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 4, p. 535-540, 2007.
- ARAÚJO, A. P.; TEIXEIRA, M. G.; LIMA, E. R. Efeitos do aumento do teor de fósforo na semente, obtido via adubação foliar, no crescimento e na nodulação do feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v.26, p.183-189, 2002.
- ARAÚJO, A. C.; et al. Análise não destrutiva de crescimento do gergelim consorciado com feijão caupi em sistema orgânico de cultivo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 9, n. 1, p. 259-268, 2014.

ARF, O. Importância da adubação na qualidade do feijão e caupi. In: SÁ, M.E.; BUZZETTI, S. (Coords.) **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Icone, 1994. p. 233-247.

AZARPAZHOOH, E.; BOYE, J. I. Composition of processed dry beans and pulses. In: SIDDIQ, M.; UEBERSAX, M.A. Dry beans and pulses: production, processing and nutrition. Ames: John Wiley & Sons, 2013. p. 103-128.

BARBER, S. A. Soil nutrient bioavailability: a mechanistic approach. New York: WileyInterscience, 1984. 398p.

BARBOSA, R. M.; COSTA, D. S.; HOMEM, B. F. M.; SÁ, M. E. Nitrogênio na produção e qualidade de sementes de feijão. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 470-474, 2011.

BARILI, L. D.; et al. Correlação fenotípica entre componentes do rendimento de grãos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1263-1274, 2011.

BARRIOS, L. L.; RICARDO, M. A.; URIBE, J. A. G. Changes in antioxidant and antiinflammatory activity of black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) protein isolates due to germination and enzymatic digestion. *Food Chemistry*, Barking, v. 203, p. 417-424, 2016.

BASHAN, Y.; BASHAN, L.E. de. Bacteria/Plant Growth-Promoting. In: HILLEL, D. (Ed.) **Encyclopedia of soils in the environment**. Oxford: Elsevier, 2005. v.1, p. 103-115.

BASSINELLO, P. Z. Qualidade dos grãos ano 2016. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONTAG01\\_2\\_28102004161635.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONTAG01_2_28102004161635.html). Acesso em: 25 jul. 2019

BENEVIDES, C. M. et al. Effect of processing on oxalate and tannin levels in maxine (*Cucumis anguria* L.), eggplant (*Solanum gilo*), green bean (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) and guandu bean (*Cajanus cajan* (L.) Mill SP). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 24, n. 3, p. 321-327, 2013.

BERTOLDO, J. G.; COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A. F.; ROCHA, F. Tempo de cocção de grãos de feijão em função de doses de fósforo no plantio e do tempo de armazenamento. *Biotemas*, Florianópolis, v. 22, n. 1, p. 39-47, 2009.

BEVILAQUA, G. A. P. et al. Panorama de 20 anos e perspectiva da cultura do feijão no Rio Grande do Sul. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v. 27, n. 1/3, p. 85-104, 2010

BONSER, A. M.; LYNCH, J. P.; SIEGLINDE, S. Effect of phosphorus deficiency on growth angle of basal roots in *Phaseolus vulgaris*. **New Phytologist**, v. 132, p. 281-288, 1996.

BRIGIDE, P.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Avaliação dos efeitos da cocção e irradiação na composição do feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) **Alimentos e Nutrição**, Araraquara. v. 22, n. 1, p. 97-102, 2011.

CAMARGO FILHO, W. P. **Algumas considerações sobre a construção da cadeia de produtos orgânicos. Informações Econômicas**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 55-69, 2004.

CARDOSO, R. B.; BINOTTI, F. F. S.; CARDOSO, E. D. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 272-278, 2012.

CARGNELUTTI Filho, A., et al. Tamanho de amostra para estimação do coeficiente de correlação de Pearson entre caracteres de *Crambe abyssinica*. **Rev. Ciênc. Agron.** 42: 149- 158.

CARVALHO, W. P.; WANDERLEY, A. L. Avaliação de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*) para o plantio em sistema orgânico no Distrito Federal. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 605-611, 2007a.

CHINNUSAMY, Viswanathan; ZHU, Jian-Kang. Epigenetic regulation of stress responses in plants. *Current opinion in plant biology*, v. 12, n. 2, p. 133-139, 2009.

COBUCCI, T. *Árvore do conhecimento feijão: controle mecânico*. Embrapa, Brasília, DF, 2010. Disponível em: . Acesso em: 17 set. 2019.

COBUCCI, T.; et al. **Efeito residual de herbicidas em pré-plantio do feijoeiro, em dois sistemas de aplicação em plantio direto e sua viabilidade econômica**. *Planta Daninha*, v. 22, n. 4, p. 583-590, 2004.

COELHO, José B. M. Potencial osmótico, solutos orgânicos e comportamento hídrico do feijão vigna cultivado em solos salinizados. 2012. 70 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2012. Disponível em:. Acesso em 20 abr 2019.

COELHO, S. R. M.; et al. Physical-chemical properties of common beans under natural and accelerated storage conditions. *Ciencia e Investigación Agraria*, Santiago, v. 40, n. 3, p. 637-644, 2013.

COELHO, J. L. D. Ensaio & Certificação das máquinas para a semeadura. In: Luiz Geraldo Mialhe. **Máquinas Agrícolas: ensaios & certificação**. Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 551570.

COLLINS, A. S. et al. Optimum Densities of Three Leguminous Cover Crops for Suppression of Smooth Pigweed (*Amaranthus hybridus*). *Weed Science*, v. 56, n.5, p.753-761, 2008.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento, **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2016/2017 – Quarto Levantamento 2017**. Online. Disponível em:

[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11\\_01\\_06\\_08\\_41\\_56\\_boletim\\_graos\\_4 - o\\_lev\\_safra\\_2016\\_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_01_06_08_41_56_boletim_graos_4 - o_lev_safra_2016_2017.pdf) > Acesso em: 27 dez 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – Conab. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: 2012/2013**, décimo segundo levantamento. Brasília, DF: Conab, 2013. 29 p. Disponível em: <[www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)> Acessado em: 4 jul. 2019.

DAYAN, F. E.; DUKE, S. O.; GROSSMANN, K. Herbicides as probes in plant biology. *Weed Science*, v. 58, n.3, p. 340-350, 2010.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 327-354.

DELFINO, R. A.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Interação de polifenóis e proteínas e o efeito na digestibilidade proteica de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Pérola. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 30, n. 2, p. 308-312, 2010.

DEVINE, M.; DUKE, S. O.; FEDTKE, C. Oxygen toxicity and herbicidal action; secondary physiological effects of herbicides. *Physiology of Herbicide Action*. New Jersey: PrenticeHall, p.177-188, 1993.

ELIAS, M. C.; et al. Umidade de colheita, métodos de secagem e tempo de armazenamento na qualidade tecnológica de grãos de trigo (cv. „Embrapa 16”). *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 25-30, 2009.

EMAM, Y., et al. Water stress effects on two common bean cultivars with contrasting growth habits. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, v. 9, n. 5, p. 495-499, 2010.

**EMBRAPA**, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro comum na região nordeste brasileira 2013 - 2014. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, p. 1-199, 2013.

**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 2006. 306 p.

ERTAS, N. The effects of aqueous processing on some physical and nutrition properties of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *International Journal of Health & Nutrition*, Daves, v. 2, n.1, p. 21 – 27, 2011.

**Estado do Paraná – IPARDES – IAPAR** – “O mercado de Orgânicos no Paraná – Caracterização e Tendências” – págs.. 82 a 103; <http://www.orgamicsnet.com.br/2015/07/parana-e-o-segundo-estado-do-pais-em-producao-de-organicos/>. Acesso em: 27 dez. 2018.

EYARU, R.; SHRESTHA, A.K.; ARCOT, J. Effect of various processing techniques on digestibility of starch in Red Kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) and two varieties of

peas (*Pisum sativum*). *Food Research International*, Campinas, v. 42, p. 956 – 962, 2009.

FAN, M.; ZHU, J.; RICHARDS, C.; BROWN, K. M.; LYNCH, J. P. Physiological roles of aerenchyma in phosphorus-stressed roots. *Functional Plant Biology*, v. 30, p. 493-506, 2003.

FAGERIA, N. K. Common Bean and Cowpea. In: FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. L. *Growth and mineral nutrition of field crops*. 2 ed. New York: Marcel Dekker, Inc. 1997. p. 441-492.

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P.; STONE, L. F. Nutrição de fósforo na produção de feijoeiro. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. e. *Fósforo na agricultura brasileira*. Piracicaba: Potafós, 2004. p. 435- 455.

FANG, Yuije; XIONG, Lihong. General mechanisms of drought response and their application in drought resistance improvement in plants. *Cellular and Molecular Life Sciences*, v. 72, n. 4, p. 673–689, fev. 2015.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2015 - **About the International Year of Pulses**. Disponível em: <<http://www.fao.org/pulses-2016/en/>>. Acesso em: 27 dez 2018.

FEDTKE C. *Biochemistry and physiology of herbicide action*. Springer Science E Business Média, 2012, 204p.

FERNANDEZ, F.; GEPTS, P.; LOPES, M. **Etapas de desarrollo de la planta de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1986. 34 p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FONTES, J. R. A.; OLIVEIRA, I. J.; GONÇALVES, J. R. P. Seletividade e eficácia de herbicidas para a cultura do feijão-caupi. *Revista Brasileira de herbicidas*, v.12, n.1, p.4755, 2013.

FOHSE, D.; CLAASSEN, N.; JUNGK, A. Phosphorus efficiency of plants. I. External and internal requirement and P uptake efficiency of different plant species. *Plant and Soil*, v. 110, p.101-109, 1988.

FUMIS, Terezinha de F.; PEDRAS, José F. Variação nos níveis de prolina, diamina e poliaminas em cultivares de trigo submetidas a déficit hídrico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v. 37, n. 4, p. 449 - 453. Abr. 2002.

GRANT-DOWNTON, R. T., DICKINSON, H.G. Epigenetics, Evolution and Beyond. *Annals of Botany*, v. 168, n. 1, p. 81 – 91, 23 jun. 2005.

GUIMARÃES, W. N. R et al. Caracterização morfológica e molecular de acessos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 37-45, 2007.

GRATIVOL, Clicia; HEMERLY, Adriana S.; FERREIRA, Paulo C. G. Genetic and epigenetic regulation of stress responses in natural plant populations. ***Biochimica et biophysica acta***, v. 1819, p. 176 – 185, 2 set. 2011.

HAAG, H. P.; et al. Absorção de nutrientes pela cultura do feijoeiro. *Bragantia*, v.26, p.381-91, 1967.

HOLFORD, I. C. R. Soil phosphorus: its measurement, and its uptake by plants. *Australian Journal of Soil Research*, v.35, p.227-39, 1997.

IFOAM. General Assembly em Mar Del Plata. Argentina, Nov. 1998. ISRAEL, D.W. Investigation of the role of phosphorus in symbiotic dinitrogen fixation. *Plant Physiol.*, 84:835-840, 1987.

JALEEL, Cheruth Abdul, et al. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. *Int J Agric Biol*, v. 11, n. 1, p. 100-105, 2009.

JOHARI -PIREIVATLOU, M. Effect of soil water stress on yield and proline content of four wheat lines. *African Journal of Biotechnology*, v.9, n.1, p. 36 - 40, 4 jan. 2010.

LE, Tuan-Ngoc; et al. DNA demethylases target promoter transposable elements to positively regulate stress responsive genes in *Arabidopsis*. *Genome biology*, v. 15, n. 9, p. 1, 2014.

LEMOS, L. B.; et al. Inoculação de rizóbio e adubação nitrogenada em genótipos de feijoeiro. ***Agronomia***, Soropédica, v. 37, n. 1, p. 26-31, 2003.

LIMA, A. R.; CORREA, A. M. Avaliação do Ciclo de Florescimento e Maturação em Genótipos de Feijão Comum Cultivados em Aquidauana, MS. ***ANAIS DO ENIC***, v. 1, n. 4, 2015.

LÓPEZ, A.; et al. Effect of cooking and germination on phenolic composition and biological properties of dark beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chemistry*, Barking, v. 138, p. 547-555, 2013.

LYNCH, J.; LAUCHLI, A.; EPSTEIN, E. Vegetative growth of the common bean in response to phosphorus nutrition. *Crop Science*, v. 31, p. 380-87, 1991.

MACHADO, A. F. L. et al. Misturas de herbicidas no manejo de plantas daninhas na cultura do feijão. *Planta Daninha*, Viçosa, v.24, n.1, p.107-114, 2006.

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

MARATHE, S. A.; et al. N. Effect of radiation processing on nutritional, functional, sensory and antioxidant properties of red kidney beans. *Radiation Physics and Chemistry*, Easton, v. 125, p. 1-8, 2016.

MCGEE, H. **Comida e cozinha: ciência e cultura da culinária**. Trad. Marcelo Brandão Cipolla. 2. ed. São Paulo: WMF; Martins Fontes, 2014. p. 977.

MENEZES, J. R. **Manejo integrado de doenças e plantas daninhas na cultura de feijão**. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D., ed. Feijão Irrigado: estratégias básicas de manejo. Piracicaba: Publique, 1999. p.120-142.

MELLO, G.R. et al. Períodos de Interferência de plantas daninhas na cultura do feijoeiro comum, cv. IPR Tangará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 31.

MERCANTE, F. M.; OTSUBO, A. A.; LAMAS, F. M. Inoculação de *Rhizobium tropici* e aplicação de adubo nitrogenado na cultura do feijoeiro. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DE SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 27; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 11; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 9.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 6., 2006, Bonito. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 1CD-ROM. (Documentos, 82).

MINGOTTE, F.L. C.; GUARNIERI, C. C. o.; FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Desempenho produtivo e qualidade pós-colheita de genótipos de feijão do grupo comercial carioca cultivados na época de inverno-primavera. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1101-1110, 2013.

MIZOI, Junya; SHINOZAKI, Kazuo; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, Kazuko. AP2/ERF family transcription factors in plant abiotic stress responses. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Gene Regulatory Mechanisms, v. 1819, n. 2, p. 86-96, 2012.

MOURA, M. M.; CARNEIRO, P. C. S.; CARNEIRO, J. E. S.; CRUZ, C. D. Potencial de caracteres na avaliação da arquitetura de plantas de feijão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 48, n. 4, p. 417-425, 2013.

MORALES-GARZON, F. J. Importância sócio-econômica del fríjol em la América Latina. Palmira: CIAT, 2000.

MORAIS, P. P. P.; et al. Influência do período e das condições de armazenamento de feijão no tempo de cocção. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 593-598, 2010.

MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F.; BIAVA, M. **Feijão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 203 p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

NASCIMENTO, B. L. M.; SILVA, L. D.; OLIVEIRA, J. D. Quantificação de ferro e cobre em olerícolas oriundas de sistema orgânico e convencional. Agropecuária Científica no Semi-Árido - ACSA, Campina Grande, v. 8, n. 4, p. 49-54, 2012.

NGUYEN, Henry T.; BABU, R. Chandra; BLUM, A. Breeding for drought resistance in rice: physiology and molecular genetics considerations. *Crop Science*, v. 37, n. 5, p. 1426-1434, 1997

NGOH, Y.; GAN, C. Enzyme-assisted extraction and identification of antioxidative and amylase inhibitory peptides from Pinto beans (*Phaseolus vulgaris* cv. Pinto). *Food Chemistry*, Barking, v. 190, p. 331–337, 2016.

NIELSEN, R. L. **Planting speed effects on stand establishment and grain yield of corn.** *Journal of Production Agriculture*, Madison, n.8, p.391–393, 1995.

OLIVEIRA, M. B. et al. Fitotoxicidade de herbicidas aplicados em diferentes épocas em pós-emergência do feijão-caupi. *Revista Unimontes Científica*. Montes Claros, v. 15, n. 1, 2013.

OLIVEIRA, M. G. de C. et al. Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos. Brasília, DF : Embrapa, 2018.

OLIVEIRA, D. P.; et al. Qualidade tecnológica de grãos de cultivares de feijão-comum na safra das águas. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1831–1838, 2012.

OLIVEIRA, I. P.; ARAÚJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Eds.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFÓS, 1996. p. 169-221.

OLIVEIRA, I. B.; et al. Fertilizante foliar em feijoeiro de inverno e sua influência na produtividade e qualidade fisiológica das sementes. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 2, n. 2, p. 57-67, 2015.

OLIVEIRA, S. C. C.; FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. Effect of *Solanum lycocarpum* fruit extract on sesame seed germination and seedling growth. **Allelopathy J.**, v. 13, p. 201-210, 2004.

ORMOND, J. G. P.; et al. T. M. *Agricultura Orgânica*. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 15, p. 3-34, mar. 2002.

PALABIYIK, B. e PEKSEN, E. Effects of seed storage periods on electrical conductivity of seed leakage, germination and field emergence percentage in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Asian Journal of Chemistry*, Ghaziabad, v. 20, n. 4, p. 3033-3041, 2008.

PELEGRIN, R.; et al Resposta da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e à inoculação com rizóbio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n.1, p. 219-226, 2009.

PEREIRA, J. C. R.; RODRIGUES, R. A. F.; ARF, O.; ALVAREZ, A. C. C. Influência do manejo do solo, lâminas de água e doses de nitrogênio na produtividade do feijoeiro. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 13-19, 2004.

PEREIRA, J.W. DE L., et al. Mudanças bioquímicas em genótipos de amendoim submetidos a déficit hídrico moderado. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, p. 766–773, 2012.

PARREIRA, M. C. Influência das plantas daninhas na cultura do feijoeiro em função do espaçamento e da densidade de plantas. 2009. 43 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia (produção Vegetal) - Fcav, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

PESSOA, A.C.S.; et al. Concentração foliar de molibdênio e exportação De nutrientes pelo feijoeiro “Ouro Negro” em resposta à adubação foliar com molibdênio. *R. Bras. Ci. Solo*, 24:75-84, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v24n1/10.pdf> Acesso em 20 de julho de 2019.

POSSE, S. C. P. et al. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central-brasileira: 2009-2011. Vitória: Incaper, 2010. 179p.

PREZZI, H. A.; et al. Potencial de uso de cultivares crioulas de feijoeiro no sistema de cultivo orgânico. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v. 9, n. 3, p. 394-400, 2014.

PROCÓPIO, S. O. et al. Ponto de murcha permanente de soja, feijão e plantas daninhas. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 35-41, 2004.

PROLLA, I. R. D.; et al. Cultivar, harvest year, and storage conditions affecting nutritional quality of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Science and Technology*, Easton, v. 30, p. 96-102, 2010.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/Potafos, 1991. 343p.

RAMÍREZ-CÁRDENAS, L.; et al. Zinc bioavailability in different beans as affected by cultivar type and cooking conditions. *Food Research International*, Easton, v. 43, n. 1, p. 573–581, 2010.

RAMOS JÚNIOR, E. U. Extração de nutrientes e comportamento do cultivar de feijão carioca precoce em função de níveis de fósforo e épocas de semeadura. 2006. 141p. Dissertação (Doutorado em Agronomia/Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

RESENDE, O.; et al. Avaliação da qualidade tecnológica do feijão durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 517-524, 2008.

RIGUEIRA, R. J. A.; LACERDA FILHO, A. F.; VOLK, M. B. Avaliação da qualidade do feijão armazenado em ambiente refrigerado. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 4, p. 649-655, 2009

ROCHA-GUZMÁN, N. E.; et al. Effect of pressure cooking on the antioxidant activity of extracts from three common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Food Chemistry*, Barking, v. 100, n. 1, p. 31 – 35, 2007.

RODRIGUEZ, D.; KELTJENS, W. G.; GOUDRIAAN, J. Plant leaf area expansion and assimilate production in wheat (*Triticum aestivum* L.) growing under low phosphorus conditions. *Plant and Soil*, v.200, p.227-40, 1998.

ROSOLEM, C. A.; MARUBAYASHI, O. M. Nutrição e adubação do feijoeiro. In: *Seja o doutor do seu feijoeiro*. Arquivo do Agrônomo – Nº 7. Piracicaba: Potafós, 1994. 10 p.

RUIZ-RUIZ, J. C.; et al. Wet fractionation of hard-to-cook bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds and characterization of protein, starch and fibre fractions. *Food and Bioprocess Technology*, Easton, v. 5, p. 1531-1540, 2012.

SAHU, Pranav P.; et al. Epigenetics mechanisms of plant stress responses and adaptation. *Plant Cell Reports*, v. 32, n. 8, p. 1151 - 1159, mai. 2013.

SALGADO, F. H. M.; et al. Comportamento de genótipos de feijão, no período da entressafra, no sul do estado de Tocantins. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 52-58, 2011.

SAMINÊZ, T. C. O.; et al. Princípios norteadores. In: *Produção orgânica de hortaliças: o produtor pergunta, a Embrapa responde*. Editores: HENZ, G. P.; ALCÂNTARA, F. A.; RESENDE, F. V. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, p. 17-28. 2007.

SANCHEZ, P. A.; SALINAS, J. G. Low-input technology for managing Oxisol and Ultisols in tropical America. *Adv. Agronomy*. v. 34, p. 279-406, 1981.

SANTOS, A. P.; et al. Transcription regulation of abiotic stress responses in rice: a combined action of transcription factors and epigenetic mechanisms. ***Omic: a journal of integrative biology***, v. 15, n. 12, p. 839-857, 2011.

SIDDIQ, M.; UEBERSAX, M. A. Dry beans and pulses: Production, Processing and Nutrition. Ames: John Wiley & Sons, 2013 p. 55 - 74.

SIMIDU, H. M.; et al. Efeito do adubo verde e época de semeadura sobre a produtividade do feijão, em plantio direto em região de cerrado. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 32, n. 2, p. 309-315, 2010.

SINGH, S. P. Selection for water-stress tolerance in interracial populations of common bean, *Crop Science*, Madison, v. 35, p. 118 - 124, 1995.

SHINOZAKI, K.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K. Gene networks involved in drought stress response and tolerance. *Journal of Experimental Botany*, v. 58, n. 2, p. 221–227, 2007.

SILVA, A. C.; MORAIS, O. M.; SANTOS, J. L.; d'ARÊDE, L. O.; SILVA, P. B. da. Componentes de produção, produtividade e qualidade de sementes de feijão-caupi em Vitória da Conquista, Bahia. *Revista Agro@mbiente Online*, Boa Vista, v. 8, n. 3, p. 327- 335, 2014.

SILVA, E. F.; MARCHETTI, M. E.; SOUZA, L. C. F., MERCANTE, F. M.; RODRIGUES, E. T.; VITORINO, A. C. T. Inoculação do feijoeiro com *Rhizobium tropici* associada à exsudato de *Mimosa flocculosa* com diferentes doses de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.2, p. 443-451, 2009.

SLUPSKI, J. Effect of cooking and sterilization on the composition of amino acids in immature seeds of flageolet bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Food Chemistry*, Barking, v. 121, n. 1, p.1171–1176, 2010.

SMANIOTTO, T. A. S.; et al. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 4, p. 446–453, 2014.

STRALIOTTO, R. **A importância da inoculação com rizóbio na cultura do feijoeiro**. Seropédica: EMBRAPA Agrobiologia, 2002. Disponível em: <[http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/artigos/fbni\\_inocula\\_feijoeiro.html](http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/artigos/fbni_inocula_feijoeiro.html)> Acesso em: 20 abril 2019.

STRALIOTTO, R.; TEIXEIRA, M. G.; MERCANTE, F. M. Fixação biológica de nitrogênio. IN: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Cultivo do feijoeiro comum**. Santo Antônio, de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/fbnitrogenio.htm>> Acesso em: 9 jan. 2019.

TAKANO, H. K. et al. Redução da fitointoxicação por herbicidas aplicados no feijoeiro com a utilização de fungicida. *Revista Agrarian*, Dourados, v. 8, n. 27, p. 12-22, 2015.

VANIER, N. L.; et al. Effects of nitrogen-modified atmosphere storage on physical, chemical and technological properties of Carioca bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Current Agricultural Science and Technology*, Pelotas, v. 20, p. 10-20, 2014.

VENDRUSCULO, Eliane C. G.; et al. Stressinduced synthesis of proline confers tolerance to water deficit in transgenic wheat. *Journal Plant Physiology*, v. 164, n. 10, p. 1367 - 1376, 19 out 2007.

VERMA, M.; et al. Moisture- - irradiation on antioxidant properties of mung bean (*Vigna radiata* L.) cultivars. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, v. 34, p. 59-67, 2016.

VICTORIA FILHO, R. Manejo integrado de plantas daninhas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). In: SEMINÁRIO SOBRE PRAGAS, DOENÇAS E PLANTAS DANINHAS DO FEIJOEIRO, 5., 1994, Piracicaba, SP. Anais. Piracicaba: ESALQ, 1994. p.100-111.

VIEIRA, C.; SILVA, J.F.; CARDOSO, A.A. Efeitos da competição com plantas daninhas sobre a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ceres*, v. 37, n. 212, p. 43, 2015.

VIEIRA, C. Adubação mineral e calagem. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**. Viçosa: Editora UFV, 2006. p. 115-142.

VIEIRA, R. F. Influência de teores de P no solo sobre a composição química, qualidade fisiológica e desempenho no campo de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) Revista Ceres. v.33, n.186, p.173-188. 1986.

WAFULA, E. N.; et al. Influence of storage conditions on development of hard to cook defect in common beans and the subsequent nutritional changes. In: SCIENTIFIC TECHNOLOGICAL AND INDUSTRIALIZATION CONFERENCE. 14 -15, 2013 November, Nairobi, Kenya. 26 Proceedings... AICAD Center in JKUAT, Nairobi, Kenya. p. 712-719. Disponível em: <http://elearning.jkuat.ac.ke/journals/ojs/index.php/jscp/article/view/1097>. Acesso em: 15 jul. 2018.

Wanderley, M. J. A.; et al. Resistência genética do feijão caupi ao nematoide *Meloidogyne javanica*. Revista Brasileira Agroecologia, v.2, p.1377-1380, 2007b.

WANG, S.; et al. Synergistic, additive, and antagonistic effects of food mixtures on total antioxidant capacities. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Easton, v. 59, p. 960-968, 2011.

WARAHO, T.; MC CLEMENTS, D. J.; DECKER, E. A. Mechanisms of lipid oxidation in food dispersions. Trends in Food Science & Technology, v. 22, n. 1, p. 3-13, 2011.

WHITE, Jeffrey. W. **Implications of carbon isotope discrimination studies for breeding common bean under water deficits.** In: EHLRINGER, J. R.; HALL, A. E.; FARQUHAR, G. D.; SAUGIE, B. (Ed.). Stable isotopes and plant carbon-water relations. San Diego: Academic Press, 1993. p. 387-398.

XAVIER, Terezinha Ferreira, et al. Inoculação e adubação nitrogenada sobre a nodulação e a produtividade de grãos de feijão-caupi. Ciência Rural, v.38, n.7, p.2037-2041, Santa Maria, outubro de 2008.

YEO, J.; SHAHIDI, F. Critical evaluation of changes in the ratio of insoluble bound to soluble phenolics on antioxidant activity of lentils during germination. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Easton, v. 63, p. 379–381, 2015.

ZAMINDAR, N. ; et al. Effect of line, soaking and cooking time on water absorption, texture and splitting of red kidney beans. Journal of Food Science and Technology, Mysore, v. 50, n. 1, p. 108 -114, 2013.

ZILIO, M.; et al. Contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de genótipos crioulos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 429- 438, 2011.

ZUCARELI, C. Adubação fosfatada, produção e desempenho em campo de sementes de feijoeiro CV. Carioca Precoce e IAC Carioca Tybatã. 2005. 183f. Dissertação (Doutorado em Agronomia/Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos> <acessado em 28/08/2019>

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> ...<acessado em 22/01/2020>

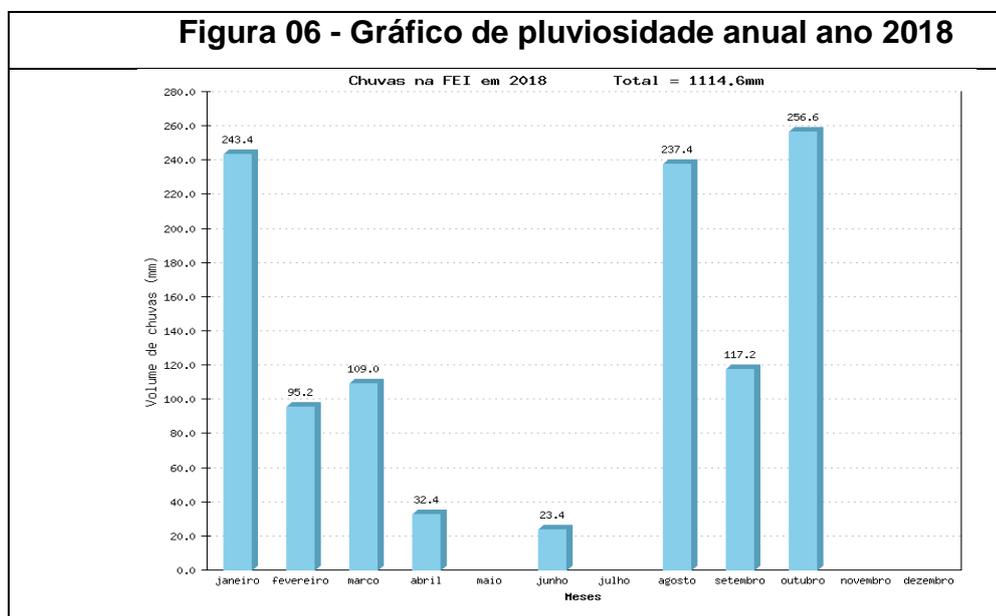
<http://www.iapar.br/pagina-1629.html> <acessado em 23/07/2019>

<https://plantarcrescercolher.blogspot...> <acessado em 20/03/2018>

<http://www.unifeijao.com.br> <acessado em 29/08/2019>

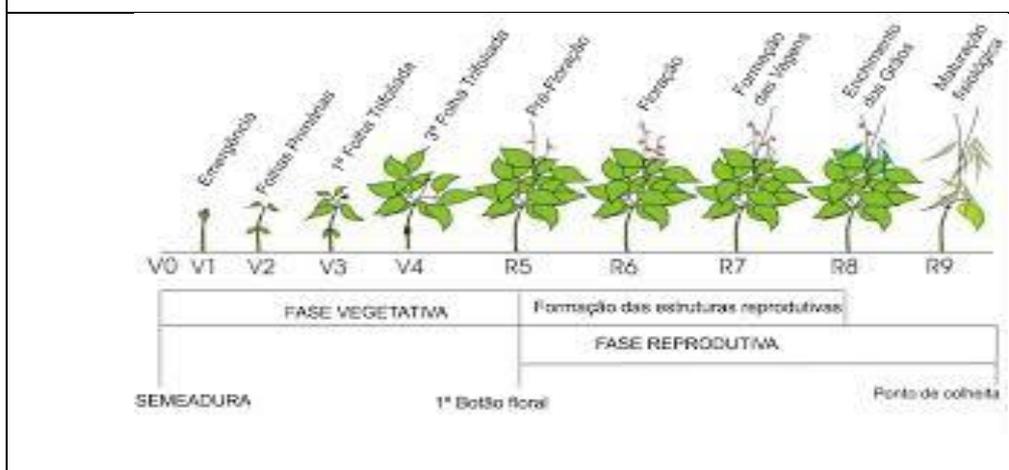
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/80319/1/500P-Feijao-ed01-2003.pdf.html>: <acessado em 14/07/2019>

## ANEXOS



Fonte: Banco de dados climáticos da Fazenda Experimental de Iguatemi - FEI/UEM – 2018.

**Figura 07.** Etapas do desenvolvimento de uma planta de feijão *Phaseolus vulgaris* L.



Fonte: Adaptada de Debouck e Hidalgo (1985).

Bloco 1	Bloco 3	Bloco 5	Bloco 7	Bloco 9	Bloco 11
3	1	1	1	2	3
1	3	2	3	3	1
2	2	3	2	1	2
Bloco 2	Bloco 4	Bloco 6	Bloco 8	Bloco 10	Bloco 12
3	3	2	3	2	1
2	1	3	2	1	3
1	2	1	1	3	2

**Tabela 1.** Desenho parcial do experimento; por blocos e número de experimentos.  
**Foto:** autor (2018).

**Figura 8.** Vista parcial do plante com maquina no experimento.



**Foto:** autor (2018).

**Figura 9.** Vista parcial da testemunha na germinação.



**Foto:** autor (2018).

**Figura 10** Vista parcial do experimento em fase vegetativa V3.



**Foto** autor (2018).

**Figura 11.** Vista parcial do experimento em fase vegetativa V4.



**Foto:** autor (2018).

**Figura 12.** Vista parcial do experimento em fase reprodutiva R5 (prefloração).



**Foto:** autor (2018).

**Figura 13.** Vista parcial do experimento em fase reprodutiva R6 (floração)



**Foto:** autor (2018).

**Figura 14.** Vista parcial do experimento em fase vegetativa V4 a R5 capinada.



**Foto:** autor (2018).

**Figura 15.** Vista parcial da testemunha em fase vegetativa V4 capinada.



**Foto:** autor (2018).

**Figura 16.** Vista parcial da testemunha em fase vegetativa V4 capinada.



**Foto:** autor (2018).

**Figura 17.** Vista parcial dos experimentos em fase reprodutiva R6 (floração) avaliação.



**Foto:** autor (2018).

**Figura 18.** Vista parcial dos experimentos em fase reprodutiva R8 (floração) avaliação.



**Foto:** autor (2018).

**Figura 19:** Vista parcial do experimento na colheita manual.



**Foto:** autor (2018).

**Figura 20** Vista parcial do experimento colheita-da.



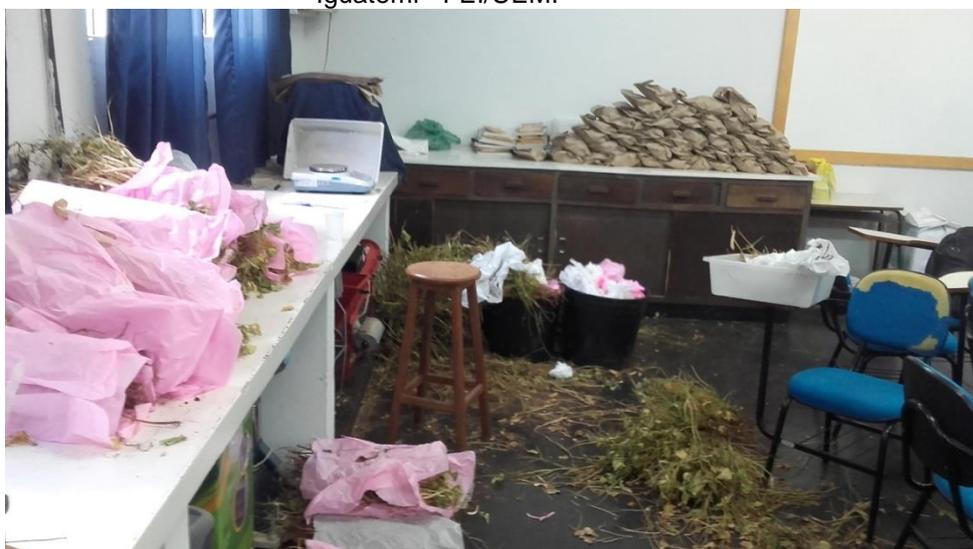
**Foto:** autor (2018).

**Figura 21.** Vista parcial do experimento de amostras.



**Foto:** autor (2018).

**Figura 22** Vista parcial da pesagem no laboratório de sementes da Fazenda Experimental de Iguatemi - FEI/UEM.



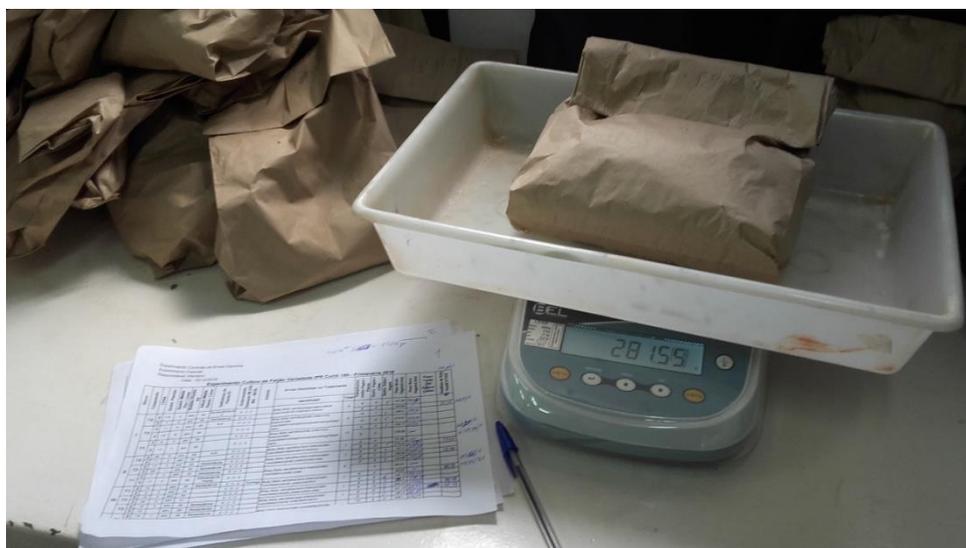
**Foto:** autor (2018).

**Figura 23.** Vista parcial da separação das sementes no laboratório de sementes da Fazenda Experimental de Iguatemi - FEI/UEM.



**Foto:** autor (2018).

**Figura 24** Vista parcial da pesagem no laboratório de sementes da Fazenda Experimental de Iguatemi - FEI/UEM.



**Foto:** autor (2018).