

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ANÁPOLIS – UniEVANGÉLICA  
CURSO DE AGRONOMIA**

**Cultivar de *Vigna unguiculata* L. (Walp) (FABACEAE) submetido à  
inoculação de estirpes de *Rhizobium*, Unidade Experimental, Anápolis,  
Goiás**

**Lidiane Costa Ferreira**

**ANÁPOLIS-GO**

**2017**  
**LIDIANE COSTA FERREIRA**

**Cultivar de *Vigna unguiculata* L. (Walp) (FABACEAE) submetido à  
inoculação de estirpes de *Rhizobium*, Unidade Experimental, Anápolis,  
Goiás**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Centro Universitário de Anápolis -  
UniEvangélica, para obtenção do título de  
Bacharel em Agronomia.

Área de concentração: Microbiologia do Solo  
Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Josana de Castro  
Peixoto

**ANÁPOLIS-GO**  
**2017**

**LIDIANE COSTA FERREIRA**

**Cultivar de *Vigna unguiculata* L. (Walp) (FABACEAE) submetido à  
inoculação de estirpes de *Rhizobium*, Unidade Experimental, Anápolis,  
Goiás**

Trabalho de conclusão de curso apresentada ao  
Centro Universitário de Anápolis –  
UniEvangélica para obtenção do título de  
Bacharel em Agronomia.  
Área de concentração: Microbiologia do solo

Aprovada em \_\_\_\_\_

**Banca examinadora**

---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Josana de Castro Peixoto  
Presidente

---

Prof. Dr.<sup>a</sup>. Clistiane dos Anjos Mendes  
UniEvangélica

---

Prof. Me. Marcos Rodrigo Beltrão Carneiro  
UniEvangélica

Lidiane Costa Ferreira

Cultivar de *Vigna unguiculata* L. (Walp) (FABACEAE) submetido à inoculação de estirpes de *Rizobium*, Unidade Experimental, Anápolis, Goiás/ Lidiane Costa Ferreira – Anápolis: Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica, 2017.

Número de páginas: 39.

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Josana de Castro Peixoto

Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica, 2017.

1. Feijão caupi 2. Inoculação 3. Desenvolvimento de planta I. Lidiane Costa Ferreira.  
II. Cultivar de *Vigna unguiculata* L. (Walp) (FABACEAE) submetido à inoculação de estirpes de *Rizobium*, Unidade Experimental, Anápolis, Goiás.

CDU 504

À Deus, que me conduziu até aqui,

Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, meu Pai Celestial, pela vida e pela sabedoria.

Aos meus pais por fazerem parte da realização deste sonho.

A minha orientadora Prof. Dra. Josana de Castro Peixoto, por acreditar na realização desse projeto, pela paciência, por incentivar e ser positiva a todo o momento.

A universidade, meus companheiros de turma e todo corpo docente, em especial a professora Klênia Pacheco, por conselhos e ensinamentos durante o desenvolver do trabalho que foram úteis e indispensáveis.

A Profa Cláudia pelos auxílios constantes.

“Se você semear as causas certas, colherá os efeitos desejados”.

Brian Tracy

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	7
2.1 A CULTURA DO FEIJÃO CAUPI.....	7
2.2 FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO E SUA IMPORTÂNCIA NA CULTURA DO FEIJÃO CAUPI.....	7
2.3 NITROGÊNIO E A CULTURA DO FEIJÃO CAUPI.....	8
2.4 CICLO DA LEGUMINOSA E BACTÉRIA.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
5. CONCLUSÃO.....	18
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Detalhe da medida do comprimento do grão seco de feijão-caupi, Laboratório de Biodiversidade (LABBIO), Centro Universitário de Anápolis, GO.....11
- Figura 2- Detalhe das sementes de feijão-caupi embebidas, Laboratório de Biodiversidade (LABBIO), Centro Universitário de Anápolis, GO.....12
- Figura 3- Preparo de plantio de sementes de feijão-caupi, Unidade Experimental, Centro Universitário de Anápolis, GO.....13
- Figura 4- Resultado das plantas (*V. unguiculata*) após 25 dias de semeadura, Unidade Experimental, Anápolis, GO. ....16

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios do comprimento, largura e espessura dos grãos em centímetros (cm) dos grãos secos (20% de umidade) e temperatura de 25° e embebido em água deionizada por 6 horas de feijão caupi, Laboratório de Biodiversidade (LABBIO), Centro Universitário de Anápolis, GO.....	15
---	----

## RESUMO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), mais conhecido como feijão de corda, é uma cultura de origem africana e tem uma grande importância alimentar, social e econômica e cada vez mais está sendo necessária a adoção de medidas que não causem danos ao meio ambiente. Uma opção que tem grande resultado principalmente em leguminosas e a capacidade de fixação de nitrogênio através das bactérias fixadoras simbióticas. A interação entre leguminosas e rizóbio é um exemplo de associação biológica intensamente estudada, cujos benefícios para a sustentabilidade agrícola são reconhecidos devido ao processo de Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN). O objetivo deste trabalho foi avaliar quantidade de nodulação nas raízes das plantas em experimento na Unidade Experimental, Anápolis, Goiás. Foram feitas análises laboratoriais para teste de absorção de água da semente, caracterização biométrica dos grãos e o plantio do feijão diante de seis tratamentos, sendo também submetidos à inoculação com estirpes e bactérias do gênero *Rhizobium tropici*. As sementes são parcialmente recobertas por um tecido esponjoso, de coloração esbranquiçada, provavelmente arilo. Hilo de formato codiforme a arredondado, com resquícios de tecido esponjoso. Verificou-se que o feijão-caupi aumentou tanto nas medidas de comprimento, largura e espessura até o período de 5 horas embebido em água deionizada, onde ocorre o pico de capacidade de absorção de água da semente, e após isso os mesmos apresentam redução em nas medidas biométricas avaliadas, devido ao grão apresentar micro fissuras e vir a perder parte da água absorvida. As cepas utilizadas responderam satisfatoriamente aos testes de eficiência agrônômica, apresentando alto potencial para também serem recomendadas como inoculantes para o feijão-caupi, todavia fazem-se necessários estudos a posteriori e testes de significância para avaliação em maior detalhamento.

Palavras-chave: Fabaceae, feijoeiro, bactéria.

## 1. INTRODUÇÃO

Além da proteína, o feijão-caupi apresenta componentes e características que tornam o seu consumo vantajoso do ponto de vista nutricional. Entre eles, carboidratos, ferro, fibra alimentar e vitaminas (FROTA et al., 2008; SINGH, 2007).

Na diversificação da produção agrícola, o feijão-caupi pode ser aproveitado para outros usos, além da produção de grãos para alimentação humana. O resíduo da parte aérea da planta pode suprir os requisitos de manutenção de energia para bovinos e contribuir para o potencial produtivo do cerrado maranhense, integrando o sistema de lavoura e pecuária, com baixo custo de produção. O feijão-caupi é uma cultura importante na África subsaariana e muito utilizada como forrageira (EHLERS; HALL, MORTIMORE et al., ; STALKER, apud FARIAS 2014).

A recomendação de estirpes de bactérias simbióticas para uso como inoculante microbiano de interesse agrícola depende de uma análise técnica da eficiência agrônômica dessas bactérias. Novas estirpes podem ser aprovadas como provisórias ou definitivas, dependendo do impacto dos resultados dos testes. A adoção de tecnologias sustentáveis que permitam conservação dos recursos naturais e promovam uma melhoria na qualidade de vida da população configura-se como um componente importante para garantir cidadania e dignidade a agricultores (RUMJANEK et al., 2006).

Além das peculiaridades inerentes ao microssimbionte, também há relatos de que determinados genótipos de feijão-caupi apresentam maior capacidade de nodulação e eficiência na Fixação biológica de nutrientes (FBN) do que outros genótipos, o que indica a possibilidade de otimização das respostas quanto à FBN com o uso de cultivares eficientes, ou mesmo com a implementação de programas de melhoramento vegetal para a FBN (SANGINGA et al., FALL et al., XAVIER et al., apud MEL|O e ZILI 2009).

Tendo em vista a sustentabilidade, qualidade de vida e boas práticas para o meio ambiente, a inoculação de estirpes de rizóbio em leguminosas pode suprir em parte ou totalmente a necessidade de nitrogênio da cultura através do processo de (FBN). O feijão-caupi é capaz de se beneficiar do nitrogênio (N) proveniente deste processo biológico. É necessária entretanto, a inoculação de estirpes eficientes e adaptadas às condições regionais (RUMJANEK et al., 2006).

O uso contínuo e indiscriminado de produtos químicos na agricultura pode provocar inúmeros prejuízos à saúde humana e ao meio ambiente. Sendo assim necessário o uso de

outras opções viáveis ecologicamente, como interações biológicas, realizando simbiose entre bactérias fixadoras de nitrogênio e as plantas. No qual as bactérias, capturam nitrogênio da atmosfera, o assimilando em forma absorvível para a planta, e em troca ela recebe carboidratos da mesma (FREIRE et al., 2016).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de N pela cultivar *Vigna unguiculata* L. (Walp) (FABACEAE) através de sua resposta em relação a qualidade e quantidade de nodulação em experimento na Unidade Experimental, Anápolis, Goiás.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) é uma espécie com ampla distribuição mundial, principalmente nas regiões tropicais, em virtude de terem condições edafoclimáticas semelhantes às do seu provável berço de origem, a África. É um alimento de muita importância nutricional tornando-se um básico para segurança alimentar de países subdesenvolvidos (BRITO et al., 2011)

Essa cultura se destaca no Norte e Nordeste brasileiro, como uma cultura de grande importância socioeconômica pelo fato de ser a principal fonte de proteína vegetal para as populações mais pobres, principalmente a rural (ALMEIDA et al., apud FRIGO, 2013).

É uma cultura anual, na qual apresenta germinação epígea, uma angiosperma (Eudicotiledônea), seus cotilédones ficam situados no primeiro nó do ramo principal. Seu sistema radicular é axial, suas raízes são superficiais, entretanto, podem chegar a atingir até 2,0 m de profundidade (CHAGAS JUNIOR et al., apud FRIGO, 2013). Essa espécie apresenta alta rusticidade e adaptabilidade à estiagem prolongada e capacidade de se desenvolver em solo de baixa fertilidade (OLIVEIRA & CARVALHO., 1988).

### 2.2 FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO (FBN) E SUA IMPORTÂNCIA NA CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) tem chamado a atenção de pesquisadores e de produtores rurais como uma forma de disponibilizar este nutriente para as plantas, diminuindo a necessidade de se aplicar fertilizantes nitrogenados nos agroecossistemas. Assim, minimizando as agressões ambientais que fertilizantes nitrogenados químicos causam ao solo e ao meio ambiente (BATISTA, 2015).

As plantas da família das leguminosas, principalmente o feijão-caupi conseguem a maior parte do nitrogênio que elas necessitam diretamente da atmosfera, devido às associações simbióticas que elas são capazes de realizar com bactérias do gênero *Rhizobium*. Isso ocorre pelo fato da planta oferecer ao micro-organismo metabólitos, onde a bactéria se instala na raiz da planta formando nódulos, realizando a conversão do nitrogênio atmosférico para a forma de amônia (FIGUEIREDO et. al.; TAIZ E ZEIGER, apud ARAÚJO, 2015).

Os diazotróficos absorvem o N<sub>2</sub> do ar e através de reação metabólica o converte em amônia (NH<sub>3</sub>), mediada pela enzima nitrogenase. O mais importante processo de fixação biológica de nitrogênio ocorre na simbiose de rizóbio e leguminosa (MOREIRA; SIQUEIRA, apud FARIAS, 2014).

O uso excessivo de insumos químicos na agricultura causa impactos ambientais irreversíveis. Uma alternativa para diminuir os efeitos negativos resultantes do uso contínuo de produtos químicos é a inoculação de bactérias promotoras de crescimento de plantas. (MELO E ZILLI, apud SANTOS et. al., 2016). Pois, através da Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), a cultura se beneficia do N fixado da atmosfera, tornando necessária sua otimização, por meio da inoculação com cepas de rizóbio (ALMEIDA et. al., 2010).

A inoculação consiste em acrescentar bactérias fixadoras de nitrogênio, com cepas selecionadas, às sementes ou ao solo. Essas bactérias irão constituir novas estruturas nas raízes, denominadas nódulos, onde o nitrogênio será transformado em forma aproveitável pela planta (OLIVEIRA., 2015).

A formação de nódulos nas raízes é um processo um tanto complicado, que acontece em várias etapas, dentre elas, envolver mudanças fisiológicas e morfológicas tanto na célula hospedeira, como na bactéria. A bactéria em seu benefício visa, principalmente, o recebimento de fontes de C da planta com que ela possui a relação simbiótica, para fornecer o ATP necessário para o processo de FBN. A planta hospedeira visa assimilar a amônia produzida pelas bactérias (HUNGRIA et al., citado por FRIGO., 1994).

Para que haja eficiência no processo de nodulação, ambos, bactérias simbióticas e planta hospedeira, desenvolveram um complexo sistema de integração mantendo, assim, uma comunicação molecular. Esse sistema faz com que bactérias simbióticas vivendo saprofiticamente no solo, percebam sinais químicos sintetizados pela planta hospedeira. A planta hospedeira libera compostos que fazem com que as bactérias simbióticas sejam atraídas em direção às raízes (DROZDOWICZ, citado por FRIGO, 1994).

### 2.3 NITROGÊNIO E A CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI

A produção agropecuária integrada, entre outros, o cultivo de leguminosas, essenciais na alimentação humana e animal e estudos nos trouxeram a evolução que possibilitou a maioria das leguminosas, entre elas o feijão a uma simbiose mutualística com bactérias fixadoras de

nitrogênio atmosférico. A FBN é o principal e mais eficiente processo natural de suprimento de N nos sistemas biológicos (FARIAS, 2014).

O conhecimento e estudo humano transformou esse processo eficiente de suprimento em uma poderosa ferramenta na produção de alimentos e na fertilização e proteção do solo. Poupano o mesmo de substâncias químicas que agridem o meio ambiente e trazem grande impacto econômico, e a FBN se torna viável sobretudo por permitir economia de fertilizantes químicos nitrogenados (FARIAS, 2014).

O feijão-caupi beneficia-se da FBN, é tolerante à seca e a altas temperaturas, adapta-se a solos pobres, é compatível em consórcios com outras culturas agrícolas, tem rápido crescimento e cobertura do solo e produz resíduos ricos em nitrogênio, que melhoram a fertilidade do solo. Essas características o tornam uma cultura estratégica entre as principais leguminosas e o destacam como um componente alimentar valioso para a alimentação humana e animal (FARIAS, 2014).

O N necessário ao feijão-caupi pode provir do solo, principalmente pela mineralização da matéria orgânica, dos fertilizantes nitrogenados e da (FBN), mediante a associação de bactérias, genericamente denominadas de rizóbios com as raízes dessas leguminosas. Sendo assim uma forma ecologicamente viável ao ambiente, solo e planta de fornecimento de N a planta (SILVA et al., 2006).

O feijão-caupi é uma leguminosa que possui uma forte capacidade de fazer nodulação com bactérias de vários gêneros no solo (LIMA et al., 2005; MELLONI et al., apud COSTA et al., 2011). O processo de FBN também é influenciado pelas características genotípicas do macro e microssimbionte que refletem nas diferentes respostas em relação a faixa hospedeira, especificidade e eficiência simbiótica.

A especificidade simbiótica de uma cepa de bactéria fixadora de nitrogênio é representada pela sua habilidade de induzir a nodulação e fixar N<sub>2</sub> quando é associada com cultivares ou espécies do hospedeiro específico (FRANCO et al., 2002; XAVIER et al., apud COSTA et al., 2011).

## 2.4 CICLO DA LEGUMINOSA E BACTÉRIA

A caracterização de uma bactéria envolve a descrição de muitas propriedades relativas à morfologia, cultivo, nutrição, bioquímica, metabolismo, ácidos nucleicos, patogenicidade e

ecologia, as quais são pré-requisitos para a identificação e base desse grupo de organismos. Estudos têm mostrado o potencial da eletroforese de proteínas para o estudo da diversidade de microrganismos em geral, na caracterização de diferentes estirpes de bactérias fixadoras de nitrogênio (KAMPFER., 1995 ).

Rizóbios são bactérias Gram-negativas que não formam endosporos e medem cerca de 0,5 a 0,9 micrômetros de comprimento por 1,2 a 3,0 micrômetros de diâmetro, embora sejam pleiomórficas sob condições diversas. São bactérias quimiorganotróficas de metabolismo aeróbio capazes de crescer sob tensões de O<sub>2</sub> inferiores a 0,01 atm. Apresentam temperatura ótima de crescimento de 25 a 35°C e pH de 5,0 a 8,5, sendo mais satisfatórios meios de cultivo que contenham extratos de levedura ou outros extratos de plantas, sais minerais, e como fonte de açúcar, manitol ou glucose (VINCENT, 1962; JORDAN e ALLEN, 1975).

A invasão da planta tem início quando os rizóbios são aprisionados entre as paredes celulares do pelo radicular do hospedeiro no momento em que este se encurva e, com isso, ocorre a invaginação da parede celular desses locais, gerando o processo de infecção, o qual dá origem a um canal por onde as bactérias entram no citoplasma das células das raízes, promovendo a formação de um nódulo radicular primordial (GAGE e MARGOLIN, 2000).

Na busca de novos inoculantes eficientes na fixação de nitrogênio com leguminosas, estudos de laboratório e casa de vegetação devem ter continuidade em campo, uma vez que as estirpes selecionadas devem ser boas competidoras por sítios de infecção em campo e apresentar adaptação aos locais onde serão utilizadas, competindo com rizóbios nativos e sobrevivendo às condições edafoclimáticas locais (MOREIRA; SIQUEIRA., 2006).

Depois de finalizado o ciclo reprodutivo da cultivar, ocorre a senescência dos nódulos, e o rizóbio volta a sua morfologia e fisiologia natural, permanecendo no solo. Dessa forma tendo cumprido sua função de fornecer N a planta de forma simbiótica (HUNGRIA et al., citado por FRIGO 2013).

Para que um nódulo desempenhe sua função é necessário que haja uma constante troca de substâncias entre o microrganismo e a planta. Por isso se torna indispensável a manutenção nutrição mineral essencial para o desenvolvimento da cultura conforme as suas necessidades. Além disso, fatores externos que afetam o desenvolvimento das infestações, como temperatura, acidez do solo comprometem a simbiose entre o rizóbio e a planta (XAVIER et al., 2007).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

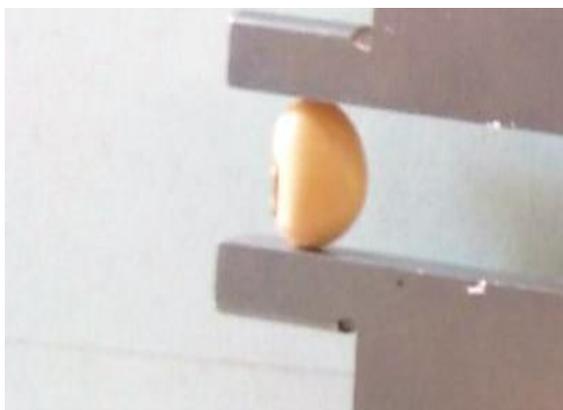
#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O experimento foi realizado na Unidade experimental “Archibald” do Centro Universitário de Anápolis (UniEvangélica), Anápolis – GO, localizado na Av. Universitária Km. 3,5 – cidade universitária, com coordenadas 16°19’10”W, com altitude de 1.017 metros. O clima da região é classificado de acordo com o koppen como Aw (tropical com estação seca) com temperatura mínima de 18 °C e máxima de 32 °C, chuvas de outubro a abril e precipitação pluviométrica média anual de 1.450 mm e temperatura média anual de 22 °C.

#### 3.2 EXPERIMENTO NO LABORATÓRIO

As análises morfológicas incluindo a biometria dos grãos da cultivar *Vigna unguiculata* L. (Walp) (FABACEAE) foram realizadas no Laboratório de Biodiversidade (LABBIO) do Centro Tecnológico. Foram descritas as características morfológicas externas e internas de 38 sementes, considerando os seguintes aspectos para caracterização das sementes: externas como coloração, dimensões (comprimento, largura e espessura), textura e consistência dos tegumentos, forma e dimensões (comprimento e largura) do hilo; internas – tipo de embrião (cotilédones, eixo hipocótilo-radícula e plúmula), forma, tamanho, localização e presença ou ausência de endosperma. As variáveis biométricas foram medidas com o paquímetro digital (Figura1).

Figura 1- Detalhe da medida do comprimento do grão seco de feijão-caupi, Laboratório de Biodiversidade (LABBIO), Centro Universitário de Anápolis, GO.



Fonte: FERREIRA, 2017.

Para o teste da capacidade de absorção da água, 38 grãos de feijão foram colocados em copos plásticos com 200 ml de água destilada, em nove diferentes tempos de embebição (2 a 18 horas), à temperatura ambiente ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ). A cada 30 minutos, uma amostra de grãos foi colocada em embebição para compor os tratamentos (Figura 2).

Figura 2- Detalhe das sementes de feijão-caupi embebidas, Laboratório de Biodiversidade (LABBIO), Centro Universitário de Anápolis, GO.



Fonte: FERREIRA, 2017.

Após o tempo de embebição, os grãos foram retirados e parcialmente secos em papel toalha. A capacidade de absorção da água pelos grãos foi determinada pela diferença de peso antes e após a embebição (GARCIA-VELA & STANLEY, 1989; PLHAK et al., 1989). A avaliação do volume de água absorvido pelos grãos foi realizada pelo uso da relação:  $\text{volume absorvido} = [(\text{volume inicial} - \text{volume final}) / \text{volume inicial} \times 100]$ . A percentagem de grãos normais (com absorção normal de água) e a percentagem de grãos duros (sem a capacidade de hidratação) em relação ao número total de grãos avaliados foram quantificadas.

### 3.2 EXPERIMENTO NO CAMPO

O plantio foi realizado no mês de novembro e avaliado no mês de dezembro (Figura 3). ou seja, 25 dias após semeadura (DAS). Foi cultivado em sacos plásticos, sendo seis tratamentos, tendo quatro repetições cada tratamento, totalizando 24 parcelas. A adubação seguiu a recomendação, sendo 160kg/ha do adubo 04-14-08. Foi feito o semeio de 2 a 4 sementes em cada saco plástico. As sementes foram tratadas com “*Standak top*” na concentração padrão (50ml/saca). Foi usado 5g de inoculante de bactéria da espécie *Rhizobium Tropici* comercial turfoso para 11g de sementes.

O experimento teve os seguintes tratamentos:

- Tratamento 1 : Testemunha;
- Tratamento 2: Tratamento de sementes + Adubação;
- Tratamento 3: Tratamento de sementes + *Rhizobium* + Adubação;
- Tratamento 4: *Rhizobium* + Adubação ;
- Tratamento 5: Adubação;
- Tratamento 6: *Rhizobium*

Figura 3- Preparo de plantio de sementes de feijão-caupi, Unidade Experimental, Centro Universitário de Anápolis, GO.



Fonte: FERREIRA, 2017.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 RESULTADOS LABORATORIAIS

As sementes apresentaram tegumento externo ao óvulo, em secção transversal, possui quatro a cinco camadas de células, com formato retangular, núcleos conspícuos e cutícula externa fina. Tegumento interno composto por células poliédricas, menores do que as do tegumento externo, com núcleos conspícuos, separado do tegumento externo por uma cutícula mediana. Entre o tegumento interno e o nucelo, existe uma cutícula sendo o nucelo constituído por células poliédricas de paredes finas.

As sementes são parcialmente recobertas por um tecido esponjoso, de coloração esbranquiçada, provavelmente arilo. Hilo de formato codiforme a arredondado, com resquícios de tecido esponjoso.

O conhecimento das características morfológicas e ecofisiológicas das sementes, visando a uma posterior produção de mudas para recuperar e, ou, enriquecer áreas degradadas, resultantes da exploração desordenada dos recursos naturais, é importante para a manutenção da biodiversidade. A falta de informações básicas sobre as espécies vegetais dificulta o aproveitamento destas nos programas de produtividade, sendo fundamentais os estudos germinativos (FERREIRA, 2000); para esse fim, o conhecimento da anatomia, morfologia e fisiologia das sementes é de grande importância, pois o plantio dessas espécies exige cuidados especiais (ATHIÉ et al., 1998).

A semente é o principal meio para a reprodução da maioria das espécies lenhosas, e suas características morfológicas externas, por não variarem com as condições ambientais, são importantes para auxiliar a identificação da família, gênero e espécie, além de o seu conhecimento poder auxiliar os estudos de germinação e armazenamento e os métodos de cultivo (GROTH, 1985; AMORIM et al., 1997).

Verificou-se que o feijão-caupi aumentou tanto nas medidas de comprimento, largura e espessura até o período de 5 horas embebido em água deionizada, onde ocorre o pico de capacidade de absorção de água da semente, e após isso os mesmos apresentam redução nas medidas biométricas avaliadas, devido ao grão apresentar micro fissuras e vir a perder parte da água absorvida (Tabela1)

Tabela 1. Valores médios do comprimento, largura e espessura dos grãos em centímetros (cm) dos grãos secos (20% de umidade) e temperatura de 25° e embebido em água deionizada por 6 horas de feijão caupi, Laboratório de Biodiversidade (LABBIO), Centro Universitário de Anápolis, GO.

<b>Horas embebidas</b>	<b>Comprimento</b>	<b>Largura</b>	<b>Espessura</b>
Grão Seco	0,84	0,65	0,51
1h	1,13	0,81	0,63
2h	1,17	0,83	0,67
3h	1,21	0,83	0,69
4h	1,23	0,84	0,69
5h	1,24	0,85	0,70
6h	1,17	0,83	0,68

A capacidade de absorção da água pelos grãos aumentou com o tempo em que esses permaneceram embebidos, atingindo a máxima hidratação as 12h e as 13h.

Resultados semelhantes haviam sido obtidos para o feijão caupi, na qual apresentou tempo de 12h57min (RAMOS JUNIOR et al., 2002). Já em feijões do grupo carioca, o tempo de completa hidratação dos grãos variou de 8h10min a 12h01min, de acordo com o genótipo, sendo considerado um intervalo de tempo satisfatório pois simula o hábito da dona-de-casa em deixar o feijão de molho na noite anterior ao preparo da refeição (RAMOS JUNIOR & LEMOS, 2002). Esses resultados sugerem que há necessidade de padronizar o tempo ideal de permanência dos grãos em embebição para a avaliação da capacidade de absorção da água, pois variabilidade genética tem sido observada para essa característica em germoplasma (SCHOLZ & FONSECA JÚNIOR, 1999a; SCHOLZ & FONSECA JÚNIOR, 1999b; COSTA et al., 2001; RAMOS JUNIOR et al., 2002; RAMOS JUNIOR & LEMOS, 2002; CARBONELL et al., 2003; DALLA CORTE et al., 2003; RIBEIRO et al., 2003).

O volume de água absorvido pelos grãos aumentou até 14h40min e 13h57min de imersão em água destilada. Já a percentagem de grãos normais aumentou até alcançar 12h37min, pontos máximos de eficiência técnica.

Os resultados obtidos sugerem que o tempo superior a 13 horas de imersão dos grãos pode não ter eficiência na discriminação de diferenças no teste da capacidade de absorção da água pelos grãos, pois ocorre estabilização da percentagem de grãos normais e da capacidade de absorção da água. Com relação à percentagem de grãos duros, ocorreu percentual reduzido de grãos sem a capacidade de hidratação (média geral = 2,74%) ,o que é aspecto favorável,

indicando esforços da seleção contra essa característica no desenvolvimento das novas cultivares de feijão caupi.

#### 4.2. RESULTADOS DO PLANTIO EM CAMPO

<b>média</b>	<b>altura da planta</b>	<b>comprimento da raiz</b>	<b>número de nódulos</b>	<b>número de folhas</b>
<b>tratamento 1</b>	18,5	23,5	0	5
<b>tratamento 2</b>	25,6	17,6	109,33	13
<b>tratamento 3</b>	26	9	142,5	11
<b>tratamento 4</b>	26	18	33,5	11
<b>tratamento 5</b>	22	22,25	0	9,25
<b>tratamento 6</b>	16,5	16,25	0	5

Verificou-se que no primeiro tratamento (testemunha), usado como controle não se obteve uma eficiência no resultado. No segundo tratamento, o desenvolvimento das plantas foi maior que no primeiro, mesmo não havendo a germinação das sementes de uma repetição, obteve-se um número significativo de nódulos em suas raízes devido a adubação com nitrogênio. No terceiro tratamento que contém inoculante, o desenvolvimento das nodulações nas plantas foram maiores que no segundo tratamento e obteve grande quantidade de nódulos em suas raízes, mesmo não havendo a germinação das sementes de duas repetições (Figuras 4 e 5).

Figura 4- Resultado das plantas (*V. unguiculata*) após 25 dias de semeadura, Unidade Experimental, Anápolis, GO.



Fonte: FERREIRA, 2017.

No quarto tratamento, as sementes das quatro repetições germinaram e as plantas tiveram um desenvolvimento representativo, com nodulações em todas as raízes. No quinto tratamento que só teve adubação, as plantas na sua totalidade germinaram, atingiram altura média, não havendo nodulações nas raízes, mas apresentando vários nódulos soltos no solo. No sexto tratamento apenas com inoculante, o resultado foi baixo, pois as plantas não obtiveram uma boa altura em seu desenvolvimento e não houve nodulações nas raízes.

Figura 5- Resultado das plantas (*V. unguiculata*) após 25 dias de semeadura, Unidade Experimental, Anápolis, GO.



Fonte: FERREIRA, 2017.

De acordo com Gwata et al. (2004) a efetividade na formação dos nódulos e a fixação de  $N_2$  por estirpe de rizóbio está diretamente influenciada com a promiscuidade, através da produção de nódulos funcionais com estirpes da miscelânea feijão-caupi. Dessa forma, a determinação de padrão de efetividade e a habilidade competitiva de uma estirpe de rizóbio na inoculação do feijão-caupi abrem novas perspectivas de pesquisas, sejam através da identificação e interpretação das bases genéticas envolvidas no processo de troca de sinais moleculares, como para orientar programas de dependente da origem dos acessos de feijão-caupi.

## **5. CONCLUSÃO**

A hidratação máxima dos grãos de feijão da cultivar em estudo ocorre entre a quinta e a sexta hora. Vale ressaltar que depois da quinta hora de absorção de água pelas sementes, atingiu seu pico, havendo rachaduras e diminuindo de tamanho.

As cepas utilizadas responderam satisfatoriamente aos testes de eficiência agronômica, apresentando alto potencial para também serem recomendadas como inoculantes para o feijão-caupi, todavia fazem-se necessários estudos posteriores e testes de significância para avaliação em maior detalhamento.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADRIANA, S. L.; PEREIRA, JP. A. R.; MOREIRA, F. M. D. S. Diversidade fenotípica e eficiência simbiótica de estirpes de Bradyrhizobium spp. de solos da Amazônia. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.40, n.11, p.1095-1104, nov. 2005
- ALMEIDA, A. L. G.; ALCÂNTARA, R. M. C. M.; NÓBREGA, R. S. A.; NÓBREGA, J. C. A.; LEITE, L. F. C.; SILVA, J. A. L. Produtividade do feijão-caupicv BR 17 Gurgueia inoculado com bactérias diazotróficas simbióticas no Piauí. Recife, 2010.6 p.
- ARAÚJO, L. R. Estresse hídrico e salino sobre características morfofisiológicas do feijão-caupi. Teresina, 2015. 83 p.
- BATISTA, E. R. Feijão caupi submetido à inoculação combinada de rizóbio em solo de cerrado. Dissertação de Mestrado. **Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Federal de Mato Grosso**. 95f. Mato Grosso, 2015.
- BRITO, M. DE. M. P.; MURAOKA, T.; SILVA, E. C. DA. Contribuição da fixação biológica de nitrogênio, fertilizante nitrogenado e nitrogênio do solo no desenvolvimento de feijão caupi. São Paulo, Bragantia, v.70, n.1, p.206-215, 2011.
- COSTA, E. M.; NÓBREGA, R. S. A.; MARTINS, L. V.; AMARAL, F. H. C.; MOREIRA, F. M. S. Nodulação e produtividade de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. por cepas de rizóbio em Bom Jesus. Ceará: Fortaleza, 2011. P 1-7.
- FARIAS, T. P. Eficiência agrônômica de estirpes de rizóbio em feijão-caupi cultivado em áreas do maranhão. 2014. 180 f. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45. 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.
- FREIRE, G.F.;LEITE, D.T.; PEREIRA, R.A.; MELO, B.A. de.; SILVA, J.F da. Maracajá PB. Bioatividade de *Solanum melongena*L. e *Capsicum annuum*L. sobre *Callosobruchus maculatus*(Coleoptera: Bruchidae). *Acta biol. Colombia*, 2016;21(1):123-130. Disponível em <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v21n1.45775>
- FRIGO, G.R. Feijão-caupi submetido à inoculação com rizóbio e cultivado em latossolo do cerrado mato-grossense. Mato Grosso: Rondonópolis, 2013. 69 p.
- FROTA, K. M. G.; MENDONÇA, S.; SALDIVA, P. H. N.; CRUZ, R. J.; ARÊAS, J. A. G. Cholesterol-lowering properties of whole cowpea seed and its protein isolate in hamsters. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 73, n M. DE. 9, p. 235-240, Nov./Dec. 2008.
- GAGE, D. J.; MARGOLIN, W. Hanging by a thread: invasion of legume plants by rhizobia. **Current Opinion in Microbiology**, v. 3, p. 613–617, 2000.

JORDAN, D. C.; ALLEN, O. N.;BUCHANAN, R. G.; GIBBONS, N. G. Rhizobiaceae. In: **Bergeys manual of determinative bacteriology**. 8th edition. ed. Baltimore: Williams and Wilkins Co., 1975. p. 201-204

KAMPFER, P. Differentiation of *Brevibacterium* species by electrophoretic protein patterns. *Systematic and Applied Microbiology*, v.17, p.533-535, 1995.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. *Microbiologia e bioquímica do solo*. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006. 729 p.

OLIVEIRA, C. *Campo e Negócios: Inoculação elimina a adubação nitrogenada em feijão*. Minas Gerais: Uberlândia, 2015.

OLIVEIRA, I.P.; CARVALHO, A.M.A. de. A cultura do caupi nas condições de clima e solo dos trópicos úmidos e semi-áridos do Brasil. In: ARAÚJO, J.P. de; WATT, E.A. (Org.). *O caupi no Brasil*. Brasília: IITA; Embrapa-SPI, 1988. p.65-95.

SANTOS, I. B.; SILVA, F.G.; VIANA, J. S.; SANTOS, C. G. G.; SILVA, J.A.T.; SOBRAL, J. K. *Desenvolvimento inicial de plântulas de feijão caupi: inoculação bacteriana x adubação mineral (NPK)*. São Paulo, 2016. 13 p.

SILVA, A. D.;BRITO, M. E. B.;FRADEL. J. G.; NOBRE, R. G.; COSTA F. B. d.; MELO, L. D. A. *Crescimento e trocas gasosas de genótipos de feijão-caupi sob estratégias de cultivo*. *Revista Agro@mbiente* (2016): p.111-118.

SINGH, B. B. Recent progress in cowpea genetics and breeding. *ActaHorticulturae*, The Hague, n. 752, p. 69-76, 2007. Edition of the Proceedings of the International Conference on Indigenous Vegetables and Legumes, Hyderabad, India Sep. 2007. Disponível em: [http://www.actahort.org/books/752/752\\_7.htm](http://www.actahort.org/books/752/752_7.htm)

SINGH, S. P. Bean genetics. In: VOISET, O.; SCHOONHOVEN, A. van. (Eds). *Common beans research for crop improvement*. Wallingford: CAB international, 1991, p. 199, 286.

XAVIER, T. F.;ARAÚJO, A. S. F.; SANTOS, V. B.; CAMPOS, F.L. *Ontogeniada nodulação em duas cultivares de feijão-caupi*. Santa Maria, 2007. p.561-564.

XAVIER, G. R.; MARTINS, L. M. V.; NEVES, M. C. P.; RUNJANEK, N. G. A. A salinidade no crescimento de uma população de rizóbio da região Nordeste brasileiro. *CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO*, 26, 1997, Rio de Janeiro, p. 94.