

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

CARLOS ALBERTO DE ALMEIDA JUNIOR

**ANÁLISE DA INOCULAÇÃO E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM
DUAS VARIEDADES DE FEIJÃO CAUPI**

Chapadinha - MA
2018

CARLOS ALBERTO DE ALMEIDA JUNIOR

**ANÁLISE DA INOCULAÇÃO E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM
DUAS VARIEDADES DE FEIJÃO CAUPI**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal do Maranhão, para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Mariléia Barros Furtado de Moraes Rego

Chapadonha-MA
2018

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

ALMEIDA, CARLOS ALBERTO DE ALMEIDA JUNIOR.
ANALISE DA INOCULAÇÃO E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM DUAS
VARIETADES DE FEIJÃO CAUPI / CARLOS ALBERTO DE ALMEIDA
JUNIOR ALMEIDA. - 2018.

32 p.

Orientador(a): MARILÉIA BARROS FURTADO DE MORAES REGO
FURTADO.

Monografia (Graduação) - Curso de Agronomia,
Universidade Federal do Maranhão, CHAPADINHA, 2018.

1. BRS 17 GURGUEIA. 2. BRS GUARIBA. 3. RHIZOBIUM
TROPICI. I. FURTADO, MARILÉIA BARROS FURTADO DE MORAES
REGO. II. Título.

CARLOS ALBERTO DE ALMEIDA JUNIOR

**ANÁLISE DA INOCULAÇÃO E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM
DUAS VARIEDADES DE FEIJÃO CAUPI**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal do Maranhão, para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia

Aprovada em: / /

BANCA EXAMINADORA

Dr^a. Mariléia Barros Furtado de Moraes Rego (Orientador)

Doutor em Agronomia
Universidade Federal do Maranhão

Francisca Érica do Nascimento Pinto

Engenheira Agrônoma
Universidade Federal do Maranhão

Eduardo Rego Chaves

Engenheiro Agrônomo
IBGE

A minha mãe Antonia Lima Galvão de Almeida, ao meu pai Carlos Alberto de Almeida, a minha esposa Raimunda Ferreira da Costa a meu irmãos Carlos Antonio Galvão de Almeida por sempre estarem ao meu lado, pela paciência e apoio em todos os momentos da minha vida, incentivando-me a realizar os meus objetivos. Ao meu filho Davi Lucas de Almeida Galvão Ferreira que é meu maior incentivador.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus por estar sempre ao meu lado me dando forças pra levantar e seguir com determinação e persistência na busca dos meus objetivos e pela oportunidade e privilegio de chegar até aqui

A minha família pelo suporte em todos os momentos, por me ajudar a enfrentar as barreiras e os desafios, por sempre me animar e incentivar a seguir em frente com coragem e determinação.

A Professora . Dr^a. Mariléia Barros Furtadode Moraes Rego por acreditar no meu potencial, pela acolhida como seu orientado, pelos ensinamentos e confiança.

A Banca por sua presença e atenção, por prestigiar e aceitar participar desse momento tão especial de minha vida acadêmica e pessoal.

Aos meus professores, pelos ensinamentos, conselhos, pela ajuda nos momentos de dúvidas, pelo incentivo e palavras de apoio nos momentos de desanimo pelo amigos que fiz, e a todos que de uma forma ou de outra contribuíram por esse momento.

Muito Obrigada a todos.

Para realizar grandes conquistas, devemos não apenas agir, mas também sonhar, não apenas planejar, mas também acreditar.

Anatole France

RESUMO

O trabalho objetivou analisar produção de dois cultivares do feijão caupi utilizando a técnica de inoculação com *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense* em relação com a adubação nitrogenada. A pesquisa foi desenvolvida na área experimental do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). O delineamento de blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 2 x 3 com quatro repetições, foram analisadas as seguintes variáveis: número de vagens por planta, número de grãos por vagem. Os tratamentos não influenciaram de forma significativa o desenvolvimento das variáveis números de grãos por vagens e número vagens por planta, havendo influencia significativa apenas na produtividade das variedades de feijão-caupi BRS-17 Gurgueia e BRS Guariba, nas condições climáticas no período do cultivo no município de Chapadinha-MA.

Palavras Chaves: *Rhizobium tropici*. BRS-17 Gurgueia. BRS Guariba.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the production of two cultivars of cowpea using the technique of inoculation with *Rhizobium tropici* and *Azospirillum brasilense* in relation to nitrogen fertilization. The research was developed in the experimental area of the Center for Agrarian and Environmental Sciences (CCAA), Federal University of Maranhão (UFMA). A randomized block design (DBC) in a 2 x 3 factorial scheme with four replicates, the following variables were analyzed: number of pods per plant, number of grains per pod. The treatments did not significantly influence the development of the variable number of grains per pods and number of pods per plant. There was a significant influence on the yield of BRS-17 cowpea varieties Gurgueia and BRS Guariba, under climatic conditions during the growing season municipality of Chapadinha-MA.

Key words: *Rhizobium tropici*. BRS-17 Gurgueia. BRS Guariba.

LISTAS DE TABELAS E GRAFICOS

Grafico 1. Médias mensais de temperatura (°C); umidade relativa media (%) e precipitação (mm). Fonte: (INMET, 2018).....	23
Tabela 1. Resumo da analise de variância para as variáveis (NGV) número de grãos por vagem, (NVP) número de vagem por planta e (PROD) produtividade kg/ha ⁻¹ ...	25
Tabela2. Teste de Tukey referente aos números de grãos por vagens(NGV), número vagens por planta(NVP) e produtividade de grãos em kg/ha ⁻¹ (PROD).....	27

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. Geral.....	14
2.2. Específico.....	14
3. REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1. Feijão-Caupi	15
3.1. Importância econômica do feijão-caupi.....	15
3.2. Importância do nitrogênio para o feijão-caupi.....	16
3.3. Densidade de plantio.....	18
3.4. Cultivares de Feijão-caupi	18
3.4.1. A cultivar BR 17 – Gurgueia.....	18
3.4.2. A cultivar BRS Guariba.....	19
4. FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO (FBN)	20
4.1. Bactérias promotoras do crescimento de plantas (BPCP)	21
5. METODOLOGIA	22
5.1. Local do experimento	22
5.2. Instalação do Experimento.....	23
5.3. Delineamento Experimental	23
5.4. Tratos Culturais.....	24
5.5. Variáveis analisadas	24
5.6. Análises estatísticas	25
7. CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	28
ANEXO	32

1. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), também conhecido como feijão-de-corda, feijão-de-praia, feijão-da-estrada, feijão-de-rama, feijão-fradinho ou feijão macassar, macaça ou macáçar, é uma cultura de grande importância como componente da dieta alimentar - fonte de proteínas - das famílias, principalmente, das regiões Norte e Nordeste do Brasil, nas zonas rural e urbana (NEVES et al., 2011).

As principais fontes de N para a cultura do feijão são o solo, por meio da decomposição da matéria orgânica; a aplicação de adubos nitrogenados e a fixação biológica de N₂ atmosférico (FBN), quando em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*. Os fertilizantes nitrogenados apresentam elevado custo, alto gasto de fontes energéticas na sua fabricação, baixa eficiência de utilização pelas plantas e risco ambiental, uma vez que, parte do N aplicado pode ser perdido por diversas vias como desnitrificação, volatilização de amônia (NH₃) e lixiviação de nitrato (NO₃⁻) (GILABE, 2018).

Dessa forma, existe grande interesse em estratégias que visem à redução na aplicação de adubos inorgânicos e, conseqüentemente, melhorias em termos de sustentabilidade nas áreas de produção agrícola. Uma alternativa para reduzir a necessidade de fertilizantes nitrogenados no feijoeiro é a FBN (Fixação Biológica de Nitrogênio), que é realizada por um grupo restrito de bactérias denominadas diazotróficas (REIS, 2007).

As bactérias pertencentes ao gênero *Azospirillum spp* são do grupo diazotrofo endofítico facultativo, onde podem colonizar tanto a rizosfera como o interior das raízes de gramíneas forrageiras e cereais (Döbereiner & Baldani, 1982). O gênero *Azospirillum spp*. abrange um grupo de bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) de vida livre encontrado na maioria dos solos, possuindo o complexo de dinitrogenase realizam a conversão do N₂ da atmosfera em amônia, porém, excretam somente uma parte do nitrogênio fixado diretamente para a planta associada, posteriormente, a mineralização das bactérias suprem parcialmente as necessidades das plantas (HUNGRIA, 2011).

Segundo Araujo (2007), a presença das bactérias do gênero *Rhizobium* via solo ou inoculação ao reconhecer a infecção à raiz da planta hospedeira, provoca a formação de nódulos, onde ocorre a fixação do N₂. Após a iniciação do nódulo, o *Rhizobium* transforma-se em bacterióide que multiplica e começa a sintetizar a nitrogenase, a enzima responsável pela redução no N₂ iniciando-se a fixação.

Visto que o feijão-caupi é importante para o Brasil e para o mundo, a produção em larga escala exige melhoramento das técnicas e dos métodos de produção, desta forma, a FBN através da utilização das bactérias dos gêneros *Azospirillum spp* e *Rhizobium* são grandes “adubo” para desenvolvimento das plantas e conseqüentemente para bons resultados na colheita.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

- Avaliar produção de dois cultivares do feijão-caupi utilizando a técnica de inoculação com *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense* em relação com a adubação nitrogenada.

2.2. Específico

- Analisar influência da utilização da técnica de inoculação de sementes em relação à adubação convencional.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Feijão-Caupi

O feijão-caupi é uma espécie vegetal originária do continente africano. Essa constatação deve-se à presença, nesse continente, de todas as 170 espécies catalogadas, onde 66 delas são endêmicas da região. Ademais, não se encontram registros da presença das formas selvagens da espécie fora da África.

O centro de origem ainda é conteúdo de discordância, segundo Steele e Mehra (1980) a região Oeste da África, especificamente a Nigéria é provavelmente seu centro primário de evolução, entretanto outros países como Etiópia, Paquistão e Irã são sugeridos na literatura. No Brasil o feijão-caupi foi introduzido no século XVI pelos colonizadores portugueses, inicialmente no estado da Bahia e, posteriormente, expandiu-se para outros estados (FREIRE FILHO et al., 2005).

O feijão-caupi é uma planta dicotiledônea, pertencente ao filo *Magnoliophyta*, à classe *Magnoliopsida*, ordem *Fabales*, família *Fabaceae*, subfamília *Faboidea*, tribo *Phaseoleae*, subtribo *Phaseolinae*, gênero *Vigna*, subgênero *Vigna*, secção *Catiang*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. e subespécie *unguiculata* (EMBRAPA, 2007).

O feijão caupi, feijão-de-corda ou feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma leguminosa importante para o consumo humano e destaca-se por sua importância socioeconômica para as famílias das regiões Norte e Nordeste do Brasil. Constitui-se num dos principais componentes da dieta alimentar, nas zonas rural e urbana, gerando emprego e renda para milhares de pessoas. É uma cultura bastante versátil em termos de mercado, podendo ser comercializada na forma de grãos secos, vagens e grãos verdes ou frescos (feijão-verde) (SALGADO et al., 2012).

3.1. Importância econômica do feijão-caupi

O feijão-caupi, feijão-de-corda ou feijão-macassar [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] é uma excelente fonte de proteínas (23% a 25% em média) e apresenta todos os aminoácidos essenciais, carboidratos (62% em média), vitaminas e minerais, além de grande quantidade

de fibras dietéticas e baixa quantidade de gordura (teor de óleo de 2% em média). Representa alimento básico para as populações de baixa renda do Nordeste brasileiro. Apresenta ciclo curto, baixa exigência hídrica, rusticidade para se desenvolver em solos de baixa fertilidade e, por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, tem a habilidade para fixar nitrogênio do ar. Por seu valor nutritivo, o feijão-caupi é cultivado principalmente para a produção de grãos, secos ou verdes, e para o consumo humano, in natura, na forma de conserva ou desidratado. Também é utilizado como forragem verde, feno, ensilagem, farinha para alimentação animal e ainda como adubação verde e proteção do solo (EMBRAPA, 2018).

A produção mundial de feijão-caupi em 2014, segundo registro da FAOSTAT (2015), foi de aproximadamente 5,6 milhões de toneladas, produzidas em 12,5 milhões de hectares, com uma produtividade média de 446,50 kg ha⁻¹. Provavelmente, os dados estão subestimados em função de países como Brasil e Índia, entre outros, não apresentarem estatísticas separadas de feijão-caupi e feijão-comum, apesar de apresentarem volumes expressivos de produção. Os três maiores produtores de feijão-caupi são Nigéria (2,1 milhões de toneladas), Níger (1,6 milhão de toneladas) e Burkina Faso (571 mil toneladas). Croácia, Palestina, República da Macedônia, Trinidad Tobago, Bósnia Herzegovina, Egito e Filipinas são os países com maior produtividade de grãos, acima de 2.500 kg ha⁻¹.

3.2. Importância do nitrogênio para o feijão-caupi

O nitrogênio é um macronutriente primário, essencial para as plantas, por participar da formação de proteínas, aminoácidos e de outros compostos importantes no metabolismo das plantas. Sua ausência bloqueia a síntese de citocinina, hormônio responsável pelo crescimento das plantas, causando redução do seu tamanho e conseqüentemente redução da produção econômica das sementes (MENGEL & KIRKBY, 1987).

Elemento altamente móvel no solo e principalmente na planta e, por isso, os primeiros sintomas de deficiência surgem nas folhas mais velhas, em forma de clorose uniforme homogênea, amarelo-esverdeada, passando a amarelo-esbranquiçada, que se estende às folhas novas, com a intensificação dos sintomas. O número de folhas, a área foliar

e o crescimento das plantas são reduzidos, dando lugar a um desfolhamento prematuro. O feijão-caupi absorve, para seu desenvolvimento completo, uma quantidade superior a 100 kg.ha⁻¹ de N. É considerada uma planta de boa capacidade de nodulação e com alta eficiência de fixação de N atmosférico, por meio de nodulação natural. Portanto, o feijão-caupi dispensa a adubação nitrogenada (EMBRAPA, 2018).

A quantidade de Nitrogênio (N) suprida pela maioria dos solos é pequena. Muito pouco é encontrado em rochas e minerais; grande parte do N do solo vem da matéria orgânica. A matéria orgânica libera o N lentamente, sendo a taxa controlada por fatores como temperatura, umidade e textura. Em geral, cerca de 20 a 30 kg de N por hectare são liberados anualmente para cada 1% de matéria orgânica contida no solo. Assim, um solo com 2% de matéria orgânica poderia liberar 40 a 60 kg de N ao ano. Um dos produtos da decomposição da matéria orgânica é o amônio, que pode ser retido pelo solo, absorvido pelas plantas ou convertido em nitrato. O nitrato pode ser usado pelas plantas, lixiviado para fora da zona das raízes ou convertido a N gasoso e perdido para a atmosfera (ALVES, 2006).

A adubação mineral exerce papel importante no crescimento e desenvolvimento das culturas. O nitrogênio e o potássio fornecidos de forma equilibrada, promovem crescimento vegetativo, formação de gemas floríferas e frutíferas (MARSCHNER, 1995), aumenta a resistência a pragas e doenças (MALAVOLTA et al. 1989; MARSCHNER, 1995), enquanto o fósforo é indispensável à fotossíntese, divisão celular e desenvolvimento do sistema radicular, além de promover abundância de florescimento e frutificação, influenciando diretamente na produtividade e qualidade dos produtos colhidos (FILGUEIRA, 2000). Os macronutrientes atuam em vários processos metabólicos dos vegetais. O nitrogênio é um elemento importante e limitante na produção das culturas, principalmente nas que fornecem massa verde; o fósforo por fazer parte na divisão celular, reprodução sexuada, fotossíntese, respiração e síntese de substâncias orgânicas, torna-se indispensável à vida vegetal e o potássio por atuar no mecanismo de proteção e no controle estomático (OLIVEIRA et al. 1996).

O feijoeiro é considerado uma planta exigente em nutrientes, em função do pequeno e pouco profundo sistema radicular e do ciclo curto. Por isso, é fundamental que o nutriente seja colocado à disposição da planta em tempo e local

adequados. Embora se encontrem disparidades na literatura com relação às quantidades de nutrientes absorvidas pelo feijoeiro, normalmente a exigência é maior que a da soja, por exemplo. As quantidades médias de nutrientes exportados por 1.000 kg de grãos citadas em várias pesquisas são: 35,5 kg de N, 4,0 kg de P, 15,3 kg de K, 3,1 kg de Ca, 2,6 kg de Mg e 5,4 kg de S (ROSOLEM e MARUBAYASHI, 1994).

3.3. Densidade de plantio

A densidade de plantio, definida pela combinação entre o número de plantas na linha de semeadura e o espaçamento entre linhas (CARDOSO et al., 2006), pode provocar alterações capazes de interferir no microclima formado, na disponibilidade de luz, nutrientes e água. Produções biológicas e econômicas das culturas dependem diretamente do aproveitamento da luz, resultante da interceptação desta pela folhagem e da eficiência com que sua energia é convertida em energia química dos constituintes vegetais (MATOSO, 2011). Assim, a densidade e o arranjo de plantas são determinantes para a maximização dos rendimentos da atividade agrícola. O adensamento de plantas estimula a competição intraespecífica pelos recursos do meio (água, luz, nutrientes, CO₂), sendo que a duração do tempo da competição determina prejuízos no crescimento, no desenvolvimento e, conseqüentemente, na produção das culturas. Uma redução considerável no crescimento de espécies, tanto em combinações intra como interespecíficas, é resultante da competição espacial entre grupos de plantas que ocupam o mesmo local em um determinado período de tempo (ZANINE & SANTOS, 2004).

3.4. Cultivares de Feijão-caupi

3.4.1. A cultivar BR 17 – Gurgueia

A cultivar BR 17 - Gurgueia corresponde a linhagem TE 86-75-37B.1, obtida do cruzamento entre as cultivares BR 10 - Piauí e CE - 315 (TVu 2331). É imune ao vírus do mosaico severo do caupi - CpSMV (Cowpea Severe Mosaic Vírus) e a algumas estirpes de

potyvirus, que são vírus transmitidos por pulgão, e é altamente resistente ao vírus do mosaico dourado do caupi - CpGMV (Cowpea Golden Mosaic Vírus) (Santos et al., 1987).

Descrição da planta: hábito de crescimento: indeterminado Porte: enramador
Tipo de folha: globosa Floração inicial: 43 dias Floração média: 52 dias Ciclo média: 75 dias
Cor da flor: roxa Cor da vagem imatura: verde Cor da vagem seca: amarela Comprimento
média da vagem= 17 cm, Nº média de sementes por vagem: 15, Peso média de 100
sementes: 12.5 g Cor da semente: esverdeada (tipo sempre-verde) (FILHO ET AL., 1994).

Á princípio, a cultivar BR 1.7- Gurgueia é recomendada para cultivo no estado do Piauí, nas Microrregiões de Teresina, Médio Parnaíba Piauiense e Bertolinia, em cultivo de sequeiro, e Baixo Parnaíba Piauiense e Alto Médio Gurgueia em cultivo irrigado. o espaçamento entre fileiras pode ser de 0,80 a 1m e a densidade de 8 a 10 sementes por metro linear. Para essas condições a necessidade de sementes varia de 1.0a 16 kg/ha. Recomenda-se que seja feita a análise de fertilidade do solo e que a calagem e adubação sejam realizadas com base em orientação técnica (FILHO ET AL., 1994).

3.4.2. A cultivar BRS Guariba

A cultivar BRS Guariba foi obtida do cruzamento da linhagem IT85F-2687, introduzida do International Institute of Tropical Agriculture-IITA da Nigéria, com a linhagem TE87-98-8G, do Programa de Melhoramento Genético de Feijão-Caupi da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI. O cruzamento foi realizado em Teresina, PI, e as gerações segregantes de F2 e F6 foram conduzidas pelo método de descendência de uma única vagem. A linhagem foi avaliada na rede regional de ensaios, no período de 2000 a 2003, e depois incluída na Rede Nacional de Ensaios Avançados, onde foi testada em diversos estados do país (GONÇALVES et al., 2009).

Descrição da planta: hábito de crescimento: indeterminado, Porte: semiereto,
Tipo da folha: globosa, Cor da flor: branca, Cor do cálice: roxa, Cor da Corola: branca, Cor da vagem imatura: verde, Cor da vagem madura: roxa, Cor da vagem seca: roxa
Comprimento da vagem (cm): 17,8 cm, Número de grãos por vagem: 12, Nível de inserção das vagens: acima da folhagem, Forma da semente: arredondada, Cor do tegumento: branca,

Cor do halo: sem halo, Peso de 100 grãos (g): 19,5g, Índice de grão: 78%, Teor de proteínas nos grãos: 22,1%, Classe comercial: branca, Subclasse comercial: branca, Número de dias para a floração: 41 dias, Ciclo: 65-70 dias (GONÇALVES et al., 2009).

A cultivar BRS Guariba é recomendada para o cultivo em sequeiro. No Estado do Amazonas, pode ser cultivada tanto em terra firme como em várzea. Nesta, devido à alta fertilidade do solo, as produtividades são relativamente altas, porém o genótipo revela maior potencial produtivo em condição de sequeiro, quando fornecidas as condições nutricionais e hídricas necessárias ao seu desenvolvimento (GONÇALVES et al., 2009).

O feijão-caupi BRS Guariba pode ser cultivado em quase todos os tipos de solo, desenvolvendo-se, em geral, em solos com regular quantidade de matéria orgânica, leves, profundos, arejados e dotados de média a alta fertilidade. Entretanto, também pode ser cultivado em solos de baixa fertilidade, onde as produtividades irão variar em função do uso de corretivos e de fertilizantes (GONÇALVES et al., 2009).

O número de plantas a ser cultivado em determinada área depende de alguns fatores, como: ecossistema (várzea ou terra firme); porte da cultivar (ereto ou ramador); sistema de produção (manual ou mecanizado); uso ou não de irrigação; etc. Em ambiente de várzea, devido à alta temperatura e à alta umidade, os espaçamentos devem ser maiores, porque o crescimento vegetativo é maior e porque as plantas necessitam de mais espaço (GONÇALVES et al., 2009)

4. FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO (FBN)

O ar atmosférico é, na realidade, uma mistura de gases, composto por N (78%), oxigênio (21%), dióxido de carbono (0,03%) e outros gases (0,97%). Embora o N₂ seja abundante, nenhum animal ou planta consegue utilizá-lo como nutriente devido à tripla ligação que existe entre os dois átomos de N, que é uma das mais fortes de que se tem conhecimento na natureza (HOFFMAN et al., 2014).

Na associação com leguminosas, a bactéria (rizóbio) tem como característica principal a capacidade de interação com o sistema radicular da planta hospedeira por meio do

desenvolvimento de estruturas hipertróficas altamente especializadas, os nódulos radiculares, local onde ocorre a FBN. Essa interação representa uma simbiose, ou, mais especificamente, uma interação mutualística, já que a bactéria se beneficia do suprimento de fotossintatos fornecidos pela planta hospedeira, enquanto a planta recebe o N fixado pelo rizóbio na forma amoniacal, transformando-o em compostos nitrogenados que podem ser translocados para suas diferentes partes (CASSINI & FRANCO, 2006). O metabolismo da bactéria diazotrófica e da planta se complementam, sendo que cada qual estimula o outro a produzir substâncias específicas para que a associação aconteça (KERBAUY, 2008).

A nodulação é um processo complexo que tem início logo após a germinação, com a presença do rizóbio no solo ou aderido às sementes, e envolve três etapas principais (CASSINI & FRANCO, 2006): a) pré-infecção (reconhecimento dos simbiossitos e interação entre superfícies da bactéria e da planta); b) infecção da planta pela bactéria e formação do nódulo e c) funcionamento do nódulo e FBN (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

A incorporação de N via FBN, aos diferentes ecossistemas do planeta, é bastante significativa, resultando em uma economia substancial de energia fóssil normalmente empregada na produção de fertilizantes nitrogenados necessários para atender a demanda da agricultura mundial (ALCÂNTARA et al. 2009), representando redução dos custos de produção e contribuindo para a preservação do ambiente (HUNGRIA & VARGAS, 2000).

4.1. Bactérias promotoras do crescimento de plantas (BPCP)

O Nitrogênio (N) é o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura do feijão-caupi, demonstrando a importância desse nutriente para elevar a produtividade da cultura.

Bactérias promotoras do crescimento de plantas (BPCP) promovem o crescimento das plantas de duas maneiras diferentes: o primeiro delas afetam diretamente o metabolismo das plantas, proporcionando substâncias que normalmente são escassas, estas bactérias são capazes de fixar o nitrogênio atmosférico, de solubilização fósforo e ferro, e da produção de hormônios vegetais, tais como auxinas, giberelinas, citocininas e etileno. Um

ou mais mecanismos podem contribuir para os aumentos obtidos no crescimento e desenvolvimento das plantas que estão acima do normal para as plantas cultivadas sob condições de cultivo padrão (BASHAN, 2005).

As interações biológicas das bactérias *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* no solo apresentam impactos econômicos óbvios, são consequências do aumento da nodulação e maior crescimento experimentado por forrageiras e leguminosas em resposta à interação positiva entre bactérias simbióticas e diazotróficas, especialmente as pertencentes ao gênero *Azospirillum spp* (FERLINI, 2006). O volume de nitrogênio fixado por bactérias não é suficiente para suprir as necessidades de feijoeiro-comum (BARBOSA et al., 2010). Uma das ações que está sendo utilizado para ocorrer maior disponibilidade de nitrogênio é a co-inoculação de bactérias do gênero *Rhizobium* e *Azospirillum*.

Os casos pesquisados com *Azospirillum brasilense* mostram benefícios da associação pela capacidade da bactéria de produzir fito-hormônios, onde desenvolvem o sistema radicular, assim explorar um volume maior de solo. O gênero *Azospirillum spp*. estimulam a expressão de genes *nod*, de raízes laterais, da densidade e ramificação dos pelos radiculares (BÁRBARO, et al., 2008).

Gitti et al. (2012) descrevem que a estirpe *A. brasilense* ao liberar fitormônios, induzem o aumento da nodulação, crescimento de raízes e plantas, formação de raízes secundárias e terciárias, auxiliando assim na absorção de água e nutrientes pela planta e combinada com estirpes de *R. tropici*, ocorrem o aumento da produção de grãos.

5. METODOLOGIA

5.1. Local do experimento

A cidade de Chapadinha localizada na região dos cerrados nordestinos maranhenses, especificamente (3°44'17" Sul e 43°20'29" Oeste), na mesorregião leste maranhense e microrregião de Chapadinha, possui uma área de aproximadamente 3.247 Km², possui um clima quente sub-úmido, com temperaturas que variam entre 28 e 30 °C.

O estudo foi realizado no campo experimental do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais-(CCAA) campus - Chapadinha, da Universidade Federal do Maranhão-(UFMA), terá duração de 07 meses (Junho de 2017 a Abril de 2018).

De acordo com os dados climáticos dos meses em que o experimento foi realizado, a microrregião de Chapadinha apresentou uma umidade relativa média de 73,36%, precipitação média de 122,16 mm e temperatura média 27,55% no período do projeto. (Figura 1).

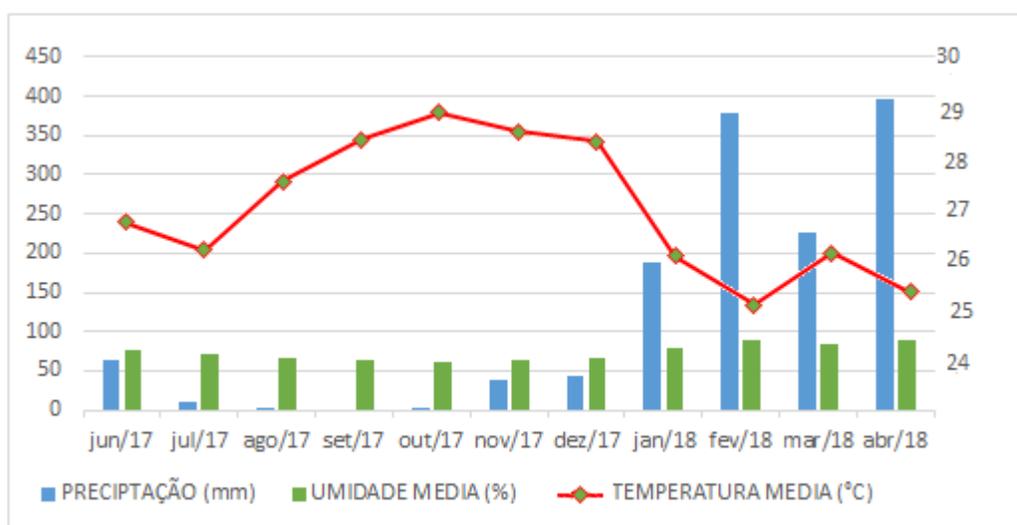


Grafico 1. Médias mensais de temperatura (°C); umidade relativa media (%) e precipitação (mm).
Fonte: (INMET, 2018).

5.2. Instalação do Experimento

As parcelas tiveram dimensões de 4 x 3 m com cinco linhas de plantio, espaçadas de 0,80 m e cinco plantas por metro, totalizando uma população de 62,500 plantas.ha⁻¹. Serão consideradas como área útil de cada parcela as três linhas centrais, descartando-se 0,40 m de cada extremidade, perfazendo 12 m², totalizando 75 plantas por parcela.

5.3. Delineamento Experimental

O trabalho foi desenvolvido em delineamento de blocos casualizados (DBC) em

esquema fatorial 2 x 3 com quatro repetições .

Para fins estatísticos, foram utilizados as seguintes variáveis: número de vagens por planta, número de grãos por vagem.

5.4. Tratos Culturais

O solo é classificado, segundo a Embrapa (2013), como Latossolo Amarelo distrófico (LAd), textura franco-arenosa, possuindo 25,8 g.kg⁻¹ de areia grossa, 53,5 g.kg⁻¹ de areia fina, 8,6 g.kg⁻¹ de argila e 12,1 g.kg⁻¹ de silte, conforme análise de solo da área experimental. Antes do experimento foi coletada amostras do solo, na profundidade de 0-20 cm para sua caracterização química.

Todos os tratos culturais foram realizados de acordo com a necessidade durante o desenvolvimento da cultura.

Foi semeada a cultura do feijão caupi, cultivar BRS Guariba que possui hábito de crescimento indeterminado, ramos curtos, porte semi-ereto e ciclo de maturação de 65 a 70 dias e BRS 17 Gurgueia que possui hábito de crescimento indeterminado, porte enramado, ciclo de maturação de 70 a 75 dias em média. Foram feitas adubações nitrogenadas para os dois cultivares indicadas pela EMBRAPA 70kg de nitrogênio por ha⁻¹ CFSMG (1999), para aplicação localizada em sulcos de semeadura de grãos.

Antes da semeadura, as sementes foram inoculadas com estirpe de *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense*.

5.5. Variáveis analisadas

Para efeito de análise estatística, as plantas foram colhidas no fim do experimento (68 dias BRS Guariba e 88 dias BRS 17 Gurgueia) e submetidas às seguintes variáveis.

- Número de vagens por planta: determinado pela contagem manual das vagens por planta e expressas por uma média.
- Número de grãos por vagem: determinado pela contagem manual dos grãos e expressas por uma média.

- Produtividade: determinada pela pesagem da produção das variedades de feijão e Expressa em Kg/ha.

As variáveis analisadas serão submetidas à análise de variância pelo teste F e a. Será utilizado o programa.

5.6. Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas pelo programa Infostat, para comparação dos valores entre as amostras. Foram analisados pelo método de comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A utilização de diferentes inoculantes no cultivo do feijão-caupi, utilizando o rizobio, rizobio+azzospirilo, sem inoculante (testemunha) e um plantio com adubação nitrogenada, os mesmos pouco influenciaram as variáveis produtivas: número de grãos de vagens, número de vagens por planta e produtividade.

Observando-se os resultados apresentados na Tabela 1, percebe-se que a utilização de diferentes inoculantes no cultivo de duas variedades do feijão caupi proporcionou um coeficiente de variação (CV) um pouco elevado mais aceitável para as variáveis analisadas. As variáveis apresentaram-se significância ($p < .01$) na fonte de variação cultivar, já na fonte de variação inoculação apenas a variável produtividade apresentou significância ($.01 = < .05$), e a interação entre inoculação e cultivar não apresentaram significância ($p \geq .05$),.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis (NGV) número de grãos por vagem, (NVP) número de vagem por planta e (PROD) produtividade kg/ha^{-1} .

	NGV	NVP	PROD
FONTE DE VARIACÃO	F	F	F
INOCULAÇÃO	1,86 NS	5,01 NS	7,77*
CULTIVAR	223,14 **	403,51**	683,64**

INOCULÇÃO X CULTIVOS	1,28 NS	2,38 NS	3,32 NS
CV (%)	7,27	15,86	14,72

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$), * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 = < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$), pelo teste de Tukey.t

Analisando os resultados apresentados na Tabela 2, percebe-se que todas as variáveis produtivas: número de grãos de vagens (NGV), número de vagens por planta (NVP) e produtividade (PROD), demonstraram valores superiores na cultivar BRS 17 Gurgueia sendo a mais indicada ao cultivo, segundo os parâmetros analisados e nas condições climáticas apresentada

Já os tratamentos não diferenciaram-se estatisticamente entre si na variável número de grãos de vagens apresentando variação em valores médios entre 11,56 a 12,56. Segundo a Embrapa (2004) a variedade guariba apresenta um número médio de 12 grãos por vagem, possui um crescimento intermediário, com ramos curto e resistência ao acamamento. Já a variedade gurgueia segundo a Embrapa (2018B) apresenta um número médio de 15 grãos por vagem além de ter grãos de cor esverdeada tipo “sempre-verde” e aproximadamente ser reniformes.

A variável número de vagens por planta o tratamento Rizobio + Azuspirillum apresentou o melhor resultado diferenciando-se estatisticamente apenas da testemunha (S/Inoculante) e a variável produtividade os tratamentos Nitrogênio, Rizobio E Rizobio + Azuspirillum apresentaram os melhores resultados não havendo diferença estatística entre si.

Segundo a Embrapa (2004), a cultivar BRS guariba é recomendada para cultivo de sequeiro nos estados do Piauí e Maranhão, onde apresentou uma média de produtividade de 1.475 Kg/ha e de 1.508 Kg/ha, respectivamente. A cultivar BRS 17 gurgueia apresenta ciclo de 65 a 70 dias. Segundo a Embrapa (2018) A cultivar do tipo sempre verde, com grãos e vagens compridas, recomendada para plantio de sequeiro, no primeiro semestre e irrigado, no segundo semestre, produtividade média de 900 kg a 1500 kg/ha., respectivamente. Ciclo médio, de 75 dias do plantio.

Tabela2. Teste de Tukey referente aos números de grãos por vagens(NGV), número vagens por planta(NVP) e produtividade de grãos em kg/ha⁻¹ (PROD).

CULTIVARES	NGV	NVP	PROD
BRS 17 GURGUEIA	14,41a	14,34 a	1699,09 a
BRS GUARIBA	9,77 b	4,01 b	323,24 b
TRATAMENTO			
S/INOCULANTE	11,56 a	7,59 b	819,68 b
NITROGENIO			
RIZOBIO	11,99 a	9,49 ab	1037,42 a
RIZOBIO + AZUSPIRILLUM	12,56 a	10,34 a	1169,72 a

Medias seguidas de letras minúsculas não diferem estatisticamente quando submetido ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($0,1 \leq p < 0,05$).

7. CONCLUSÃO

A inoculação de grãos tem grande potencial agrícola no Brasil, não só em relação à produção, mas, também em relação ao potencial social das comunidades produtoras. Neste sentido analisando os resultados da pesquisa observamos que os tratamentos não influenciaram de forma significativa o desenvolvimento das variáveis números de grãos por vagens e número vagens por planta, havendo influencia significativa apenas na produtividade das variedades de feijão-caupi BRS-17 Gurgueia e BRS Guariba, nas condições climáticas no período do cultivo no município de Chapadinha-MA.

Em suma em relação às duas variedades testadas, indico novos testes em campo em cultivo de sequeiro, pois o índice hídrico no período do cultivo encontrou-se acima do normal para a estação.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, R. M. C. M.; ROCHA, M. M.; XAVIER, G. R.; RUMJANEK, N. G. Estado atual da arte quanto à seleção e o melhoramento de genótipos para a otimização da FBN. Teresina: **Embrapa Meio-Norte**, 2009. 34 p. (Embrapa MeioNorte. Documentos, 196).

ALVES, A. C. Métodos para quantificar volatilização de N-NH₃ em solo fertilizado com uréia. 2006. 41p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade **de Zootecnia e engenharia de alimentos, Universidade de São Paulo**, Pirassununga, 2006.

ARAUJO, F. F.; CARMONA, F. G.; TIRITAN, C. S.; CRESTE, J. E. Fixação biológica de N₂ no feijoeiro-comum 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.

BÁRBARO, I. M.; BRANCALIÃO, S. R.; TICELLI, M.; MIGUEL, F. B.; SILVA, J. A. A. D. Técnica alternativa: co-inoculação de soja com *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* visando incremento e produtividade, 2008. Disponível em: <www.infobibos.com/Artigos/2008_4/coinoculacao/index.htm>. Acesso em: 18 dez. 2017.

BARBOSA, G. F.; ARF, O.; NASCIMENTO, M. S.; BUZETTI, S. Nitrogênio em cobertura e molibdênio foliar no feijoeiro de inverno. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 117-123, 2010

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.

BRITO, L. DE C. R. DE, Comportamento de cultivares de Feijão-caupi de porte semiprostrado em resposta à diferentes densidades de plantas, 2014, 90 f., Dissertação (Mestrado em Agronomia), **Universidade Federal do Piauí-UFPI**, Teresina, Piauí, 2014.

CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q. Desempenho agrônômico do feijão-caupi, cv. Rouxinol, em função de espaçamento entre linhas e densidade de plantas sob regime de sequeiro. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 37, n. 01, p. 102-105, 2006.

CASSINI, S. T. A.; FRANCO, M. C. Fixação biológica de nitrogênio: microbiologia, fatores ambientais e genéticos. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, J.; BORÉM, A. (Eds.). Feijão. Viçosa: **Universidade Federal de Viçosa-UFV**, 2006. p. 143-170.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), **Sistemas de Produção Embrapa** Cultivo de Feijão-Caupi. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=9109&p_r_p_-996514994_topicoId=10513. Acesso em: 30/06/2018 A.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), **Sistemas de Produção Embrapa** Cultivo de Feijão-Caupi. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAMN-2010/2967/1/br17-gurgueia.pdf>>. Acesso em: 30/06/2018 B.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), Feijão-Caupi no Brasil Produção, melhoramento genético, avanços e desafios, **Embrapa Meio-Norte**, Teresina- PI, 2011.

EMBRAPA MEIO-NORTE. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Feijão-caupi: biologia floral. 2007. Disponível em <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/61893/1/feijaocaupifloral.pdf>>: Acesso em: 29/06/2018.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), BRS Guariba nova cultivar de Feijão-caupi para a região Meio-Norte, 2004, Teresina-Piauí. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAMN-200909/18426/1/brs_guariba.pdf> Acesso em: 09/07/2018.

FAOSTAT. Production, Crops: Cow peas, dry. Roma: FAO, 2015. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em: 30/06/2018.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, A. A. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**; Teresina: Embrapa MeioNorte, 2005a. p. 28-92

FERLINI, H. A. Co-Inoculación en Soja (*Glycine max*) con *Bradyrhizobium japonicum* y *Azospirillum brasilense*. 2006. Disponível em: http://www.engormix.com/co_inoculacion_soja_glycine_s_articulos_800_AGR.htm >. Acesso em: 20 dez. 2017.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças, **Ed. UFV**, Viçosa, 2000, 402 p.

FILHO, F. R. F., SANTOS, A. A. DOS, CARDOSO, M. J., SILVA, P. H. S. DA, RIBEIRO, V. Q., BR 17 – Gurgueia: nova cultivar de caupi com resistência a vírus para o Piauí, Comunicado Técnico, **EMBRAPA** (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), Teresina-PI, 1994, p. 1-6.

GILABE, A. P., CO-INOCULAÇÃO DE *Rhizobium* E *Azospirillum* E ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO FEIJÃO COMUM, 2018, 87 f., Dissertação (Mestrado em Agronomia), **Universidade Estadual Paulista-UNESP**, Botucatu, São Paulo, 2018.

GITTI, D. C.; ARF, O.; KANEKO, F. H.; RODRIGUES, R. A. F.; BUZETTI, S.; PORTUGAL, J. R.; CORSINI, D. C. D. C. Inoculação de *Azospirillum brasilense* em cultivares de feijões cultivados no inverno. **Revista Agrarian, Dourados**, v. 5, n. 15, p. 36-46, 2012

GONÇALVES, J. R. P., FONTES J. R. A., DIAS, M. C., ROCHA, M. M., BRS Guariba – Nova Cultivar de Feijão-Caupi para o Estado do Amazonas, Comunicado Técnico, **EMBRAPA** (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), Manaus- AM, 2009, p. 1-6.

HUNGRIA, M.; VARGAS, M. A. T. Environmental factors affecting N₂ fixation in grainlegumes in the tropics with an emphasis on Brazil. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 65, n. 2-3, p. 151-164, 2000.

KERBAUY, G. B. Fisiologia Vegetal. 2. ed. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan S.A.**, 2008. 431 p.

HOFFMAN, B. M.; LUKOYANOV, D.; YANG, Z. Y.; DEAN, D. R.; SEEFELDT, L. C. Mechanism of nitrogen fixation by nitrogenase: the next stage. **Chemical Reviews**, Washington, v. 114, p. 4041-4062, 2014.

MALAVOLTA, E. ABC da adubação. São Paulo: Ceres, 1989. 250p.

MARSCHENER, H. Mineral nutrition of higher plants, San Diego. **Academic Prese**, 1995, 889 p.

MATOSO, A. O. Milho e feijão-caupi cultivados em faixa na safrinha. 2011. 134 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) **Universidade Estadual Paulista-UNESP**, Botucatu, São Paulo, 2011.

MENGEL, K.; KIRKBY, A. Principles of plant nutrition. Bern: International Potash institute, 1987, 687p

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

NEVES, A. C. das; CÂMARA, J. A. da S.; CARDOSO M. J., Silva, P. H. S. da; SOBRINHO C. A., Cultivo do Feijão-caupi em Sistema Agrícola Familiar, **EMBRAPA Circular Técnica**, ISSN 0104-7633, Teresina, PI, 2011.

REIS, V. M. Uso de bactérias fixadoras de nitrogênio como inoculante para aplicação em gramíneas. Seropédica: **Embrapa Agrobiologia**, 2007. 22 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 32).

ROSOLEM, C. A.; MARUBAYASHI, O. M. Seja um doutor do seu feijoeiro. **Informações agrônômicas**, Piracicaba, v. 68, p. 1 - 16, 1994.

SALGADO, F. H. M.; et al. Eficiência de genótipos de feijoeiro em resposta a adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 368-374, 2012.

SANTOS, A.A . das; FREIRE FILHO, F.R; CARDOSO, M.J. BR. 10 - Piauí: Cultivar de feijão Macassar (Vigna uaguiculata) com resistência múltipla a vírus. *Fitopatologia Brasileira*, v. 12, n. 4, p. 400-402, 1987.

STEELE, W. M.; MEHRA, K. L. Structure, evolution and adaptation to farming system and environment in Vigna. In: SUMMERFIELD, D. R; BUNTING, A. H. (eds.) *Advances in legume science*. **England: Royal Botanic Gardens**, 1980. p. 459-468.

ZANINE, A. M.; SANTOS, M. E. Competição entre espécies de plantas. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.11, n.1, p. 10-30, 2004.

ANEXO

CROQUI DA ÁREA DO PLANTIO DE FEIJÃO

- 01 - FEIJÃO BRS-17, GURGUEIA: SEM INOCULANTE.
 02 - FEIJÃO BRS GUARIBA: SEM INOCULANTE.
 03 - FEIJÃO BRS-17, GURGUEIA + NITROGÊNIO
 04 - FEIJÃO BRS GUARIBA + NITROGÊNIO
 05 - FEIJÃO BRS-17, GURGUEIA + RIZOBIO
 06 - FEIJÃO BRS GUARIBA + RIZOBIO
 07 - FEIJÃO BRS-17, GURGUEIA + RIZOBIO + AZOSPIRILLUM
 08 - FEIJÃO BRS GUARIBA + RIZOBIO + AZOSPIRILLUM

