

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

FRANCIELE DE OLIVEIRA

**USO DE *Rhizobium sp.* NA PRODUÇÃO DE *Phaseolus vulgaris L.* EM
BASES AGROECOLÓGICAS: ABORDAGEM META-ANALÍTICA**

FRANCIELE DE OLIVEIRA

**USO DE *Rhizobium sp.* NA PRODUÇÃO DE *Phaseolus vulgaris L.* EM
BASES AGROECOLÓGICAS: ABORDAGEM META-ANALÍTICA**

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

Orientador prof. Dr. Higo Forlan Amaral

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

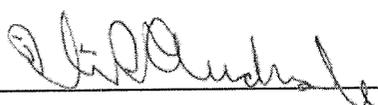
O48u	<p>Oliveira, Franciele de</p> <p>Uso de <i>Rhizobium</i> sp. na produção de <i>Phaseolus vulgaris</i> L. em bases agroecológicas: abordagem meta-analítica / Franciele de Oliveira. -- Maringá, PR, 2020. 55 f.: il., figs., tabs.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Higo Forlan Amaral. Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional, 2020.</p> <p>1. Feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) - Bases agroecológicas. 2. Feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) - Orgânico. 3. Feijão comum <i>Rhizobium</i> sp.. 4. Bactérias diazotróficas. 5. Fixação biológica de nitrogênio. I. Amaral, Higo Forlan, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 23.ed. 635.652</p>
------	--

FRANCIELE DE OLIVEIRA

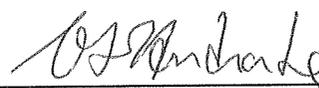
**USO DE Rhizobium sp. NA PRODUÇÃO DE Phaseolus vulgaris L. EM BASES
AGROECOLÓGICAS: ABORDAGEM META-ANALÍTICA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia para o Programa de Pós-Graduação em Agroecologia Mestrado Profissional, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de Mestre.
Orientador: **Higo Forlan Amaral**

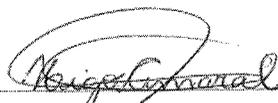
APROVADA em 18 de novembro de 2020.



Dra. Diva Souza Andrade (IDR/IAPAR)



Dr. Carlos Alberto Andrade (UEM/DAG)



Dr. Higo Forlan Amaral
(UniFil/PROFAGROEC)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família e a todos aqueles que contribuíram para sua realização.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força e saúde que Ele me concedeu durante esses anos da minha vida, para vencer obstáculos e presenciar muitas alegrias.

Agradeço à minha família, que sempre estiveram me apoiando, incentivando no desenvolvimento desse trabalho.

Agradeço a todas as pessoas que me orientaram no desenvolvimento desse trabalho.

Agradeço ao PROFAGROEC, a UEM, SETI e a CAPES pelo apoio.

EPÍGRAFE

“Leve na sua memória para o resto de sua vida, as coisas boas que surgiram no meio das dificuldades. Elas serão uma prova de sua capacidade em vencer as provas e lhe darão confiança na presença divina, que nos auxilia em qualquer situação, em qualquer tempo, diante de qualquer obstáculo.”

(CHICO XAVIER).

RESUMO

O feijoeiro comum é uma leguminosa com grande potencial socioeconômico, sendo um grão essencial na mesa dos brasileiros, pois, contribui com cerca de 25% da necessidade diária de proteína consumida no Brasil. Esta planta pertencente ao grupo das leguminosas e pode associar-se a bactérias diazotróficas e realizar a fixação biológica do nitrogênio (FBN). O gênero *Phaseolus* e as bactérias do gênero *Rhizobium* são os representantes que configurando um sistema mutualístico com expressiva aplicabilidade na produção deste grão, principalmente, para suprir a demanda de nitrogênio e promoção do crescimento vegetal por outros mecanismos. Para a produção convencional e de altos patamares de produtividade de grãos o uso de bactérias diazotróficas é uma das tecnologias mais inovadoras e promissoras no país, porém, esta tecnologia pode ser afetada quando aplicada para outros tipos de sistemas produtivos como o agroecológico e orgânico. Nestes casos, aumenta-se a competitividade microbiana na rizosfera e moléculas análogas a fitohormônios que podem diminuir a compatibilidade das cepas de *Rhizobium* e a resposta de aumento produtivo. Sendo assim, há uma lacuna em trabalhos com o uso da inoculação de rizóbios na produção do feijoeiro na produção de feijoeiro comum agroecológico e orgânico. Este trabalho teve como objetivo avaliar a contribuição de *Rhizobium sp.* na produção de feijoeiro com bases agroecológicas, através de uma meta-análise. Metodologicamente, utilizou-se a estratégia de busca por palavras-chaves: *conventional* OR *organic* OR *agroecologic** AND *Rhizobium* OR mineral AND *Phaseolus vulgaris* dos seguintes nas bases de dados CABI, Google Acadêmico, Scielo, SCOPUS e Web of Science e que fossem artigos científicos revisados por pares. Ao todo foram encontrados 492 arquivos da tal estratégia de busca, sendo 359 referentes ao organismo *Phaseolus vulgaris*. Destes trabalhos, aplicou-se o critério de inclusão para análise dos dados via *Bootstrap* de apresentação de produtividade em pelo menos em uma das seguintes combinações, em sistema convencionais (C), agroecológicos (ou orgânicos) (O), e não inoculados (NI) e/ou inoculados (I) com *Rhizobium sp.* Houve diferença entre os pares C-I vs. O-NI e C-I vs. O-I. Esta planta, pelos resultados encontrados e simulados, tem maior produtividade em C-I, confirmando a eficiência da inoculação. Também, observou-se que a inoculação em sistemas agroecológicos (ou orgânicos) não promoveu aumento de produtividade, o que pode atribuir-se na diminuição da competitividade das cepas bacterianas nestes ambientes.

Palavras-chave: Feijoeiro comum; Bactérias diazotróficas; Fixação biológica nitrogênio; Orgânico; Grãos.

ABSTRACT

The common bean is a legume with great socioeconomic potential, being an essential grain on Brazilians' behaviors, as it contributes about 25% of the daily protein requirement consumed in Brazil. This plant belonging to the legume group can associate with diazotrophic bacteria and perform biological nitrogen fixation (FBN). The plant genus *Phaseolus* sp. and bacterial *Rhizobium* are the representatives that configure a mutualistic system with expressive applicability in producing this grain, mainly to supply the demand for nitrogen and plant growth other mechanisms. For conventional production and high grain productivity levels, diazotrophic bacteria is one of the most innovative and promising technologies in the country; however, this technology can be affected when applied to other types of productive systems such as agroecological and organic. In these cases, the microbial competitiveness in the rhizosphere and molecules analogous to phytohormones increases, decreasing the compatibility of *Rhizobium* strains and the response to increased production. Thus, there is a gap in investigating this bacterial genus' use in producing common agro-ecological and organic beans. This work aimed to evaluate *Rhizobium* sp's contribution to beans' production with agroecological bases through a meta-analysis. Methodologically, the keyword search strategy was used: conventional OR organic OR agroecologic* AND *Rhizobium* OR mineral AND *Phaseolus vulgaris* of the following in the CABI, Google Scholar, Scielo, SCOPUS and Web of Science databases and that were scientific articles peer-reviewed. In all, 492 files of the search strategy were found, of which 359 were related to the *Phaseolus vulgaris* organism. From these works, the inclusion criterion was applied for data analysis via Bootstrap of productivity presentation in at least one of the following combinations, in conventional (C), agroecological (or organic) (O), and uninoculated (NI) systems and/or inoculated (I) with *Rhizobium* sp. There was a difference between C-I vs. O-NI and C-I vs. HI. By the results found and simulated, this plant has higher productivity in C-I, confirming the inoculation's efficiency. Also, it was observed that inoculation in agro-ecological (or organic) systems did not promote an increase in productivity, which can be attributed to the decrease in the competitiveness of bacterial strains in these environments.

Keywords: Common bean; Diazotrophic bacteria; Biological Nitrogen Fixation; Organic; Grains.

LISTA DE FIGURA

Figura 1 Número de trabalhos publicados na plataforma CABI de acordo com o tipo de obras com o uso de estratégia conventional OR organic OR agroecologic*AND Rhizobium OR mineral AND Phaseolus vulgaris..... 13

Figura 2 Número de trabalhos publicados na plataforma CABI de acordo com os principais países com o uso de estratégia conventional OR organic OR agroecologic*AND Rhizobium OR mineral AND Phaseolus vulgaris..... 14

Figura 3 Número de trabalhos publicados na plataforma CABI de acordo com os anos de publicação com o uso de estratégia conventional OR organic OR agroecologic*AND Rhizobium OR mineral AND Phaseolus vulgaris..... 14

Figura 4 Número de trabalhos publicados na plataforma Scopus de acordo com o tipo de obras com o uso de estratégia conventional OR organic OR agroecologic*AND Rhizobium OR mineral AND Phaseolus vulgaris..... 15

Figura 5 Número de trabalhos publicados na plataforma Scopus de acordo com os principais países com o uso de estratégia conventional OR organic OR agroecologic*AND Rhizobium OR mineral AND Phaseolus vulgaris..... 15

Figura 6 Número de trabalhos publicados na plataforma Scopus de acordo com os anos de publicação com o uso de estratégia conventional OR organic OR agroecologic*AND Rhizobium OR mineral AND Phaseolus vulgaris..... 16

Figura 7 Número de trabalhos publicados na plataforma Scopus de acordo com os principais países com o uso de estratégia conventional OR organic OR agroecologic*AND Rhizobium OR mineral AND Phaseolus vulgaris..... 16

Figura 8 Número de trabalhos publicados na plataforma Scielo de acordo com os anos de publicação com o uso de estratégia conventional OR organic OR agroecologic*AND Rhizobium OR mineral AND Phaseolus vulgaris..... 17

Figura 9 Número de trabalhos publicados na plataforma Web of Science de acordo com o tipo de obras com o uso de estratégia conventional OR organic OR agroecologic*AND Rhizobium OR mineral AND Phaseolus vulgaris..... 17

Figura 10 Número de trabalhos publicados na plataforma Web of Science de acordo com os principais países com o uso de estratégia conventional OR organic OR agroecologic*AND Rhizobium OR mineral AND Phaseolus vulgaris. 18

Figura 11 Número de trabalhos publicados na plataforma Web of Science de acordo com os anos de publicação com o uso de estratégia conventional OR organic OR agroecologic*AND Rhizobium OR mineral AND Phaseolus vulgaris..18

Figura 12 Número de trabalhos publicados na plataforma Springer de acordo com o tipo de obras com o uso de estratégia conventional OR organic OR agroecologic*AND Rhizobium OR mineral AND Phaseolus vulgaris..... 19

Figura 13 Análise de todas as plataformas com o uso de estratégia (conventional or organic or agroecologic*) and (rhizobium or mineral) and Phaseolus.20

LISTA DE TABELA

Tabela 1 Artigos e resumos relacionados com a produtividade do feijoeiro nos sistemas convencionais e orgânicos de produção, utilizados nas análises.21

Tabela 2 Estatísticas descritivas de feijoeiro comum em ambientes convencionais e orgânicos de produção, não inoculados e inoculados com *Rhizobium* sp.26

Tabela 3 Quadro de análise de Bootstrap (n de reamostragem de 9999) de dados de média e desvio padrão de produtividade (kg. ha⁻¹) de feijoeiro comum em ambientes convencionais (C) e orgânicos (O) de produção, não inoculados (NI) e inoculados (I) com *Rhizobium* sp27

Tabela 4 Quadro de análise de Bootstrap (n de reamostragem de 9999) para intervalo de confiança (IC-95%) com 95% de dados de média de produtividade (kg. ha⁻¹) de feijoeiro comum em ambientes convencionais (C) e orgânicos (O) de produção, não inoculados (NI) e in.....28

Tabela 5 Quadro de análise de teste t, (n de reamostragem de 9999) para comparação de dois a dois dos tratamentos utilizados, dados de média de produtividade (kg. ha⁻¹) de feijoeiro comum em ambientes convencionais (C) e orgânicos (O) de produção, não inoculados.....29

Sumário

1.INTRODUÇÃO	1
2.OBJETIVOS	3
2.1.Geral.....	3
2.2.Específicos	3
3.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
O Feijoeiro 4	
3.1.Necessidade nutricional	5
3.2.Inoculação	9
3.3.Adubação orgânica	11
4.METODOLOGIA	12
5.RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
5.1 CABI 13	
5.2.Scopus 14	
5.3.Scielo 16	
5.4.Web of Science	17
5.5.Springer19	
5.6.Google acadêmico	19
6.CONSIDERAÇÕES FINAIS	31

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de produções sustentáveis, como os agroecológicos e orgânicos, vem ganhando espaço com o passar dos anos em todo o mundo, devido à sua forma sustentável, visando sempre o meio ambiente e a saúde da sociedade. A *Food and Agriculture Organization of United Nations* (FAO-ONU) define Sistemas alimentares sustentáveis, como:

Um sistema alimentar sustentável é um sistema alimentar que oferece segurança alimentar e nutricional para todos de forma que as bases econômicas, sociais e ambientais para gerar segurança alimentar e nutricional para as gerações futuras não sejam comprometidas. Isso significa que: é rentável em toda (sustentabilidade econômica), tem amplos benefícios para a sociedade (sustentabilidade social), e tem um impacto positivo ou neutro no ambiente natural (sustentabilidade ambiental). (FAO-ONU, 2015, pág. 1)

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma planta herbácea, com grande capacidade de se adaptar em diversas condições edafoclimáticas (YOKOYAMA et al., 1996). Está entre as leguminosas mais importantes na alimentação básica do brasileiro, é uma excelente fonte de proteína, carboidratos e minerais, tendo cerca de duas a três vezes mais proteína que outros grãos consumidos pelo brasileiro, como o trigo e o arroz, tornando-se assim um produto agrícola de maior importância econômico-social (VIEIRA et al., 2005).

Os estudos com FBN no feijoeiro no Brasil tiveram início na década de 60. Os trabalhos realizados no País tiveram baixas respostas à inoculação com rizóbio em condições de campo, as quais, foram associadas a vários fatores, como: variabilidade de resposta de diferentes cultivares à inoculação, ciclo curto da cultura, sensibilidade do inoculante e da própria simbiose a temperaturas elevadas e baixa umidade do solo e presença nos solos brasileiros de elevada população nativa de estirpes de rizóbio capazes de nodular o feijoeiro (PERES et al., 1994; HUNGRIA; VARGAS, 2000).

O uso da inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio (N₂) veio para diminuir o uso de fertilizantes nitrogenados, tendo a cultura grande exigência deste elemento, pois é essencial para obtenção de elevadas produtividades (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2007). Esta técnica é realizada com bactérias diazotróficas (REIS, 2007). O inoculante comercial para o feijoeiro no Brasil é produzido com uma espécie de rizóbio adaptada aos solos tropicais, o *Rhizobium tropici* (STRALIOTTO, 2002).

A associação do feijão com espécies de bactérias do grupo dos rizóbios, principalmente *Rhizobium tropici*, é uma tecnologia capaz de substituir a adubação

nitrogenada, total ou parcialmente, reduzindo o custo de produção e proporcionando altos rendimentos na cultura (GRANGE ET AL. 2007, PELEGRIN ET AL. 2009, TOZLU ET AL. 2012). Com isso se torna ótima aliada na produção de sistema agroecológica, e com utilização de outras técnicas sustentáveis, como a adubação verde e uso de insumos animais, podem suprir a necessidade nutricional do feijoeiro.

Para que este sistema seja interessante, ele também necessita de novas tecnologias para que tenha grande potencial produtivo, como por exemplo o uso de FBN, e uma das alternativas para o feijoeiro são as bactérias do gênero *Rhizobium*, que associada com outras práticas agroecológicas como a adubação verde e uso de produtos biológicos podem alavancar a produtividade e a qualidade dos grãos, assim como manter a qualidade do solo.

Existe uma lacuna considerável no uso de inoculação de bactérias diazotróficas, como as do gênero *Rhizobium*, na produção de feijoeiro em ambiente agroecológico, haja visto que é uma tecnologia mais econômica e ambientalmente correta para esta importante leguminosas. Faz-se necessário uma robusta análise de dados publicados oficialmente para que novas políticas voltadas para pesquisa e desenvolvimento cheguem de forma eficiente ao agricultor agroecológico.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

- Avaliar a contribuição do uso de *Rhizobium sp.* na produção de feijoeiro com bases agroecológicas.

2.2. ESPECÍFICOS

- Realizar meta-análise sobre os impactos da produção de feijoeiro com bases agroecológicas com uso de *Rhizobium sp.*
- Descrever as possibilidades de uso de *Rhizobium sp.* na produção de feijoeiro com bases agroecológicas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Feijoeiro

O feijão é uma planta anual herbácea, da família Leguminosae, classificada como *Phaseolus vulgaris* (L.) (VIEIRA; PAULA JÚNIOR; BORÉM, 2006), que tem grande capacidade de se adaptar às mais variadas condições edafoclimáticas. (YOKOYAMA et al., 1996).

A cultura apresenta dois hábitos de crescimento, determinado e indeterminado, o qual é influenciado pelas condições do ambiente, devendo ser avaliado durante a floração e a maturação fisiológica (VIEIRA; PAULA JÚNIOR; BORÉM, 2006).

O feijoeiro atinge até 65 cm de altura, caules finos e eretos, com folhas simples e opostas nas folhas primárias, compostas, alternas e constituídas de três folíolos peciolados. As flores das cultivares carioca são de coloração branca ou branco-amarelada, já as das cultivares preto são liliáceas ou roxas, localizada nos ramos axilares. O fruto é uma vagem linear, com até 15 cm de comprimento e até 15 mm de largura, contendo as sementes. Seu sistema radicular é formado por uma raiz principal, ou primária, da qual se desenvolvem, lateralmente, as raízes secundárias e terciárias (VIEIRA; PAULA JÚNIOR; BORÉM, 2006).

Segundo Lollato (1980), o ciclo do feijoeiro pode variar de 70 a 100 dias, e os fatores que definem esse período estão relacionados com a variedade utilizada e as condições edafoclimáticas. É uma cultura que necessita de 300 a 500 mm de disponibilidade hídrica durante todo o ciclo vegetativo, principalmente nas fases de emergência (V0), florescimento (V6), formação (V7) e enchimento de vagens (V8). Nas fases de maturação fisiológica das sementes (R9) até a colheita, para que se obtenham sementes de boa qualidade é necessário um período seco e estável. Há diversas hipóteses sobre a origem da cultura do feijoeiro, segundo Gepts e Debouck (1991), as cultivares atuais de feijão são o resultado de múltiplos eventos de domesticação, com dois centros primários, podendo citar um terceiro, um na América Central, o outro ao Sul dos Andes (Sul do Peru, Bolívia, Norte da Argentina) e outro na Colômbia.

No Brasil os gêneros mais cultivados são *Phaseolus*, mais presentes nas regiões Centro-oeste e Sul, e *Vigna*, presentes nas regiões Norte e Nordeste. (NETO, et al., 2006)

O feijão é cultivado em três safras: 1ª das águas (Set. Nov), 2ª da seca (jan. Mar) e 3ª outono/inverno (Mai. Jul), podendo ser encontrado em quase todas as regiões brasileiras, tendo como Paraná, Minas Gerais, São Paulo, Bahia, Goiás e Mato Grosso, os principais estados. Com isso observa-se a diversidade das condições climáticas, na qual a cultura é submetida, como precipitação pluvial, temperatura do ar e radiação solar, que podem, em diferentes intensidades, afetar a produtividade de grãos do feijoeiro (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR, 1989). O Brasil é um dos cinco maiores produtores de feijão, com destaque para o estado do Paraná, que é responsável por 24% da produção total do país. Apresentou ano safra de 2019/20, na 1ª Safra, 52,4 mil hectares (ha), 316,2 mil toneladas (t) e produtividade de 2.075 kg. ha⁻¹ (DERAL-PR, 2020).

3.2. Necessidade nutricional

O preparo do solo é um fator de grande importância no comportamento físico, químico e da biologia do solo, os quais influenciam na fertilidade, da erosão, na infiltração e no armazenamento de água, no desenvolvimento e no crescimento radicular das plantas (ZIMMERMANN, 1996).

Para o crescimento e desenvolvimento, as plantas necessitam de certos elementos químicos, como os macronutrientes, minerais, representados pelo, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), e os micronutrientes como o boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo) zinco (Zn) e os orgânicos, carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O). (VIEIRA, 1988).

A exigência nutricional de uma cultura varia de acordo com a sua capacidade produtiva, cultivar, fertilidade do solo, irrigação e condições ambientais (FAGERIA, 1996). O feijão é uma planta que tem alta exigência de nutrientes, sua presença logo após a germinação é essencial para o estabelecimento da cultura, pois qualquer limitação no período após a germinação da semente, pode resultar no atraso e diminuição da formação de raízes, comprometendo assim o desenvolvimento das plantas (VIEIRA, 2006).

A recomendação de fertilizante mineral nitrogenado para a cultura do feijão, tem como base a matéria orgânica (MO) obtida na análise de solo, pela expectativa de rendimento de grãos e distância da área (BERNARDES, 2014). A dose recomendada

varia de 60 a 120 kg ha⁻¹ de N, com aplicação na semeadura e em cobertura (PERES, 2014). A recomendação para P é de 60 a 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, dependendo do teor disponível de fósforo no solo, considerado pelo teor de argila. E para potássio de 30 a 90 kg ha⁻¹ de K₂O, considerando a CTC do solo a pH7 (EPAGRI, 2012).

O N é um dos nutrientes mais importantes na nutrição das plantas, pois é constituinte básico da clorofila, dos aminoácidos, das proteínas, dos ácidos nucleicos e de outros compostos no metabolismo da planta, de modo que a produtividade das plantas cultivadas está diretamente relacionada à sua nutrição nitrogenada (VIEIRA et al., 1992).

De acordo com Malavolta (1979), o N é um dos nutrientes mais absorvidos pelo feijoeiro e quando aplicado na dose recomendada promove rápido crescimento, aumento da folhagem, aumento no teor de proteína nas sementes, alimenta os microrganismos do solo que decompõem a matéria orgânica, além de aumentar o teor de matéria seca. No entanto, quando fornecido em desequilíbrio, em relação aos outros elementos, pode atrasar o florescimento e a maturação e predispor as plantas ao ataque de doenças.

Uma das principais dificuldades na cultura do feijão é se adequar ao manejo da adubação nitrogenada, pois a aplicação de doses excessivas de N pode aumentar o custo econômico, e ocasionar riscos ao ambiente, já a aplicação com doses inferiores ao recomendado pode reduzir sua produção (SANTOS et al., 2003).

As principais fontes de N para a cultura do feijoeiro são do solo, por meio da decomposição da matéria orgânica, da aplicação de adubos nitrogenados e a fixação biológica de N₂ atmosférico, pela associação do feijoeiro com bactérias do grupo dos rizóbios (HUNGRIA et al., 1997)

O N (N) é considerado o elemento mais abundante na atmosfera, porém se encontra em forma não associável às plantas no solo, a disponibilidade encontrada é muito baixa. Seu ingresso no sistema planta-solo é por deposição atmosférica, por meio de bactérias fixadoras do N₂ atmosférico que participam de interação simbiótica ou não com as raízes de leguminosas, adubação química (fertilizantes) ou orgânica. O N é um dos elementos chaves para a produtividade de todos os ecossistemas, tendo como função à síntese da clorofila, que é responsável pela absorção de luz solar, que gera energia a planta. Sua ausência na planta ocasiona perda de eficiência na absorção de nutrientes, já seu excesso pode acarretar o crescimento excessivo da parte aérea, acamamento, e redução na qualidade do grão (NOVAIS, 2007)

A FBN possui grande importância no aspecto econômico e ecológico, tanto em sistemas agrícolas como florestais (REIS; TEIXEIRA, 2005). É um processo essencial para transformar o N_2 uma molécula estável e abundante na atmosfera, que não pode ser utilizado pela maioria dos microrganismos e pelas plantas, na forma inorgânica combinada NH_3 , e, a partir daí, em formas reativas orgânicas e inorgânicas virais em sistemas biológicos. A reação de redução do N_2 a NH_3 é realizada por microrganismos que contêm a enzima nitrogenase e são conhecidos como fixadores de N_2 ou diazotróficos (NOVAIS, 2007), são encontradas em grande diversidade, nos mais diferentes tipos de habitats. Sendo responsável por catalisar o processo de redução do N-atmosférico a N-amoniaco (N-combinado), forma assimilável pelos seres vivos. (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

A maioria das espécies de bactérias diazotróficas é de vida livre, e está presente em todos os tipos de solo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). A taxa de fixação de N_2 varia entre espécies de bactérias, cultivares de planta, interação sendo denominadas de associativas (DÖBEREINER; ALVAHYDO, 1959).

As bactérias fixadoras de N que são capazes de formar os nódulos fazem associação com leguminosas (Fabaceae), e são popularmente conhecidas como rizóbios. Estes microrganismos pertencem à classe Alphaproteobacteria (ordem Rhizobiales, gêneros *Allorhizobium*, *Azorhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Mesorhizobium*, *Rhizobium* e *Sinorhizobium*) (YOUNG, 1996). Esta associação rizóbios-leguminosa é considerada uma das simbioses mais eficientes entre microrganismos e plantas, do ponto de vista evolutivo este grupo de bactérias é provavelmente responsável pela maior parte de fluxo de N fixado biologicamente no planeta (KAHINDI et al., 1997).

Com as associações de bactérias fixadoras de N, as leguminosas podem contribuir de forma efetiva para melhoria da qualidade do solo e desenvolvimento vegetal. Elas apresentam teores de N elevados em seus tecidos, resultando então em um aumento de nutrientes e matéria orgânica no solo em que se desenvolvem (FRANCO et al., 1995).

A FBN pode ser afetada por diferentes fatores químicos, físicos, bióticos e abióticos, os quais podem influenciar o estabelecimento, desenvolvimento e funcionamento da simbiose. A ineficiência ou ausência da nodulação em determinada espécie pode estar relacionada a estes fatores, podendo reduzir a produtividade dos ecossistemas. Todos estes efeitos podem variar de acordo com a espécie vegetal e com a estirpe envolvida na simbiose (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Porém, existem alguns

mecanismos que podem afetar a troca de sinalização entre bactéria e planta, como condições do solo, temperaturas extremas, pH alto ou baixo no solo, presença de pesticidas, deficiência de nutrientes, presença de N mineral no solo entre outros (HUNGRIA; VARGAS, 2000).

Os estudos com FBN no feijoeiro no Brasil iniciaram na década de 60, onde os trabalhos realizados no país tiveram baixas respostas à inoculação com rizóbio em condições de campo, as quais, vêm sendo associadas a vários fatores, como: variabilidade de resposta de diferentes cultivares à inoculação, ciclo curto da cultura, sensibilidade do inoculante e da própria simbiose, a temperaturas elevadas e baixa umidade do solo, a presença nos solos brasileiros de elevada população nativa de estirpes de rizóbio capazes de nodular o feijoeiro (PERES et al., 1994; HUNGRIA ; VARGAS, 2000).

Segundo Vargas, (2004) apesar de todas as restrições, vários resultados indicam que o feijoeiro pode beneficiar-se consideravelmente do processo biológico, sobretudo porque os inoculantes atuais possuem estirpes mais eficientes do que as existentes nos solos brasileiros.

A associação do feijoeiro com bactérias do grupo dos rizóbios, capazes de fixar o N atmosférico e fornecê-lo à cultura, é uma tecnologia capaz de substituir, pelo menos parcialmente, a adubação nitrogenada resultando em benefícios do produtor (STRALIOTTO,2002).

Os rizóbios estão dentro do grupo de bactérias conhecidas como rizobactérias promotoras do crescimento vegetal (PGPB, do inglês, plant growth-Promoting Bacteria). Além do fornecimento de N, as PGPB podem apresentar uma série de outros mecanismos que promovem o crescimento de plantas (AHEMAD E KIBRET, 2014). É comum a divisão destes mecanismos em diretos e indiretos. A ação direta se daria pelo fornecimento de nutrientes, como o N, ferro, fósforo e do equilíbrio dos níveis de hormônios vegetais. A ação indireta estaria relacionada com a habilidade de controle de patógenos de plantas

Os rizóbios são bactérias que durante a simbiose localizam-se em estruturas especializadas, os nódulos, que são formados nas raízes de leguminosas, característica típica desta interação. O processo de formação de nódulos em leguminosas requer o reconhecimento específico entre rizóbios e leguminosa, envolvendo um complexo mecanismo de sinalização e transdução de sinais moleculares (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Várias espécies de rizóbio são capazes de nodular o feijoeiro, incluindo o *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*, *R. tropici*, *R. gallicum*, *R. giardinii* e *R. etli* (AMARGER ET AL., 1997; CHUEIRE, 2000). Estas sp. compreendem a maioria das estirpes anteriormente classificadas como *R. leguminosarum* bv. *phaseoli* e tem sido a espécie isolada com maior frequência em nódulos de feijão na Meso-América, enquanto *R. tropici* tem sido a mais encontrada nas regiões de solos ácidos da América do Sul (ARAÚJO, 1994; MARTÍNEZ-ROMERO ET AL., 1998). A maioria dos rizóbios isolados nos solos brasileiros pertence à espécie *R. tropici*, e demonstra sua enorme adaptabilidade às condições edafoclimáticas destas regiões (HUNGRIA ET AL., 2000). Esta espécie é mais estável geneticamente e mais tolerante a estresses, como, por exemplo, temperatura elevada e acidez do meio (GRAHAM, 1992).

A utilização de insumos biológicos em substituição aos insumos químicos industrializados, tem sido cada vez mais frequente na agricultura. E a FBN tem se mostrado indispensável para a sustentabilidade da agricultura brasileira, haja vista o fornecimento de N às culturas com baixo custo econômico e diminuição do impacto ambiental (HUNGRIA et al., 2007). Porém o feijoeiro não é autossuficiente no N₂ pela fixação biológica, por isso é recomendado realizar a adubação com N mineral, sendo fornecida na semeadura e na cobertura (SOUSA; LOBATO, 2004).

3.3 Inoculação

O uso da inoculação com bactérias fixadoras de N no feijoeiro veio para diminuir o alto uso de fertilizantes nitrogenado, O N é o elemento essencial para obtenção de altas produtividades (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2007). A técnica utiliza-se de bactérias diazotróficas (REIS, 2007), com uma espécie de rizóbio adaptada aos solos tropicais, o *Rhizobium tropici* (STRALIOTTO, 2002). Pode ser aplicado a sistemas vegetais em condições de déficit hídrico, baixa fertilidade, ou ambas as condições, pois estes microrganismos podem atuar como rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (RPCP), destacando-se a produção de hormônios vegetais, como auxinas, giberelinas e citocininas e também atuar na solubilização de fosfatos (BAZZICALUPO; OKON, 2000).

A inoculação de bactérias é capaz de fixar o N atmosférico e disponibilizá-lo à planta. No entanto, isso não significa que a fixação simbiótica esteja fornecendo N suficiente ao feijoeiro, tornando dispensável a adubação nitrogenada. Alguns fatores

podem estar comprometendo a fixação biológica como condições química e física do solo, cultivar, estirpe de rizóbios, condições climáticas e rizóbios já existentes no solo. (EPAGRI, 2012)

O uso de inoculantes rizobianos para o fornecimento de N para o feijoeiro é muito baixo. Segundo a Associação Nacional dos Produtores e Importadores de Inoculantes (ANPII, 2015), a venda de inoculantes no Brasil em 2011 foi da ordem de 19,30 milhões de doses; contudo, para a cultura do feijoeiro foi aproximadamente de 200 mil doses. Segundo as recomendações técnicas, esse volume é suficiente para inocular cerca de 100 mil hectares, dos 3 milhões cultivados no Brasil.

Pesquisas mostram que o uso de inoculante consegue fixar de 20 a 30% do N que a planta necessita através da fixação biológica (MALAVOLTA, 1987), podendo contribuir com 20 a 40 kg ha⁻¹ de N (FANCELLI; DOURADO NETO, 2007). Porém há alguns estudos contraditórios, que mostram como é complexa a dinâmica de N para o feijoeiro, pois pode variar em função de fatores como, a cultura anterior, o sistema de cultivo, irrigação, existência de rizóbios nativos no solo, entre outros.

Para Mercante et al. (1992) a cultura do feijoeiro tem uma resposta reduzida à inoculação, isso porque, o rizóbio está presente no solo nativo, ocorrendo assim a nodulação em feijoeiro, em áreas plantadas pela primeira vez. Também consideraram que a existência dessas estirpes nativas, afetaram a introdução de estirpes mais eficientes. Com isso o estudo visa selecionar estirpes que sejam mais eficientes, competitivas, com capacidade de se estabelecerem no solo e na superfície da raiz, podendo infectar a planta e produzir nódulos. Segundo Araújo (1994) a inoculação no feijoeiro não é uma técnica suficiente para suprir todo o N requerido pela planta, porém é uma técnica que reduz o uso de adubações nitrogenadas, assim evitando problemas ambientais e diminuem o custo da produção.

O inoculante consiste em uma cultura de rizóbio previamente selecionado misturado a um veículo, normalmente a turfa, sendo a inoculação feita, em geral, nas sementes. Informações mais detalhadas sobre a inoculação do feijoeiro e outras leguminosas são descritas por De Polli; Franco (1985) e Faria et al. (1985), podendo ser: inoculação simples; misturar 200 ml (1 copo de tamanho médio) de água potável com 200 g de inoculante turfoso até formar uma pasta homogênea. Depois, misturá-la com 50 kg de sementes até que estejam envolvidas por uma camada uniforme do inoculante. Ou inoculação com revestimento das sementes, este é o processo mais seguro de

inoculação, pois, além de melhorar a sobrevivência do *Rhizobium* desde a inoculação até o plantio, protege a plântula e a bactéria da acidez do solo e dos adubos.

Estudos realizados tiveram uma análise significativa, com a implantação desta técnica, tendo uma produtividade acima de 2.500 kg ha⁻¹ (HUNGRIA et al., 2000). Isso se deve à habilidade competitiva das estirpes de rizóbio e a sua adaptação, associada às condições ambientais, e a quantidade de N₂ atmosférico fixado pela simbiose (MERCANTE et al., 1999; STRALIOTTO et al., 2002). Porém existe alguns fatores que prejudicam todo este processo de infecção das raízes, formação de nódulos e assimilação do N pela planta, que são a acidez do solo, pH baixo e concentrações elevadas de Al tóxico (DERNADIN, 1991; MARTINEZ-ROMERO et al., 1991; MERCANTE, 1993).

1. 3.3. Adubação orgânica

A adubação orgânica vem sendo tratada como forma de nutrição para os vegetais, com redução na aplicação de fertilizantes químicos.

O uso eficiente dos recursos naturais nos sistemas orgânicos de produção é fundamental para alcançar o equilíbrio ecológico e a sustentabilidade do sistema produtivo (MAROUELLI et al., 2011). Apesar de ser pouco difundido, o modelo de agricultura orgânica vem se destacando e ocupando o seu espaço na agricultura mundial, pois trata-se de um sistema de produção que visa à conservação dos recursos naturais, buscando uma produção econômica de alimentos livres de resíduos tóxicos (SANTOS; SANTOS, 2008).

METODOLOGIA

Metodologicamente, utilizou-se a estratégia de busca por palavras-chaves: conventional OR organic OR agroecologic*AND Rhizobium OR mineral AND Phaseolus vulgaris dos seguintes nas bases de dados CABI, Google Acadêmico, Scielo, SCOPUS e Web of Science e que fossem artigos científicos revisados por pares. Ao todo foram encontrados 492 arquivos da tal estratégia de busca, sendo 359 referentes ao organismo *Phaseolus vulgaris*. Destes trabalhos, aplicou-se o critério de inclusão para análise dos dados via Bootstrap de apresentação de produtividade em pelo menos em uma das seguintes combinações, em sistema convencionais (C), agroecológicos (ou orgânicos) (O), e não inoculados (NI) e/ou inoculados (I) com Rhizobium sp.

A técnica empregada para este procedimento consiste em retirar de uma pequena amostra numerosas outras com reposição, por exemplo 500, 1000, 10000 ou mais. Cada uma delas tem a probabilidade de $1/n$ de ser obtida. Chama-se, também, de técnica de simulação ou de reamostragem, cuja denominação na língua inglesa é Bootstrap, e a tradução tem sido Tira de Bota. Esta designação foi atribuída a Bradle Efron, como também a afirmação de que a distribuição relativa de repetidas amostras estatísticas é uma estimativa da distribuição de amostragem, conforme publicação de seu artigo no *The Anal of Statistics*, em 1979. Para alguns autores, é requerido, para este procedimento, que as reamostragem nunca sejam inferiores a 500, constituindo o Bootstrap um método computacional intensivo, de análise estatística por simulação para estimativas de intervalos de confiança, erro padrão e testes de significância, aplicáveis a modelos paramétricos e não paramétricos.

Para os dados de produtividade e pelo software BioEstat v. 5.0., aplicou-se um procedimento de reamostragem a partir de uma pequena amostra aleatória, de onde se retira um grande número de amostras do mesmo tamanho da amostra inicial, sempre com reposição, tendo por objetivo a estimativa da média e da variância da amostra original e das reamostragem. Os resultados alcançados das medidas de tendência central e de variação aproximam-se dos valores paramétricos. Também, de dados amostrais randômicos podem-se obter a média das reamostragem e seu respectivo intervalo de confiança baseado em percentis. Por último, teste de hipótese com teste t, para duas amostras independentes em nível de erro de 0.05 (ou 5%).

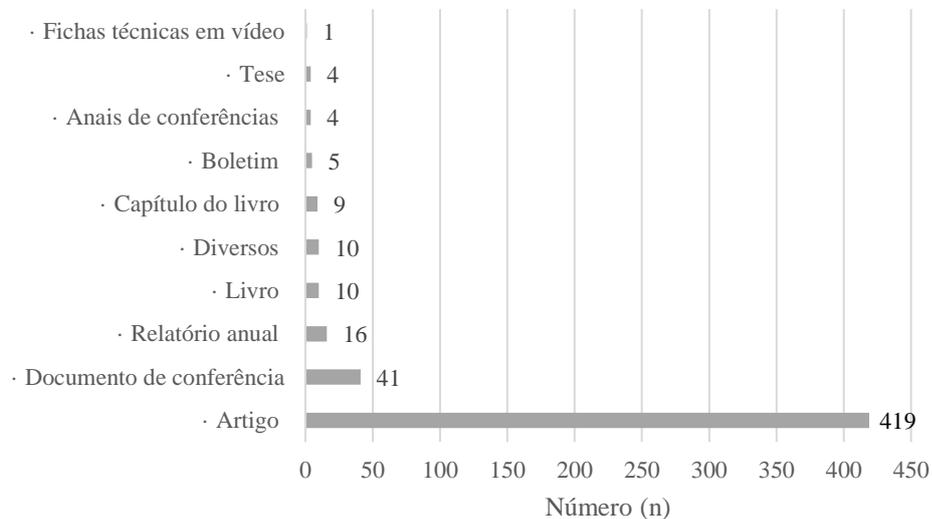
Ao longo do texto o termo “orgânico” se refere a trabalhos/artigos com bases agroecológicas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CABI

A pesquisa na plataforma CABI com o uso de estratégia (conventional or organic or agroecologic*) and (*rhizobium* or mineral) and *Phaseolus*, foi realizada no dia 05 de dezembro de 2019, foram encontrados 492 arquivos, sendo 419 artigos, podendo visualizar na Figura 1, e desses somente 359 referente ao organismo *Phaseolus vulgaris*.

Figura 1 Número de trabalhos publicados na plataforma CABI de acordo com o tipo de obras com o uso de estratégia convencional OR organic OR agroecologic*AND Rhizobium OR mineral AND *Phaseolus vulgaris*.



Na plataforma CABI podemos verificar o local onde esses artigos foram publicados, representados na Figura 2. O Brasil vem em primeiro lugar com 47 artigos, seguido pela Índia, 29, África, 24, USA, 23 e Egito, 8. Os demais países têm uma quantidade pequena de publicações.

Na Figura 3, pode-se verificar em relação ao ano de publicação dos artigos brasileiros, que os primeiros artigos foram no ano de 1974, e os números de publicações até 1995 são pouco expressivos, tendo uma alta de produtividade na elaboração de artigos a partir de 1996, se destacando nos anos de 2007 a 2017. Nos últimos 2 anos (2018 e 2019), não tivemos nenhuma publicação de artigos referente ao uso de *rhizobium* em sistema de base agroecológica na produção de feijão.

Figura 2 Número de trabalhos publicados na plataforma CABI de acordo com os principais países com o uso de estratégia convencional OR organic OR agroecologic*AND Rhizobium OR mineral AND Phaseolus vulgaris.

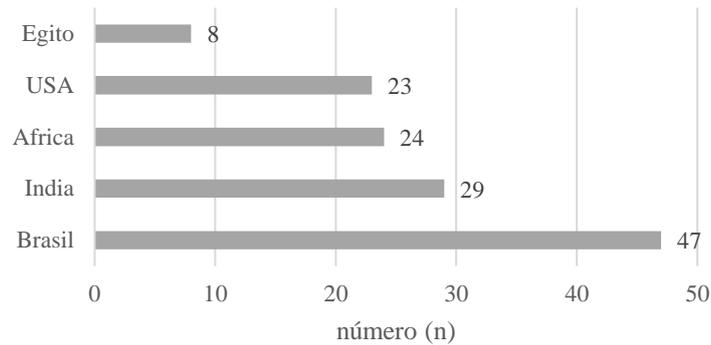
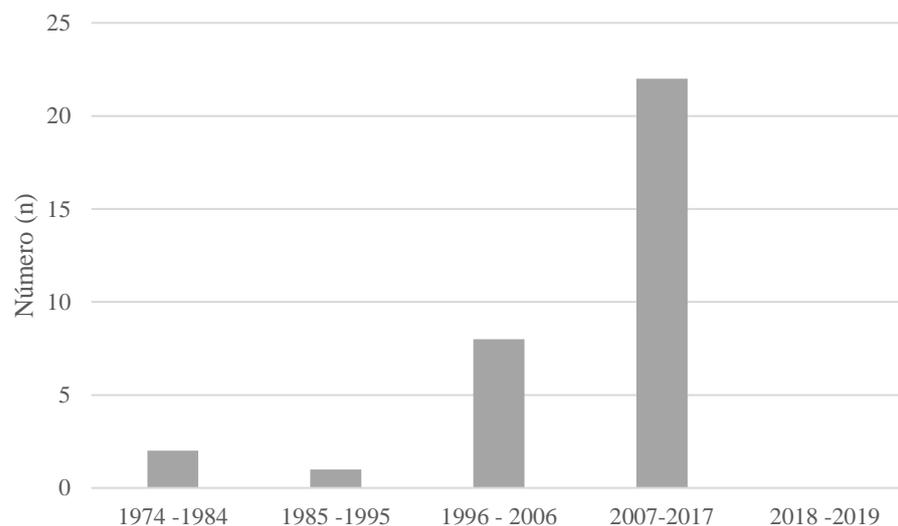


Figura 3 Número de trabalhos publicados na plataforma CABI de acordo com os anos de publicação com o uso de estratégia convencional OR organic OR agroecologic*AND Rhizobium OR mineral AND Phaseolus vulgaris.

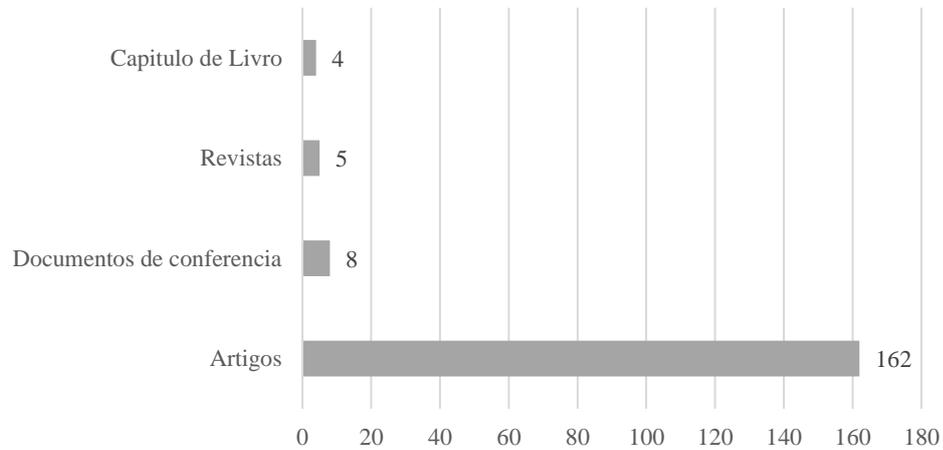


Foram analisados 47 artigos, referentes as publicações brasileiras, e pode-se verificar que os objetivos se referem aos termos principais: uso de adubação orgânica, modelo molecular, inoculação, aplicação e manejo para o cultivo de feijoeiro.

5.2. SCOPUS

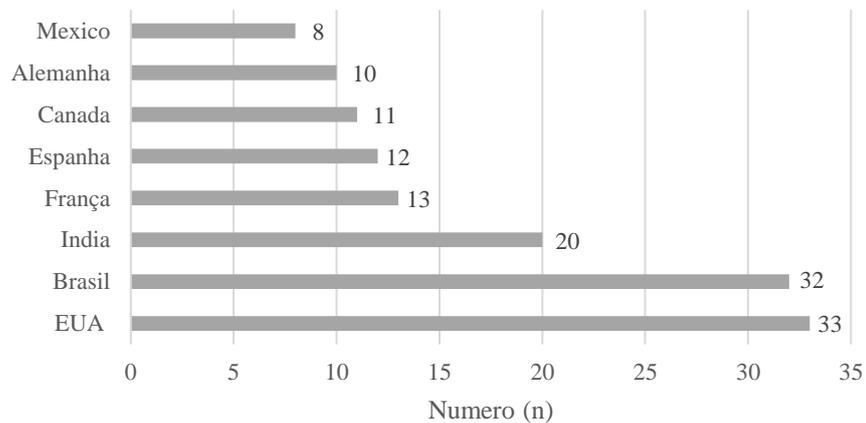
A pesquisa realizada na plataforma **Scopus** com uso da mesma estratégia foi feita no dia 13 de dezembro de 2019, foram encontrados 179 arquivos, onde 162 são artigos, conforme Figura 4.

Figura 4 Número de trabalhos publicados na plataforma Scopus de acordo com o tipo de obras com o uso de estratégia convencional OR organic OR agroecologic*AND Rhizobium OR mineral AND Phaseolus vulgaris.



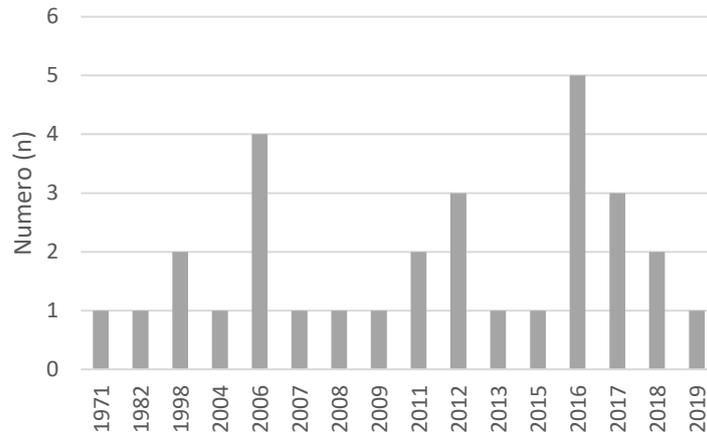
Já com relação a localização foram encontrados apenas 32 artigos brasileiros, ficando atrás Estados Unidos com 33 artigos publicados, como observado na Figura 5.

Figura 5 Número de trabalhos publicados na plataforma Scopus de acordo com os principais países com o uso de estratégia convencional OR organic OR agroecologic*AND Rhizobium OR mineral AND Phaseolus vulgaris.



Na Figura 6, pode-se verificar em relação ao ano de publicação dos 32 artigos brasileiros, que o primeiro artigo foi no ano de 1971, tendo uma maior publicação em 2016 com 5 artigos e 2006 com 4 artigos, nos demais anos, a base de publicações é de 2 artigos por ano.

Figura 6 Número de trabalhos publicados na plataforma Scopus de acordo com os anos de publicação com o uso de estratégia convencional OR organic OR agroecologic*AND Rhizobium OR mineral AND Phaseolus vulgaris.



5.3. SCIELO

Na plataforma **Scielo** a pesquisa foi realizada no dia 04 de janeiro de 2020, utilizando se da mesma estratégia de busca, com isso foram encontrados apenas 15 artigos, sendo 12 brasileiros e 3 colombianos, figura 7. Dos artigos brasileiros podemos observar nos anos de postagem Figura 8., que o primeiro foi em 1967, e nos anos de 2016 e 2017 foi quando tiveram maior número de publicações, e o último foi em 2019.

Figura 7 Número de trabalhos publicados na plataforma Scopus de acordo com os principais países com o uso de estratégia convencional OR organic OR agroecologic*AND Rhizobium OR mineral AND Phaseolus vulgaris.

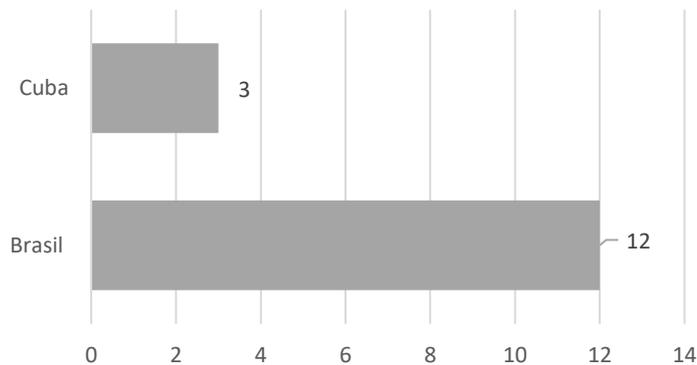
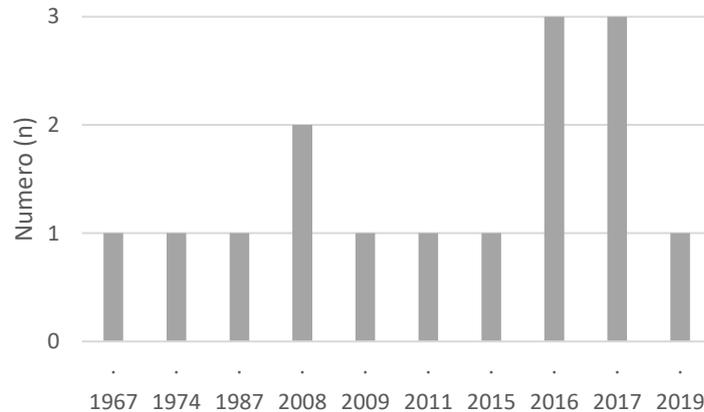


Figura 8 Número de trabalhos publicados na plataforma Scielo de acordo com os anos de publicação com o uso de estratégia convencional OR organic OR agroecologic*AND Rhizobium OR mineral AND Phaseolus vulgaris.



5.4. WEB OF SCIENCE

Outra plataforma estudada foi a Web of Science, também teve seus dados coletados no dia 04 de janeiro de 2020, utilizando sempre a mesma estratégia descrita na metodologia. Com isso foi localizado 156 arquivos, onde 131 são artigos, podendo observar na Figura 9. Desses apenas 27 brasileiros, seguidos por EUA e Alemanha com 2 cada um, Figura 10. Já na Figura 11. Podemos observar o ano de publicação destes arquivos, que tiveram início em 1985.

Figura 9 Número de trabalhos publicados na plataforma Web of Science de acordo com o tipo de obras com o uso de estratégia convencional OR organic OR agroecologic*AND Rhizobium OR mineral AND Phaseolus vulgaris.

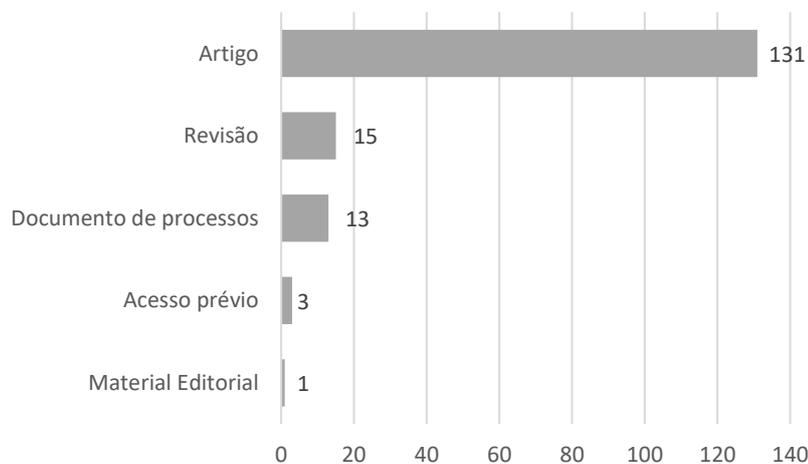


Figura 10 Número de trabalhos publicados na plataforma Web of Science de acordo com os principais países com o uso de estratégia convencional OR organic OR agroecologic*AND Rhizobium OR mineral AND Phaseolus vulgaris.

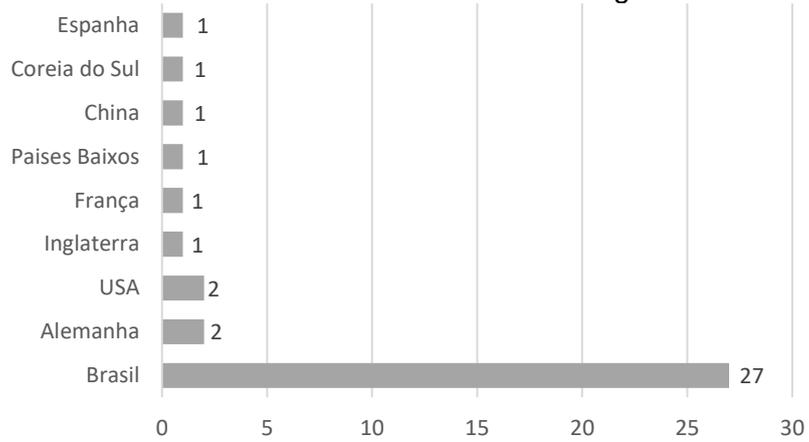
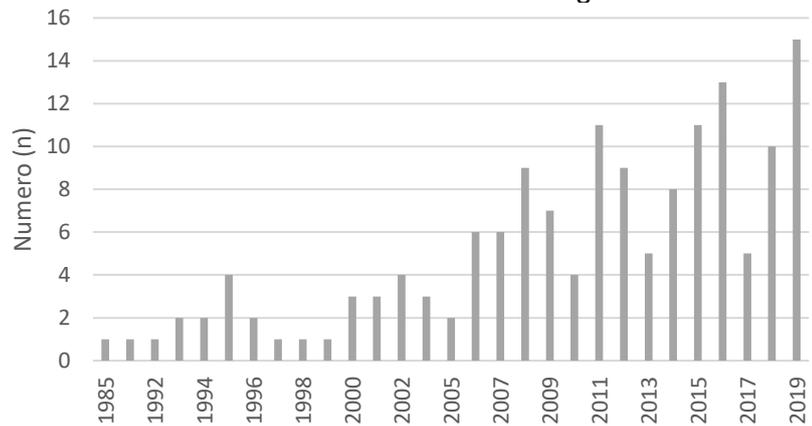


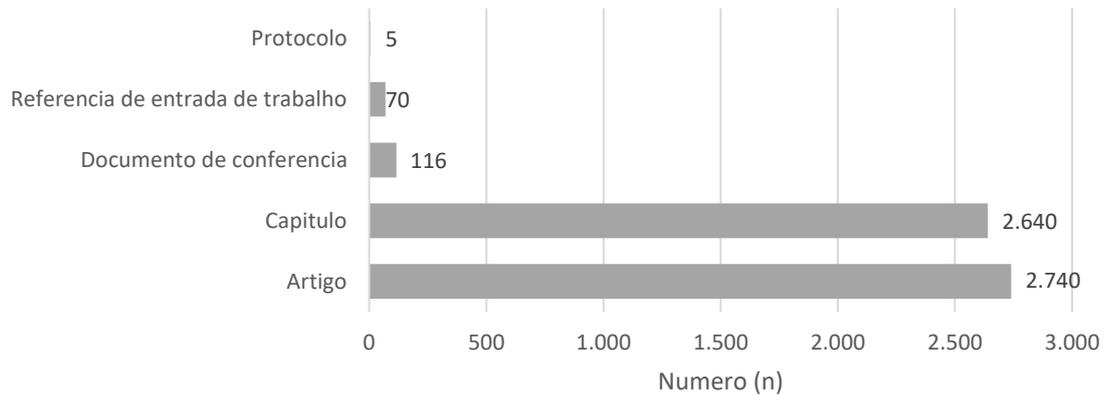
Figura 11 Número de trabalhos publicados na plataforma Web of Science de acordo com os anos de publicação com o uso de estratégia convencional OR organic OR agroecologic*AND Rhizobium OR mineral AND Phaseolus vulgaris.



5.5. SPRINGER

No dia 04 de janeiro de 2020 também foi feita a coleta de dados na plataforma Springer, onde foi localizado 5419 arquivos, sendo 2740 artigos, demonstrado na figura 12.

Figura 12 Número de trabalhos publicados na plataforma Springer de acordo com o tipo de obras com o uso de estratégia convencional OR organic OR agroecologic*AND Rhizobium OR mineral AND Phaseolus vulgaris.



Nesta plataforma não foi possível classificar por país, por isso foi utilizado outros meios para refinar a busca, como o item disciplina e a subdisciplinas, utilizando assim respectivamente, ciência da vida e ecologia, fisiologia vegetal, ciência vegetal, ciência e conservação do solo, chegando a 530 artigos para serem analisados.

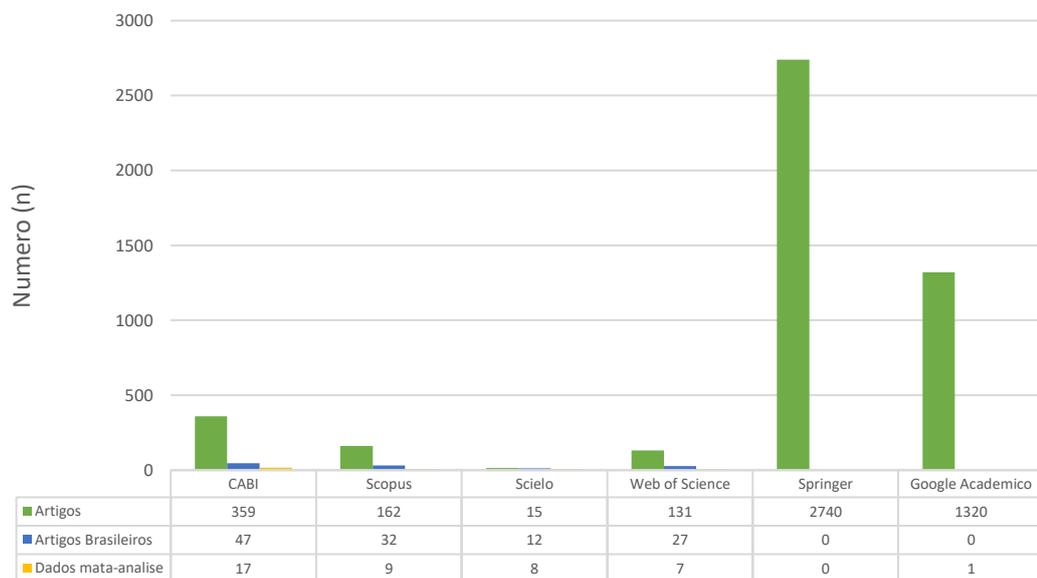
Dos 530 artigos, apenas 19 se referiam a cultura do feijoeiro, porem nenhum apresentou dados de rendimento e forma de cultivo.

5.6. GOOGLE ACADÊMICO

Já na plataforma Google acadêmico, também realizada no dia 04 de janeiro de 2020, foram encontrados 1320 arquivos, com a estratégia de busca. Como na plataforma Springer o Google acadêmico não é possível coletar os dados de arquivos publicados por países, ano e tipo de arquivo. Porem os 1320 foram analisados para coleta de dados de produtividade e método de cultivo para a meta analise. Desde apenas 16 se referiam a cultura feijão, porem apenas um conteve os danos para a realização da 2º parte do trabalho.

Na Figura 13 observamos como a estratégia utilizada se deu em todas as plataformas de busca, e nos mostra quantos artigos serão utilizados para a realização da segunda etapa deste trabalho. Apesar do grande número de artigos atingidos pela estratégia de busca, muitos deles não se referiam a cultura do feijoeiro, nem ao sistema produtivo e não continham dados de produtividade. Dos 110 artigos brasileiros, apenas 42 contêm os dados necessários para a realização da meta-análise, lembrando que alguns artigos estavam replicados em outras plataformas.

Figura 13 Análise de todas as plataformas com o uso de estratégia (conventional or organic or agroecologic*) and (rhizobium or mineral) and Phaseolus.



Para a elaboração de um estudo bioestatístico dos dados coletados na primeira parte do trabalho, foram 25 artigos que consistiu em uma busca estratégica de artigos em algumas plataformas de busca, foi necessária garimpar outros artigos e resumos científicos sem uso da estratégia de busca definida, que continham dados de produtividade e sistema de plantio, foram 17 trabalhos.

Os dados coletados foram analisados no software BioEstat, a partir da técnica Bootstrap, também conhecida como técnica estatística não paramétrica computacionalmente intensiva de reamostragem, introduzida por EFRON (1979), e tem como finalidade obter informações de características da distribuição de alguma variável aleatória, como: estimativas de intervalos de confiança, erro padrão e testes de significância, aplicáveis a modelos paramétricos e não paramétricos.

Os dados de produtividades foram extraídos de artigos e resumos descritos na tabela 1, os quais referem se a produção de feijoeiro comum em ambientes convencionais e orgânicos, com uso e sem uso de inoculação com *Rhizobium sp*, os estudos foram publicados entre os anos de 2000 a 2019.

Tabela 1 Artigos e resumos relacionados com a produtividade do feijoeiro nos sistemas convencionais e orgânicos de produção, utilizados nas análises.

	Autor	Título	Ano
1	ANDRAUS, M. P	Differences in Nodulation and Grain Yield on Common Bean Cultivars with Different Growth Cycles.	2016
2	ANDREOLA, F.	A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou, mineral influenciando a sucessão feijão/milho.	2000
3	ARAÚJO, A.P.	Produção de cultivares de feijoeiro sob sistema orgânico de produção.	2013
4	ASTUDILLO, C.	Seed iron and zinc content and their response to phosphorus fertilization in 40 Colombian bean varieties	2008
5	BARROS, R. L. N.	Interação entre inoculação com rizóbio e adubação nitrogenada de plantio na produtividade do feijoeiro nas épocas da seca e das águas.	2013
6	BELLAVE, A.	Inoculação com <i>Rhizobium tropici</i> e uso do nitrogênio na base e por cobertura na cultura do feijoeiro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	2009
7	BERTOLDO, J. G.	Alternativas na fertilização de feijão visando a reduzir a aplicação de n-ureia.	2015
8	BLANCO, W. A. Q	Effect of thermal phosphate on growth and production of common bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) cv 'ica cerinza'	2017

9	BRITO, L. F.	Resposta do feijoeiro comum à inoculação com rizóbio e suplementação com nitrogênio mineral em dois biomas brasileiros.	2015
10	CARMO, H. F.	Balço energético e pegada de carbono nos sistemas de produção integrada e convencional de feijão-comum irrigado.	2016
11	CARVALHO, W. P	Avaliação de cultivares de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>) para o plantio em sistema orgânico no distrito federal.	2007
12	CARVALHO, W. P	Avaliação de cultivares de feijão comum para o plantio em sistema orgânico no cerrado, ciclo 2004/2005.	2007
13	CARVALHO, W. P	Comportamento de cultivares de feijoeiro em áreas de conversão para o sistema orgânico de produção no cerrado.	2006 (contin.)
14	FERNANDES, R.C.	Desempenho de cultivares de feijoeiro-comum em sistema orgânico de produção	2015
15	FERREIRA, A. N	Estirpes de <i>Rhizobium Tropici</i> na inoculação do feijoeiro	2000
16	FLORENTINO, L.	Inoculação e aplicação de diferentes doses de nitrogênio na cultura do feijoeiro -	2018
17	GADIOLI, J. L	Rendimento de milho e de feijão preto cultivado em solo acrescido de Lodo de esgoto	2004
18	GALBIATTI, J.A	Desenvolvimento do feijoeiro sob o uso de biofertilizante e adubação mineral.	2011
19	HEILIG, J. A.	Performance of Dry Bean Genotypes Grown under Organic and Conventional Production Systems in Michigan	2012
20	JÚNIOR, N. J. M.	Nutrição mineral e produção de feijão em	2011

		áreas manejadas com e sem queima de resíduos orgânicos e diferentes tipos de adubação	
21	LAGO, F. J.	Frações nitrogenadas e eficiência nutricional em linhagens de feijoeiro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	2009
22	LOBO, T. F.	Efeito do nitrogênio e do lodo de esgoto nos fatores produtivos do feijoeiro.	2012
23	MARTINS, J. D. L.	Esterco bovino, biofertilizante, inoculante e combinações no desempenho produtivo do feijão comum.	2015
24	MILES, C.	Desempenho de variedades de feijão seco do noroeste de Washington na produção orgânica	2015
25	MOLIN, S. J. D.	Rendimento do feijoeiro comum em função da aplicação de fertilizantes minerais nitrogenados em cobertura.	2017
26	MOURA, J. B.	Produtividade do feijoeiro submetido à adubação nitrogenada e inoculação com <i>Rhizobium Tropici</i>	2009
27	NASCENTE, A. S.	Nitrogen management effects on soil mineral nitrogen, plant nutrition and yield of super early cycle common bean genotypes.	2017
28	NUNES V.	Adubação orgânica e mineral na semeadura de cultivares de feijoeiro.	2017
29	OLIVEIRA, C. A.	Inoculação com <i>Rhizobium tropici</i> e adubação foliar com Molibdênio na cultura do feijão comum. Revista de Agricultura Neotropical	2017
30	PACHECO, R. S.	Biomassa e produtividade de cultivares de feijoeiro inoculadas com rizóbio em comparação à adubação nitrogenada	2013
31	PARIZOTTO, C.	Produtividade de feijão no sistema orgânico sob	2016 (contin.)

		doses de cama de aves em plantio direto	
32	PAULETTI, V.	Produtividade de culturas sob diferentes doses de esterco líquido de gado de leite e de adubo mineral.	2008
33	PEREIRA, L. B	Manejo da adubação na cultura do feijão em sistema de produção orgânico.	2015
34	ROCHA, P.R.R.	Adubação molíbdica na cultura do feijão nos sistemas de plantio direto e convencional	2011
35	SANTIESTEBAN, R.	Efeito de bioprodutos na produção de <i>Phaseolus vulgaris</i> L. e <i>Arachis hipogea</i> L.	2019
36	SARTOR, L. R.	Effect of Swine Residue Rates on Corn, Common Bean, Soybean and Wheat Yield	2012
37	SEDIYAMA, M. A.	Produtividade, exportação de nutrientes e qualidade microbiológica do Feijão-vagem cultivado com biofertilizante de suíno.	2015
38	SOARES, B. L.	Agronomic and economic efficiency of common-bean inoculation with rhizobia and mineral nitrogen fertilization	2016
39	SOUZA, D. I.	Componentes de produção do feijoeiro comum inoculado com <i>Rhizobium</i> spp. em sistema agroecológico	2012
40	TAVEIRA, M. H.	Avaliação de desenvolvimento em cultivo agroecológico de diferentes cultivares de feijão produzidos pela agricultura familiar no Sul de Minas Gerais.	2017
41	TEIXEIRA N. T	Produção de feijão em adubação orgânica.	2008
42	TOLEDO, W. S.	Produtividade do feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) em resposta a	2017

	diferentes estratégias de fertilização.
--	---

As pesquisas em agroecologia vêm ganhando cada vez mais espaço na agricultura, principalmente na agricultura familiar, isso se dá, devido a procura por manejos sustentáveis. No entanto, há poucos registros via artigos científicos relacionados a produção de feijão no sistema orgânico com uso de inoculação, a maioria dos trabalhos encontrados se referem à cultura da soja. E quando se procura dados oficiais de produtividade e área plantada, não é possível distinguir o sistema de plantio convencional do orgânico.

Na tabela 2 verifica-se que foram analisados no sistema convencional 33 amostragens sem uso de inoculação, obtendo uma média de produtividade de 1.994 kg ha⁻¹ já a média de produtividade com inoculação de 16 amostragens foi de 2.220 kg ha⁻¹. No sistema orgânico foram analisadas 16 amostras não inoculados com média de produtividade de 1.705 kg ha⁻¹ e com inoculação de 1.512 kg ha⁻¹, sendo a média de 13 amostras. Observando as medias dos sistemas de produção e do uso ou não de inoculação, verificamos que não houve uma diferença significativa entre os mesmos. Carvalho; Wanderley (2007), demostram em seu estudo de Avaliação de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*) para o plantio em sistema orgânico no distrito federal, que o feijão orgânico tem produtividade comparável à do feijão cultivado sob sistema convencional.

Tabela 2 Estatísticas descritivas de feijoeiro comum em ambientes convencionais e orgânicos de produção, não inoculados e inoculados com *Rhizobium* sp.

Unidade de medida	Convencional		Orgânico	
	Não Inoculado	Inoculado	Não Inoculado	Inoculado
kg. ha ⁻¹	(C-NI)	(C-I)	(O-NI)	(O-I)
N	33	16	16	13
X_{min}	691	807	750	568
X_{max}	3.770	3.420	2.307	2.268
Primeiro Quartil (25%)	1.520	1.940	1.352	928
Terceiro Quartil (75%)	2.428	2.770	2.069	1.880
Média Aritmética	1.994	2.220	1.705	1.512
Desvio Padrão	854	852	498	532
Erro Padrão	149	213	124	148
Coefficiente de Variação (%)	42,83	38,39	29,19	35,17

Segundo o boletim da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), V. 7 - SAFRA 2019/20, a produtividade de grãos de feijão no Brasil foi de 1.033 Kg ha⁻¹, com produção de 3.017,7 t e área plantada de 2.922,2 ha. Com isso podemos dizer que a média de produtividade avaliada nesse trabalho foi satisfatória, tanto em sistema convencional, como no sistema orgânico de produção, pois está acima da média nacional.

Lourenço (2016), em avaliação do desempenho de cultivares de feijão em sistema orgânico constatou que as cultivares demonstraram potencial de rendimento satisfatório com base na média geral de produtividade em grãos de padrão comercial, sendo desenvolvidas sem nenhuma forma de adubação nitrogenada. Isso é descrito por Araújo (2008), em avaliação de cultivares de feijão em sistema orgânico de produção avaliando variedades do grupo carioca e do grupo preto onde concluiu que todas as cultivares avaliadas apresentaram ótimo desempenho sob o manejo orgânico, não apresentando diferença entre as cultivares.

Tabela 3 Quadro de análise de Bootstrap (n de reamostragem de 9999) de dados de média e desvio padrão de produtividade (kg. ha⁻¹) de feijoeiro comum em ambientes convencionais (C) e orgânicos (O) de produção, não inoculados (NI) e inoculados (I) com *Rhizobium* sp

	C-NI	C-I	O-NI	O-I
Dados da População (N =n)	33	16	16	13
Média aritmética	1.994	2.220	1.705	1.512
Desvio padrão	841	825	481	511
Média aritmética (reamostragem)	1.971	2.155	1.642	1.477
Desvio padrão (reamostragem)	874	911	561	578

Na análise de Bootstrap, tabela 3, foram feitas 9.999 mil reamostragem de dados de média e desvio padrão de produtividade (kg ha⁻¹), ou seja, foram avaliados os dados quantitativos que se referem ao procedimento de reamostragem a partir de uma pequena amostra aleatória, de onde se retira muitas amostras do mesmo tamanho da amostra inicial, sempre com reposição, tendo por objetivo a estimação da média e da variância da amostra original e das reamostragem.

Observamos que a média aritmética de feijão cultivado no sistema de plantio Convencional N/ Inoculado, convencional Inoculado, Orgânico N/Inoculado, Orgânico Inoculado, foram respectivamente: 1.994, 2.220, 1.705, 1.512, na reamostragem foram: 1.971, 2.155, 1.642, 1.477, com desvio padrão de 841,825,481,511 no inicial e reamostragem foi de 874, 911,561, 578. Com isso verificou se que não houve diferença significativa entre as medias e desvio padrão dos dados iniciais e por reamostragem nos diferentes sistemas de plantio.

O que podemos dizer que para os diferentes sistemas de plantio, convencional e orgânico, o uso de inoculação não é expressivo quando se refere a produtividade do feijão. Segundo estudos realizados por Junior et al (2007) que avaliou a inoculação de rizóbio e adubação nitrogenada no desenvolvimento do feijoeiro, sob sistema plantio direto, os tratamentos com inoculação apresentaram produtividades de 20,15 % e 13,85 % superior ao tratamento com ausência de inoculação, para 2002 e 2003, respectivamente. Peres et al. (1994), em três anos de cultivo, e utilizando várias cultivares verificaram que a inoculação com rizóbio contribuiu para o aumento na produtividade de grãos. Ferreira et al. (2000) verificaram que a inoculação, com estirpes eficientes nas cultivares nodulantes ou cultivo em solos com população nativa eficientes de *Rhizobium*, pode possibilitar a não utilização de N sem afetar a produtividade do feijoeiro.

A baixa ocupação nodular do feijoeiro pelas estirpes inoculadas (Vargas et al., 2000), a capacidade da planta em nodular com grande diversidade de espécies de rizóbio (Michel et al., 1998) e a existência no solo de uma população indígena abundante adaptada às condições tropicais (Grange e Hungria, 2004; Kaschuk et al., 2006) são fatores associados às respostas inconsistentes da inoculação com rizóbio na cultura do feijoeiro comum em condições de campo. A maioria dos solos com histórico de cultivo de feijão contém rizóbios nativos que podem interferir no estabelecimento e na eficácia das estirpes inoculadas, reduzindo as respostas à inoculação (Vlassak et al., 1996; Vargas et al., 2000; Raposeiras et al., 2006).

Tabela 4 Quadro de análise de Bootstrap (n de reamostragem de 9999) para intervalo de confiança (IC-95%) com 95% de dados de média de produtividade (kg. ha⁻¹) de feijoeiro comum em ambientes convencionais (C) e orgânicos (O) de produção, não inoculados (NI) e in

	C-NI	C-I	O-NI	O-I
Dados da amostra (n)	33	16	16	13
Limite Superior	1.718	1.808	1.457	1.227
Média	1.994	2.220	1.705	1.511
Limite Inferior	2.240	2.564	1.902	1.737

Na tabela 4 está representado os dados da análise de Bootstrap com 95% de intervalo de confiança , ou seja 5% de erro, onde foram efetuadas 9.999 mil simulações, ou seja, a retirada de 9.999 mil amostras da amostra inicial, com reposição, obtendo-se os seguintes valores da Média e do Intervalo de Confiança de 95% , no sistema convencional não inoculado: Média = 1.994 e IC (95%): 1.718 a 2.240, convencional inoculado: Média = 2.220 e IC (95%): 1.808 a 2.564, orgânico não inoculado: Média = 1.705 e IC (95%): 1.457 a 1.902 e orgânico inoculado: Média = 1.511 e IC (95%): 1.227 a 1.737.

Os resultados alcançados das medidas de tendência central e de variação aproximam-se dos valores paramétricos. Também foi analisado os dados de intervalo de confiança (IC) da média (Tabela 4), que consiste em dados amostrais randômicos podem-se obter a média das reamostragem e seu respectivo intervalo de confiança baseado em percentis.

O que torna o sistema de produção orgânico mais atraente é seu custo x benefício, segundo o Instituto de Economia Agrícola da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Paraná (agosto 2019) o custo de produção do feijão, em sistema de

plantio direto na região do Paraná é de R\$ 3.378,15 por hectare (R\$ 112.62 por saco de 60 kg), este é o chamado custo operacional total (COT) que representa a soma entre o COE, as depreciações de maquinários, implementos, benfeitorias e lavouras. Já o custo operacional efetivo (COE), compreende todos os custos efetivamente desembolsados em um ano agrícola, custos administrativos e os custos financeiros do capital de giro, estes componentes são renovados a cada ciclo produtivo, ou seja, o COE é o desembolso realizado pelo produtor, que foi estimado em R\$ 2.628,97 por hectare, ou cerca de 78% do total dos custos. Já o sistema de plantio orgânico esses custos são menores e o preço de venda do produto é cerca de 30% a 40 % superior ao do feijão cultivado de forma convencional (Santos 2011), a principal necessidade para uma boa produtividade é a escolha correta de variedades e uma adubação equilibrada.

Darolt (2000) verificou que os principais entraves para a produção orgânica estão relacionados à falta de crédito específico para produtores, dificuldades para a comercialização da produção e falta de experiência e informação técnica, sobre o manejo e fertilidade do solo (Aidar; Kluthcouski 2009).

Tabela 5 Quadro de análise de teste t, (n de reamostragem de 9999) para comparação de dois a dois dos tratamentos utilizados, dados de média de produtividade (kg. ha⁻¹) de feijoeiro comum em ambientes convencionais (C) e orgânicos (O) de produção, não inoculados

	C-NI vs. C-I	C-NI vs. O-NI	C-NI vs. O-I	C-I vs. O-NI	C-I vs. O-I	O-NI vs. O-I
Amostra A	33	33	33	16	16	16
Amostra B	16	16	13	16	13	13
Media Geral	2.068	1.900	1.858	1.962	1.903	1.618
Desvio Padrão	226	289	482	515	708	193
Média (reamostragem)	2.321	1.796	2.081	1.831	2.049	1.575
Desvio Padrão (reamostragem)	235	97	176	203	331	162
p-valor (t-teste 0.05)	0.38	0.21	0.06	0.04	0.02	0.31

Na tabela 5 foi realizado o teste t, fazendo comparação entre 2 tratamentos, com esse teste foi possível verificar se havia diferença de produtividade entre os tratamentos. Os tratamentos avaliados foram: convencionais não inoculados (C-NI) vs. convencionais inoculados (C-I), convencionais não inoculados (C-NI) vs. orgânicos não inoculados (O-NI), convencionais não inoculados (C-NI) vs orgânicos inoculado (O -I), convencionais inoculados (C-I) vs. orgânicos não inoculados (O-NI), convencionais inoculados (C-I) vs.

orgânicos inoculados (O -I) e orgânicos não inoculados (O-NI) vs. orgânicos inoculados. Observamos que nos tratamentos C-I vs. O -I e C-I vs. O -NI, o p- valor foi menor que 0.05 mostrando que as produtividades destes tratamentos são diferentes entre si. Já os tratamentos C-NI vs. C-I, C-NI vs. O-NI, C-NI vs. O-I, C-I vs. O-NI, C-I vs. O-I e O-NI vs. O-I, mostraram que suas produtividades não são diferentes entre si.

Deste modo, considera-se que há poucos os estudos abrangendo a importância da inoculação no feijoeiro em sistema de bases agroecológicas e/ou orgânico de produção, e que pontuam sua produtividade, suas vantagens e custos comparados ao sistema de produção convencional. Apesar do sistema bases agroecológicas e/ou orgânico de produção ser um sistema de produção mais utilizados por agricultura familiar, ou seja, não visando a produtividade e sim a qualidade, a técnica de inoculação além de contribuir com o aumento da produtividade, ela auxilia na conservação da microflora e da microfauna do solo, auxilia na recuperação dos solos de baixa fertilidade, aumento da matéria seca, reduz o custo de produção e não provoca danos ao meio-ambiente. Porém é uma tecnologia que precisa ser melhor desenvolvida para que seja altamente compatível na agroecologia e na produção orgânica.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há poucos trabalhos que descrevam as reais contribuições da inoculação de *Rhizobium sp.* para produção de *Phaseolus vulgaris* em bases agroecológicas. Procurar-se-á aprofundar nas bases de buscas oficiais, como citado na metodologia, afim de aplicar as técnicas e projetar valores mínimos para quantificar a contribuição das bactérias desse gênero para o feijoeiro comum. Identificou-se que o uso desta tecnologia tem uma lacuna considerável a ser estudada na agroecologia.

REFERÊNCIAS

- ANDRAUS, M. P. , **Differences in Nodulation and Grain Yield on Common Bean Cultivars with Different Growth Cycles.** COMMUNICATIONS IN SOIL SCIENCE AND PLANT ANALYSIS 2016, VOL. 47, NO. 9, 1148–1161,2016.
- AMARGER, N.; MACHERET, V.; LAGUERRE, G. *Rhizobium gallicum* sp. nov. and *Rhizobium giardinii* sp. nov. from *Phaseolus vulgaris* nodules. **International Journal of Systematic Bacteriology**, Reading, v. 47, p. 996-1006, 1997.
- ANDREOLA, F. **A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou, mineral influenciando a sucessão feijão/milho.** R. Bras. Ci. Solo, 2000.
- ANPII. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES E IMPORTADORES DE INOCULANTES. Vendas de inoculantes das empresas filiadas a ANPII. 2011. Paraná. Disponível em: <http://www.anpii.org.br/site/conteudo/pagina/1,7+Estatisticas.html> Acesso em 18 abril. 2017
- ARAÚJO, A.P. **Produção de cultivares de feijoeiro sob sistema orgânico de produção.** 34 Congresso brasileiro de ciência de solo,2013.
- ARAÚJO, R.S. **Fixação biológica do nitrogênio em feijão.** In: ARAÚJO, R.S.; HUNGRIA, M. (Ed.) *Microrganismos de importância agrícola.* Brasília: Embrapa-SP, 1994, 236 p.
- ASTUDILLO, C. **Seed iron and zinc content and their response to phosphorus fertilization in 40 Colombian bean varieties.** *Agronomia Colombiana* 26(3), 471-476, 2008
- BARROS, R. L. N. **Interação entre inoculação com rizóbio e adubação nitrogenada de plantio na produtividade do feijoeiro nas épocas da seca e das águas.** *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 34, núm. 4, julho-agosto, 2013, pp. 1443-1449,2013
- BELLAVE, A. **Inoculação com *Rhizobium tropici* e uso do nitrogênio na base e por cobertura na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.),** *Cultivando o Saber*, Cascavel, n.º, n.º, p.1-10, 2009
- BERTOLDO, J. G. **Alternativas na fertilização de feijão visando a reduzir a aplicação de n-ureia.** *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiânia, v. 45, n. 3, p. 348-355,2015
- BLANCO, W. A. Q **EFFECT OF THERMAL PHOSPHATE ON GROWTH AND PRODUCTION OF COMMON BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) CV 'ICA CERINZA' .** *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 20 (1): 51 – 59, 2017
- BRITO, L. F. **Resposta do feijoeiro comum à inoculação com rizóbio e suplementação com nitrogênio mineral em dois biomas brasileiros.** R. Bras. Ci. Solo, 39:981-992, 2015

- BÁRBARO, I. M.; BRANCALIÃO, S. R.; TICELLI, M.; MIGUEL, F. B.; SILVA, J. A. A. **Técnica alternativa: co-inoculação de soja com Azospirillum e Bradyrhizobium visando incremento de produtividade.** [S. l.: s.n.], 2008. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/coinoculacao/index.htm>. Acesso em: 4 maio. 2017.
- 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.
- BARBOSA, G.F. et al. **Nitrogênio em cobertura e molibdênio foliar no feijoeiro de inverno.** Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v. 32, n. 1, p. 117-123, 2010.
- BAZZICALUPO, M.; OKON, Y. **Associative and endophytic symbiosis.** In: PEDROSA, F.; HUNGRIA, M.; YATES, M.G.; NEWTON, W.E., eds. Nitrogen fixation: from molecules to crop productivity. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2000. p.409-410.
- BORÉM, A.; CARNEIRO, J.E.S. **A cultura.** In: VIEIRA, C.; PAULA Jr., T.J.; BORÉM, A. (eds.). Feijão: Aspectos gerais e cultura no Estado de Minas, p.14-53, 1998.
- BERNARDES, Tatiely Gomes et al. **Resposta do feijoeiro de outono-inverno a fontes e doses de nitrogênio em cobertura.** Bioscience Journal, Uberlândia, v. 30, n. 2, p. 458-468, Mar./Apr. 2014.
- CARMO, H. F. **Balço energético e pegada de carbono nos sistemas de produção integrada e convencional de feijão-comum irrigado.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.51, n.9, p.1069-1077, 2016
- CARVALHO, W. P **AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE FEIJÃO (Phaseolus vulgaris) PARA O PLANTIO EM SISTEMA ORGÂNICO NO DISTRITO FEDERAL.** Ciênc. agrotec., Lavras, v. 31, n. 3, p. 605-611, maio/jun., 2007
- CARVALHO, W. P **AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE FEIJÃO COMUM PARA O PLANTIO EM SISTEMA ORGÂNICO NO CERRADO, CICLO 2004/2005** Biosci. J., Uberlândia, v. 23, n. 3, p.50-59, July. /Sept. 2007
- CARVALHO, W. P, **COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE FEJJOEIRO EM ÁREAS DE CONVERSÃO PARA O SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO NO CERRADO.** "Pesquisa Agropecuária Tropical, vol. 36, núm. 3, 2006, pp. 205-210 Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Goiânia, Brasil". 2006.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira.** Companhia Nacional de Abastecimento, – Brasília.
- CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. **Culturas de cobertura e sua influência na fertilidade do solo sob sistema de plantio direto (SPD).** Bioscience Journal, v. 24, p. 20-1, 2008.

CARBONELL, S.A.M.; CARVALHO, C.R.L.; PEREIRA, V.R. **Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes**. *Bragantia*, v. 62, p. 369-379, 2003.

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

DERNADIN, N.D. **Seleção de estirpes de *Rhizobium leguminosarum* bv. phaseoli tolerantes a fatores de acidez e resistentes a antibióticos**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1991. 89p. (Tese de Mestrado).

DE-POLLI, H.; FRANCO, A.A. **Inoculação de sementes de leguminosas. Seropédica**: EMBRAPA-UAPNPBS, 1985. 31p. (EMBRAPA-UAPNPBS. Circular Técnica,1).

DÖBEREINER, J.; ALVAHYDO, R. **Influência da umidade de solos na população do gênero *Beijerinckia derx***. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 208-218, 1959.

EPAGRI, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. CTSBF - Comissão Técnica Sul-Brasileira de Feijão. In: EPAGRI. **Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira**: 157. Florianópolis: Epagri, 2012. p. 1-157. (2).

EUZÉBIO, Milena Pierotti, **Adaptabilidade, Estabilidade e Interação Genótipos x Ambientes em Feijão**, 2008, 92f, Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de feijão**. 2. ed. Piracicaba: Livrocere, 2007. 386 p.

FAGERIA, N. K.; OLIVEIRA, L. P. de; DUTRA, L. G. **Deficiências nutricionais na cultura do feijoeiro e suas correções**. Goiânia: EMBRAPA – CNPAF-APA, 1996. Disponível em: <http://w.cnpaf.embrapa.br/publicacao/seriedocumentos/anteriores/doc_65.pdf>; Acessado em: 8 de abril de 2017.

FARIA, S.M.; DE-POLLI, H.; FRANCO, A.A. **Adesivos para inoculação e revestimento de sementes de leguminosas**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.20, p. 169-176, 1985.

FERNANDES, R.C. **Desempenho de cultivares de feijoeiro-comum em sistema orgânico de produção** *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.50, n.9, p.797-806, set. 2015

FERREIRA, A.N. **ESTIRPES DE *Rhizobium Tropicum* NA INOCULAÇÃO DO FEIJOEIRO**. *Scientia Agricola*, v.57, n.3, p.507-512, jul./set. 2000

FRANCO, A.A. et al. **Uso de leguminosas florestais noduladas e micorrizadas como agentes de recuperação e manutenção da vida no solo: um modelo**

tecnológico. In: ESTEVES, F. (Ed.). *Oecologia brasiliensis*. Rio de Janeiro: UFRJ, 1995.

FLORENTINO, L. A. **Inoculação e aplicação de diferentes doses de nitrogênio na cultura do feijoeiro** - Revista de Ciências Agrárias, 2018, 41(4): 963-970, 2018

GADIOLI, J. L. **Rendimento de milho e de feijão preto cultivado em solo acrescido de Lodo de esgoto.** Sanare, Revista Técnica da Sanepar, Curitiba, v.21, n.21, p. 53-58, jan./jun. 2004

GALBIATTI, J.A. **Desenvolvimento do feijoeiro sob o uso de biofertilizante e adubação mineral.** Eng. Agríc., Jaboticabal, v.31, n.1, p.167-177, jan./fev. 2011

GEPTS, P; DEBOUCK, D, G, **Origin, domestication, and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris*)** In: SCHOONHOVEN A, van; VOYSEST, O, (Ed.), *Common beans: research for crop improvement*, Cali: CIAT, 1991, p,7-53.

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.

HEILIG, J. A. **Performance of Dry Bean Genotypes Grown under Organic and Conventional Production Systems in Michigan**, *Agronomy Journal* • Volume 104, Issue 5 ,Organic Agriculture & Agroecology, Published September, 2012

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro.** Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80p. (Embrapa Soja. Documentos, 283).

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. **Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: strategies to improve sustainability.** *Biology and Fertility of Soils*, v. 49, n. 7, p. 791–801, 2013.

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

HUNGRIA, M.; VARGAS, M. A. T.; ARAUJO, R.S. **Fixação Biológica do Nitrogênio em feijoeiro.** In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M., eds. *Biologia dos solos dos cerrados*. Planaltina, Embrapa-CPAC, 1997. p.189-294.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR, **O feijão no Paraná**, Londrina: IAPAR, 1989, Circular 63.

JÚNIOR, N. J. M. **Nutrição mineral e produção de feijão em áreas manejadas com e sem queima de resíduos orgânicos e diferentes tipos de adubação.** *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 32, n. 1, p. 7-18, jan./mar. 2011 2011

KAHINDI, J.H.P. et al. **Agricultural intensification, soil biodiversity and ecosystem function in the tropics: the role of nitrogen-fixing bacteria.** Applied Soil Ecology, Amsterdam, v. 6, p. 55-76, 1997.

LAGO, F. J. **FRAÇÕES NITROGENADAS E EFICIÊNCIA NUTRICIONAL EM LINHAGENS DE FEIJOEIRO (Phaseolus vulgaris L.)** Ciênc. agrotec., Lavras, v. 33, n. 2, p. 440-447, mar./abr., 2009

LOBO, T. F. **Efeito do nitrogênio e do lodo de esgoto nos fatores produtivos do feijoeiro.** Rev. Ceres, Viçosa, v. 59, n.1, p. 118-124, jan./fev, 2012

MARTÍNEZ-ROMERO, E.; SEGOVIA, E.; MERCANTE, F.M.; FRANCO, A.A.; GRAHAM, P. H.; PARDO, M. A. **Rhizobium tropici, a novel species nodulating Phaseolus vulgaris L. beans and Leucaena sp. trees.** Int. J. Syst. Bacteriol., 41:417-426, 1991.

MARTINS, J. D. L. **Esterco bovino, biofertilizante, inoculante e combinações no desempenho produtivo do feijão comum.** "Revista Agro@mbiente On-line, v. 9, n. 4, p. 369-376, outubro-dezembro, Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, RR", 2015

MERCANTE, F.M. **Uso de Leucaena leucocephala na obtenção de Rhizobium tolerante a temperatura elevada para inoculação do feijoeiro.** Seropédica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1993. 149p. (Tese de Mestrado).

MERCANTE, F. M.; FRANCO, A. A.; MUNNS, D. N. **A inoculação do feijoeiro comum com rizóbio.** Seropédica: Embrapa-CNPAP, 1992. (Comunicado Técnico, 10).

MERCANTE, F.M.; TEIXEIRA, M.G.; ABOUD, A.C.S.; FRANCO, A.A. **Avanços biotecnológicos na cultura do feijoeiro sob condições simbióticas.** R. Univ. Rural: Sér. Ciênc. Vida, 21:127-146, 1999.

MESQUITA, F.R. **Linhagens de feijão: composição química e digestibilidade protéica.** 2005. 44p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciências de Alimentos. Universidade Federal de Lavras.

MILES, C. **Desempenho de variedades de feijão seco do noroeste de Washington na produção orgânica,** Agricultura orgânica: resposta das culturas e estratégias de cultivo para reduzir os efeitos do estresse abiótico e biótico, 5 (4), 491-505; <https://doi.org/10.3390/agronomy5040491>, 2015.

MOLIN, S. J. D. **Rendimento do feijoeiro comum em função da aplicação de fertilizantes minerais nitrogenados em cobertura.** Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v.16, n.3, p.231-238, 2017

MOURA, J. B **PRODUTIVIDADE DO FEIJOEIRO SUBMETIDO À ADUBAÇÃO NITROGENADA E INOCULAÇÃO COM Rhizobium tropici,** Gl. Sci. Technol., v. 02, n. 03, p.66 - 71, set/dez. 2009
MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação**

do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, 1997.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo.** 2. ed. Lavras: Ed. UFLA, 2006. 729 p. PEOPLES, M.B. et al. (Ed.). **Methods for evaluating nitrogen fixation by nodulated legumes in the field.** Camberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 1989. 76 p.

NASCENTE, A. S. **Nitrogen management effects on soil mineral nitrogen, plant nutrition and yield of super early cycle common bean genotypes.** Acta Scientiarum. Agronomy Maringá, v. 39, n. 3, p. 369-378, July-Sep., 2017

NUNES V. **Adubação orgânica e mineral na semeadura de cultivares de feijoeiro.** *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais* V.13 N.3 Set./Dez. 2017

OLIVEIRA, C. A. B.; PELÁ, G. M.; PELÁ, A **Inoculação com *Rhizobium tropici* e adubação foliar com Molibdênio na cultura do feijão comum.** *Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS*, v. 4, Suplemento 1, p. 43-50, dez. 2017. 2017

PACHECO, R.S **Biomassa e produtividade de cultivares de feijoeiro inoculadas com rizóbio em comparação à adubação nitrogenada.** 34 Congresso Brasileiro de ciência de solo, 2013

PARIZOTTO, C **Produtividade de feijão no sistema orgânico sob doses de cama de aves em plantio direto.** *Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – V. 11, N. 2*, 2016

PAULETTI, V. **Produtividade de culturas sob diferentes doses de esterco líquido de gado de leite e de adubo mineral.** *Scientia Agraria, Curitiba*, v.9, n.2, p.199-205, 2008.

PEREIRA, L.B **Manejo da adubação na cultura do feijão em sistema de produção orgânico** *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiânia, v. 45, n. 1, p. 29-38, jan./mar. 2015

PERES, J.R.R.; SUHET, A.R.; MENDES, I.C.; VARGAS, M.A.T. **Efeito da inoculação com rizóbio e da adubação nitrogenada em sete cultivares de feijão em solo de cerrado.** *R. Bras. Ci. Solo*, 18:415-420, 1994.

REIS, V. M. **Uso de bactérias fixadoras de nitrogênio como inoculante para aplicação em gramíneas.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. 22 p. (Documentos, 232).

REIS, V. M.; TEIXEIRA, K. R. S. **Fixação biológica de Nitrogênio -estado da arte.** In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. **Processos biológicos no sistema solo planta: ferramentas para uma agricultura sustentável.** Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2005. p. 151-180.

RUFINI, M.; et al. **Bactérias fixadoras de nitrogênio com feijoeiro-comum em diferentes valores de pH.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, p.81-88, 2011.

- ROCHA, P.R.R. **Adubação molíbdica na cultura do feijão nos sistemas de plantio direto e convencional.** Revista Caatinga, Mossoró, v. 24, n. 2, p. 9-10 17, abr.-jun.2011
- SANTIESTEBAN, R. **Efeito de bioprodutos na produção de Phaseolus vulgaris L. e Arachis hipogea L.** Revista De Ciências Agrícolas, 36(1), 59-66. <https://doi.org/10.22267/rcia.193601.98>, 2019
- SANTOS, A.B.; FAGERIA, N.K.; SILVA, O.F.; MELO, M.L.B. Resposta do feijoeiro ao manejo de nitrogênio em várzeas tropicais. Pesq. Agropec. Bras., 38:1265-1271, 2003.
- SANTOS NELI CRISTINA B., **Potencialidades de Produção do Feijão Orgânico.** Pesquisa; Tecnologia, vol. 8, n. 2, Jul-Dez 2011.
- SANTOS, J. G. R.; SANTOS, E. C. X. R. **Agricultura orgânica: teoria e prática.** 1. ed. Campina Grande: EDUEPB, 2008.
- SARTOR, L. R. **Effect of Swine Residue Rates on Corn, Common Bean, Soybean and Wheat Yield** R. Bras. Ci. Solo, 36:661-669, 2012
- SEDIYAMA, M. A. N. **Produtividade, exportação de nutrientes e qualidade microbiológica do Feijão-vagem cultivado com biofertilizante de suíno.** "Cientifica, Jaboticabal v.43, n.4, p.359–370, 2015"
- SOARES, B. L. **Agronomic and economic efficiency of common-bean inoculation with rhizobia and mineral nitrogen fertilization.** Rev Bras Cienc Solo 2016;40,2016
- SOUZA, D. I. **COMPONENTES DE PRODUÇÃO DO FEIJOEIRO COMUM INOCULADO COM Rhizobium spp. EM SISTEMA AGROECOLÓGICO.** <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/126859/1/COMUM-INOCULADO-COM-Rhizobium-tropici-EM-SISTEMA-AGROECOLOGICO.pdf>
- SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Adubação com nitrogênio.** In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E., eds. **Cerrado: Correção do solo e adubação.** 2.ed. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2004. p.129-144.
- SOUZA, W. J. O; SANTOS, I. Z. **Cultivo de feijoeiro em diferentes sistemas de preparo do solo no noroeste paulista.** Nucleus, Fernandópolis, v. 5, n. 2, p.243-254, 30 nov. 2008.
- STRALIOTTO, R.; TEIXEIRA, M. G.; MERCANTE, F. M. **Fixação biológica de Nitrogênio.** In: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F. **Produção de feijoeiro comum em várzeas tropicais.** Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 122-153.
- TAVEIRA, M. H. **Avaliação de desenvolvimento em cultivo agroecológico de diferentes cultivares de feijão produzidos pela agricultura familiar no Sul de**

- Minas Gerais.** Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF – Vol. 13, Nº 1, Jul. 2018
TEIXEIRA N.T **Produção de feijão em adubação orgânica.** Revista ecossistema vol 33, 2008
- TOLEDO, W. S. **Produtividade do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em resposta a diferentes estratégias de fertilização.** Revista Agro@ambiente On-line, v. 11, n. 4, p. 2017
- VIEIRA, C. **Doenças e pragas do feijoeiro.** Viçosa: Imprensa Universitária, 1988. 231 p.
- VARGAS, M. A. T. et al. **Inoculação de leguminosas e manejo de adubos verdes.** In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.) Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 97-127.
- VIEIRA, C.; NOGUEIRA, A. O.; ARAÚJO, G. A. de A. **Adubação nitrogenada e molíbdica na cultura do feijão.** Revista de Agricultura, Piracicaba, v. 67, n. 2, p. 117-124, 1992.
- VIEIRA C.; PAULA JÚNIOR T. J.; BORÉM, A, **Feijão**, Viçosa: Ed, UFV, 2006, 600p.
- VIEIRA, C.; BORÉM, A.; RAMALHO, M. A. P.; CARNEIRO, J. E. S. Melhoramento de Feijão, In BORÉM, A, **Melhoramento de Plantas Cultivadas**, 2. ed. Viçosa: UFV, 2005, p. 301-391.
- YOKOYAMA, L. P.; BANNO, K.; KLUTHCOUSKI, J. **Aspectos socioeconômicos da cultura, In: Cultura do feijoeiro comum no Brasil**, Piracicaba: POTAFOS, 1996.
- YOUNG, J.P.W. **Phylogeny and taxonomy of rhizobia.** Plant and Soil, Hague, v.186, p.45-52, 1996.
- ZIMMERMANN, M.J.O. et al. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil.** 1. ed. Piracicaba: Potafos, 1996.

ANEXO

TABELA DE RESUMO DOS ARTIGOS

Autor	Título
ANDRAUS, M. P	Differences in Nodulation and Grain Yield on Common Bean Cultivars with Different Growth Cycles.
ANDREOLA, F.	A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou, mineral influenciando a sucessão feijão/milho
ARAÚJO, A.P.	Produção de cultivares de feijoeiro sob sistema orgânico de produção
ASTUDILLO, C.	Seed iron and zinc content and their response to phosphorus fertilization in 40 Colombian bean varieties
BARROS, R. L. N.	Interação entre inoculação com rizóbio e adubação nitrogenada de plantio na produtividade do feijoeiro nas épocas da seca e das águas.
BELLAVE, A.	Inoculação com <i>Rhizobium tropici</i> e uso do nitrogênio na base e por cobertura na cultura do feijoeiro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)
BERTOLDO, J. G.	Alternativas na fertilização de feijão visando a reduzir a aplicação de n-ureia.
BLANCO, W. A. Q	Effect of thermal phosphate on growth and production of common bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) cv 'ica cerinza'
BRITO, L. F.	Resposta do feijoeiro comum à inoculação com rizóbio e suplementação com nitrogênio mineral em dois biomas brasileiros.
0 CARMO, H. F.	Balanco energético e pegada de carbono nos sistemas de produção integrada e convencional de feijão-comum irrigado.
1 CARVALHO, W. P	Avaliação de cultivares de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>) para o plantio em sistema orgânico no distrito federal.
2 CARVALHO, W. P	Avaliação de cultivares de feijão comum para o plantio em sistema orgânico no cerrado, ciclo 2004/2005.

- 3 CARVALHO, W. P. Comportamento de cultivares de feijoeiro em áreas de conversão para o sistema orgânico de produção no cerrado.
- 4 FERNANDES, R.C. Desempenho de cultivares de feijoeiro-comum em sistema orgânico de produção
- 5 FERREIRA, A. N. Estirpes de *Rhizobium Tropicum* na inoculação do feijoeiro
- 6 FLORENTINO, L. Inoculação e aplicação de diferentes doses de nitrogênio na cultura do feijoeiro -
- 7 GADIOLI, J. L. Rendimento de milho e de feijão preto cultivado em solo acrescido de Lodo de esgoto
- 8 GALBIATTI, J.A. Desenvolvimento do feijoeiro sob o uso de biofertilizante e adubação mineral.
- 9 HEILIG, J. A. Performance of Dry Bean Genotypes Grown under Organic and Conventional Production Systems in Michigan
- 0 JÚNIOR, N. J. M. Nutrição mineral e produção de feijão em áreas manejadas com e sem queima de resíduos orgânicos e diferentes tipos de adubação
- 1 LAGO, F. J. Frações nitrogenadas e eficiência nutricional em linhagens de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)
- 2 LOBO, T. F. Efeito do nitrogênio e do lodo de esgoto nos fatores produtivos do feijoeiro.
- 3 MARTINS, J. D. L. Esterco bovino, biofertilizante, inoculante e combinações no desempenho produtivo do feijão comum.
- 4 MILES, C. Desempenho de variedades de feijão seco do noroeste de Washington na produção orgânica
- 5 MOLIN, S. J. D. Rendimento do feijoeiro comum em função da aplicação de fertilizantes minerais nitrogenados em cobertura.

- 6 MOURA, J. B. Produtividade do feijoeiro submetido à adubação nitrogenada e inoculação com *Rhizobium Tropicum*
- 7 NASCENTE, A. S. Nitrogen management effects on soil mineral nitrogen, plant nutrition and yield of super early cycle common bean genotypes.
- 8 NUNES V. Adubação orgânica e mineral na semeadura de cultivares de feijoeiro.
- 9 OLIVEIRA, C. A. Inoculação com *Rhizobium tropicum* e adubação foliar com Molibdênio na cultura do feijão comum. Revista de Agricultura Neotropical
- 0 PACHECO, R. S. Biomassa e produtividade de cultivares de feijoeiro inoculadas com rizóbio em comparação à adubação nitrogenada
- 1 PARIZOTTO, C. Produtividade de feijão no sistema orgânico sob doses de cama de aves em plantio direto
- 2 PAULETTI, V. Produtividade de culturas sob diferentes doses de esterco líquido de gado de leite e de adubo mineral.
- 3 PEREIRA, L. B. Manejo da adubação na cultura do feijão em sistema de produção orgânico.
- 4 ROCHA, P.R.R. Adubação molíbdica na cultura do feijão nos sistemas de plantio direto e convencional
- 5 SANTIESTEBAN, R. Efeito de bioprodutos na produção de *Phaseolus vulgaris* L. e *Arachis hypogea* L.
- 6 SARTOR, L. R. Effect of Swine Residue Rates on Corn, Common Bean, Soybean and Wheat Yield
- 7 SEDIYAMA, M. A. Produtividade, exportação de nutrientes e qualidade microbiológica do Feijão-vagem cultivado com biofertilizante de suíno.
- 8 SOARES, B. L. Agronomic and economic efficiency of common-bean inoculation with rhizobia and mineral nitrogen fertilization
- 9 SOUZA, D. I. Componentes de produção do feijoeiro comum inoculado com *Rhizobium* spp. em sistema agroecológico

- 0 TAVEIRA, M. H. Avaliação de desenvolvimento em cultivo agroecológico de diferentes cultivares de feijão produzidos pela agricultura familiar no Sul de Minas Gerais.
- 1 TEIXEIRA N. T. Produção de feijão em adubação orgânica.
- 2 TOLEDO, W. S. Produtividade do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em resposta a diferentes estratégias de fertilização.

ARTIGO	C-NI	C-I	O-NI	O-I	Estado	Início	Objetivo	Resultado
1		x			GO	2012 e 2013	Avaliar o comportamento dos parâmetros de nodulação relacionados à BNF ao longo do desenvolvimento de cultivares de feijão com diferentes ciclos de crescimento	O rendimento de grãos variedade 1.250 kg ha ⁻¹ a 4.613 kg ha ⁻¹ , com um valor médio de 2.766,75 kg ha ⁻¹ , que foi influenciado por tanto o ano quanto as cultivares.
2	x		x		SC	1990	Avaliar a influência da cobertura vegetal de inverno, constituída de uma associação de aveia preta (<i>Avena strigosa</i> Schreb) com nabo forrageiro (<i>Raphanus sativus</i> L.), da adubação orgânica com esterco de aves e da adubação mineral sobre o rendimento de grãos da sucessão feijão/milho	Independente do uso da cobertura vegetal, a adubação promoveu aumento do rendimento de grãos de feijão
3					RJ	2011	Avaliar o rendimento de grãos de diferentes cultivares de feijoeiro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	As cultivares de feijoeiro estudadas apresentaram boa produção de grãos sob o sistema orgânico de produção em Seropédica-RJ.
4					Colômbia	2004	Determinar a qualidade nutricional de genótipos de feijão da Colômbia em termos de teor de ferro e zinco da semente e para determinar como a fertilização do solo com níveis altos ou baixos do rendimento do impacto do fósforo com esses minerais.	A fertilização com fósforo pode aumentar o teor de ferro em sementes de feijão, mas pode reduzir o teor de zinco nas sementes.

5					RG	2010	Avaliar o efeito da interação entre a inoculação com rizóbio e a adubação nitrogenada de plantio no feijoeiro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).	A inoculação de rizóbios no plantio pode substituir a adubação nitrogenada com 20 kg ha ⁻¹ de N na semeadura, sem perda de produtividade.
6					PR	2008/2009	Avaliar a produtividade do feijoeiro inoculado com estirpe de <i>Rhizobium tropici</i> (SEMIA 4080) e a adubação mineral com nitrogênio (N),	A prática da inoculação das sementes influenciou as variáveis fitométricas, mas não na produtividade final, ao ponto de serem dispensadas as adubações nitrogenadas.
7					RS	2013/2014	Avaliar os efeitos da inoculação e aplicação de extrato de alga, molibdênio e pó de rocha, como alternativa à aplicação de ureia, em feijão	A inoculação, por si só, não é suficiente para atingir patamares similares aos do método convencional, no rendimento de grãos.
8					Colômbia	2015/2016	Avaliar o efeito de um fosfato térmico no crescimento e produtividade do feijão	Aplicação de 600 kg de fosfato térmico ha ⁻¹ apresentou os melhores resultados.
9					GO, RJ	2009	Avaliar a resposta do feijoeiro à inoculação com rizóbio, associada à suplementação com N mineral, nos biomas Cerrado e Mata Atlântica	Concluiu-se que em áreas sem cultivo prévio de feijão, a inoculação com estirpes comerciais de rizóbio aumentou o rendimento de grãos, em particular quando associada à adubação de cobertura com N.

10					GO	2009	Avaliar a contribuição do sistema de produção integrada de feijão-comum (PI), em comparação ao sistema de produção convencional, quanto ao uso de energia.	Melhoria da eficiência da adubação nitrogenada, por meio do uso de fixação biológica de N, e a racionalização da mecanização são os componentes dos sistemas de produção que mais contribuem para a diminuição da pegada de carbono.
11					DF	2003/2004	Indicar cultivares de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>) que tenham melhor desempenho no sistema orgânico, além de mostrar que o rendimento ótimo sustentável conseguido pela agricultura orgânica	Dentre as cultivares empregadas destacaram-se as dos grupos comerciais preto e carioca, os tipos de maior demanda na região do Distrito Federal
12					DF	2004/2005	Avaliar diferentes cultivares de feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>) em sistema orgânico de produção.	As cultivares BRS Marfim, Vermelho 2157, Diacol Calima, Diamante Negro, Pérola e IPR Uirapuru apresentam rendimento superior às demais e podem ser indicadas para o cultivo em sistema orgânico na região do Distrito Federal, no período das águas.
13					DF	2003	Estudar o desempenho de cultivares de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>) em área cultivada há mais de dois anos com pastagem de <i>Brachiaria brizantha</i> , de baixa fertilidade.	Sob condições de irrigação, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Já sob condições de sequeiro, as cultivares apresentaram produtividade estatisticamente superior às demais.

14					RJ	2011/2012	Avaliar o crescimento e a produção de cultivares de feijoeiro-comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>), de diferentes tipos comerciais de grão, em sistema orgânico de produção.	As cultivares BRS Radiante e Constanza, de grãos de tipos especiais com perspectivas de nichos de mercado com maior valor de comercialização, apresentam bom desempenho no sistema orgânico de produção.
15					MS		Avaliar o comportamento do feijoeiro inoculado com cinco estirpes de <i>Rhizobium tropici</i> e a adubação mineral com nitrogênio, sobre alguns fatores relacionados à sua produtividade	A inoculação de estirpes eficientes de <i>Rhizobium</i> em cultivar nodulante de feijoeiro, ou o cultivo deste em solos com população nativa eficiente, pode possibilitar a não utilização de nitrogênio em cobertura na cultura do feijoeiro, sem afetar a produtividade.
16					MG	2015	Avaliar o desenvolvimento e produtividade da cultura do feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), quando submetida à inoculação e aplicação de fertilizante nitrogenado (N) à sementeira e/ou cobertura.	A inoculação consiste numa prática viável quando não se utilizam fertilizantes nitrogenados na cultura do feijoeiro ou quando o nitrogênio é aplicado somente em cobertura, contribuindo assim para a redução dos custos de produção e para a sustentabilidade dos agroecossistemas.

17					SP	2000/2001	Avaliar o rendimento (kg ha-1) das culturas do milho e do feijão preto em LATOSSOLO VERMELHO AMARELO.	A quantidade de lodo de esgoto, 5 t ha-1, calculada pela taxa de aplicação do nitrogênio disponível do lodo recomendado às culturas apresentou rendimento semelhante.
18					SP		Avaliar o desenvolvimento da cultura de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), utilizando biofertilizante e adubação mineral.	Os resultados mostraram semelhanças entre as características analisadas, obtendo-se melhor desenvolvimento à cultura que recebeu biofertilizante.
19					condado de Gratiot	2007 2009	a Avaliação de 32 genótipos diversos de feijão seco em ensaios lado a lado sob orgânicos e convencionais sistemas de produção.	Os rendimentos foram de 20% maior em sistemas convencionais do que em sistemas orgânicos em todos os locais
20					PR	2007	Avaliar os efeitos de doses, queima de resíduos orgânicos e tipos de adubação nos componentes de produção, teores foliares de macronutrientes e na produtividade da cultura do feijão em rotação com cultura do milho	Os componentes da produção, os teores foliares de macronutrientes e a produtividade das cultivares de feijão IPR Colibri e IPR Eldorado foram sempre maiores com adubação organomineral.
21					MG	2005	Visando a estudar a associação das frações nitrogenadas nas folhas e a eficiência no uso de	A produtividade média de grãos com a aplicação de nitrogênio foi 63,7% superior à obtida sem o nutriente.

						nitrogênio (EUN) em feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.)	
22					SP	2004/2005	<p>Verificar o efeito da aplicação de lodo de esgoto e de adubação química de N nos fatores produtivos do feijoeiro.</p> <p>O aumento da dose de lodo de esgoto promoveu o incremento no número de vagens, rendimento de matéria seca, rendimento de grãos e na massa de 1.000 grãos.</p>
23					PE	2013	<p>Avaliar o desempenho produtivo do feijão comum cultivado com esterco bovino, biofertilizante, inoculante, adubação mineral e diferentes combinações desses</p> <p>Os métodos alternativos de adubação (E, EI, EB, EBI) podem substituir a fertilização mineral no cultivo de feijão, contudo, o inoculante e o biofertilizante não devem ser empregados de maneira isolada para produção do feijão comum de sequeiro</p>
24						2013 2014	<p>Estudo de dois anos comparou nove variedades de heirloom (H) de feijão seco do noroeste de Washington (Phaseolus vulgaris L.) com 11 variedades comerciais padrão (S) em classes de mercado correspondentes usando práticas de produção orgânica não irrigada.</p> <p>Este estudo mostra que o feijão seco tem potencial para ser cultivado como uma cultura orgânica comercial.</p>
25					RS	2014/2015	<p>Avaliar a disponibilidade de N no solo e a resposta do feijoeiro a fontes de fertilizantes minerais nitrogenados modificados aplicados em cobertura</p> <p>A aplicação de fertilizantes nitrogenados em cobertura não alterou os componentes de rendimento e a produtividade do feijoeiro (cultivar BRS Estilo do grupo carioca).</p>

26					GO	2008	Avaliar em condições de campo a produtividade da cultura do feijão submetido à inoculação com <i>Rhizobium tropici</i> e a adubação nitrogenada	As espécies de rizóbio nativas do solo são tão eficientes quanto à inoculação de <i>Rhizobium tropici</i> no fornecimento de N ao feijoeiro. A aplicação de adubação nitrogenada na semeadura aliada à inoculação com <i>Rhizobium tropici</i> desfavorece a produtividade do feijoeiro, enquanto que a adubação nitrogenada em cobertura mais inoculação com <i>R. tropici</i> gera produtividade semelhante à fertilização nitrogenada na semeadura e em cobertura
27					GO	2014/2015	Medir N-NH ₄ ⁺ e N-NO ₃ ⁻ no solo, teores de macronutrientes em folhas e grãos e produtividade de grãos de genótipos superprecoces (GSP) de feijão-comum em função da época de aplicação de nitrogênio (EAN).	Pode-se inferir que o uso de GSP do feijão-comum com ciclo de vida variando de 65 a 77 dias mostrou ser tecnologia promissora, com produtividade de grãos semelhantes ao controle (IPR Colibri).
28					MT	2012	Avaliar o efeito da adubação química e orgânica de semeadura em diferentes cultivares de feijoeiro	Todas as cultivares estudadas apresentaram elevado potencial produtivo

29					GO	2015		<p>Avaliar a resposta do feijão comum e seus componentes, ao uso da inoculação das sementes combinadas com a aplicação de diferentes doses de molibdênio (Mo) via foliar</p>	<p>A inoculação com <i>R. tropici</i> aumentou o teor de nitrogênio nas folhas, acúmulo de biomassa vegetal, número de vagem por planta, peso de 1000 grãos e a produtividade do feijão comum cv. Pérola.</p> <p>A adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro pode ser substituída na sua totalidade pela inoculação com a bactéria <i>R. tropici</i>, e pela adubação foliar com molibdênio.</p>
30					GO	2012		<p>Avaliar o crescimento e a produção de grãos de cultivares de feijoeiro, sob inoculação com rizóbio ou adubadas com N mineral.</p>	<p>A inoculação com <i>Rhizobium</i> proporcionou rendimento de grãos que variou de 82% a 95% do rendimento obtido com a aplicação de N mineral somente para as cultivares Jalo, Estilo, Pontal, Vereda, Grafite e Ouro Negro.</p>
31					SC	2013 2016	a	<p>Avaliar a produtividade do feijão usando cama de aves como fertilizante orgânico nos anos agrícolas 2013/14, 2014/15 e 2015/16.</p>	<p>O parcelamento das doses aplicadas de cama de aves proporcionou valores mais altos de produtividade no sistema orgânico.</p>
32					PR	1997 2003	a	<p>Estudos de longo prazo que avaliem a aplicação de esterco como adubo em culturas anuais</p>	<p>Nas safras em que houve efeito da adubação orgânica com esterco líquido de gado de leite, as doses para as máximas produtividades de grãos foram de 28 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ no feijão.</p>

33					SP	2011 e 2012	Avaliar doses de fertilizante orgânico à base de resíduos de frigorífico (1,0 t ha ⁻¹ ; 1,5 t ha ⁻¹ ; 2,0 t ha ⁻¹ ; e 2,5 t ha ⁻¹)	Concluiu-se que os métodos e épocas de aplicação do fertilizante orgânico não influenciam os componentes de produção e produtividade do feijoeiro.
34					MG	2006/2007	Avaliar o efeito de doses de molibdênio na cultura do feijão nos sistemas de plantio direto e convencional	A produtividade de grãos no sistema de plantio direto foi maior que no preparo convencional.
35							Avaliar o efeito de microrganismos-eficientes e quitosana sobre o crescimento e produção de <i>Phaseolus vulgaris</i> L e <i>Arachis hypogea</i> L.	Os resultados obtidos nesta investigação indicam que a aplicação combinada de Microrganismos Quito-Saudáveis e Eficientes, potencializa o desenvolvimento das plantas, bem como o rendimento e seus componentes.
36					PR	2002 a 2007	Avaliar o efeito da utilização de DLS no rendimento de grãos de milho, feijão, soja e trigo no período de 2002 a 2007, contrastando com a fertilização mineral	Aumentos significativos da produção de grãos em função das crescentes doses de DLS aplicadas, especialmente para as gramíneas.
37					G ^M	2013	Avaliar o efeito de doses de biofertilizante de suíno sobre o estado nutricional e produtividade das plantas, extração e exportação de nutrientes e qualidade microbiológica das vagens de feijão-vagem, cv. Macarrão Trepador/Favorito, cultivado em sistema orgânico.	A fertilização do feijão-vagem com biofertilizante suíno promove aumento de produtividade e melhora o estado nutricional das plantas. A extração de macronutrientes pelas plantas e a exportação pelas vagens aumenta com as doses aplicadas de biofertilizante.

38					MG	2009/2010	Verificar a compatibilidade do nitrogênio. Fertilização com fixação biológica de N ₂ para aumentar a produtividade e rentabilidade do feijoeiro.	Mostram a possibilidade de economia em relação aos fertilizantes N, mas também uma contribuição ecológica significativa evitando problemas associados ao uso indevido desses fertilizantes
39					PR	2012	Avaliar a eficiência da FBN por <i>Rhizobium tropici</i> em três variedades de feijoeiro comum, visando identificar qual melhor se adapta ao sistema agroecológico de produção, com suprimento de N baseado na FBN.	Os componentes de produção massa de 100 grãos e número de grãos por vagem não foram afetados com a inoculação de <i>Rhizobium</i> , em sistema agroecológico. O genótipo IPR Uirapuru foi o mais beneficiado pela FBN, porém, não deve ser recomendado para o sistema agroecológico devido à suscetibilidade a várias doenças. Já a cultivar IPR Tangará se mostrou mais rústica e mais indicada para cultivos agroecológicos.
40					MG	2015	Promover um teste entre as variedades de feijoeiro cultivados pela agricultura familiar no sul de Minas Gerais em sistema de cultivo com princípios agroecológicos, a fim de indicar qual variedade seria a mais produtiva para a região	A variedade que apresentou o melhor desenvolvimento em sistema orgânico/agroecológico para a região em estudo foi o 'Pintadinho'.

41					SP		Apresentar resultados de ensaio conduzido para estudar a possibilidade de cultivar feijoeiro em adubação orgânica	A adubação orgânica e mineral foi eficiente, a adubação com composto orgânico volumoso comercial e 600 g de composto do o que proporcionou melhor resultados.
42					SP	2015	Avaliar a resposta do feijão comum à aplicação de fertilizantes de natureza orgânica e mineral em um Latossolo Eutroférico	Os fertilizantes organomineral e orgânico (composto confeccionado com esterco de ovinos) determinaram a maior produtividade de feijão comum; Nas condições deste trabalho, os fertilizantes orgânicos e organomineral podem substituir a adubação mineral na produção do feijão comum, cultivar IAC Carioca.

