

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

PRODUTIVIDADE DA SOJA EM RESPOSTA À INOCULAÇÃO E
CO-INOCULAÇÃO

JOÃO VITOR BALLAVENUTO CAMPANILI

SINOP
MATO GROSSO - BRASIL
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

PRODUTIVIDADE DA SOJA EM RESPOSTA À INOCULAÇÃO E
CO-INOCULAÇÃO

JOÃO VITOR BALLAVENUTO CAMPANILI

ORIENTADOR: Prof Dr Cassiano Spaziani Pereira

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Curso de Agronomia do
ICAA/CUS/UFMT, como parte das
exigências para a obtenção do Grau de
Bacharel em Agronomia.

SINOP
MATO GROSSO – BRASIL
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

B189p Ballavenuto Campanili, João Vítor.
Produtividade da soja em resposta à inoculação e co-inoculação / João Vítor
Ballavenuto Campanili. -- 2018
1 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Cassiano Spaziani Pereira.
TCC (graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto
de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop, 2018.
Inclui bibliografia.

1. Soja. 2. Nitrogênio. 3. Tecnologia. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

TÍTULO DO TRABALHO: PRODUTIVIDADE DA SOJA EM RESPOSTA À
INOCULAÇÃO E CO-INOCULAÇÃO

ACADÊMICO: João Vitor Ballavenuto Campanili

ORIENTADOR: Prof. Dr. Cassiano Spaziani Pereira

CO-ORIENTADOR:

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Cassiano Spaziani Pereira
Orientador

Prof. Dr. Ivan Vilela Andrade Fiorini
Membro

Prof. Dr. Carlos Vinicio Vieira
Membro

DATA DA DEFESA: 16/10/2018

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus e a Nossa Senhora Aparecida por ser essencial em minha vida, autores de meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia, ao meu pai João Pedro Campanili, minha mãe Ana Maria Ballavenuto Campanili e ao meu irmão Pedro Ricardo Ballavenuto Campanili.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo Dom da sabedoria e da determinação por seguir até o final.

Agradeço a minha família, meus Pais, João Pedro Campanili e Ana Maria Ballavenuto Campanili que apesar da distância, contribuíram com muito amor, carinho e incentivo para minha formação.

Aos meus amigos, que são como minha família, sempre me apoiando e ajudando nas minhas decisões.

Ao meu orientador Cassiano Spaziani Pereira , a qual sempre esteve presente me apoiando para que concluísse este trabalho, com certeza muito mais que obrigado.

Sumário

| | |
|--|-----------|
| RESUMO | 8 |
| ABSTRACT | 9 |
| 1. INTRODUÇÃO | 10 |
| 2. OBJETIVOS..... | 12 |
| 2.1 OBJETIVOS GERAIS..... | 12 |
| 3. REFERENCIAL TEÓRICO..... | 12 |
| 3.1 A CULTURA DA SOJA E SUA IMPORTÂNCIA..... | 12 |
| 3.2 FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO (FBN) | 13 |
| 3.3 INOCULAÇÃO..... | 14 |
| 3.4 CO-INOCULAÇÃO | 15 |
| 3.5 RESPOSTAS DA SOJA À PRODUTIVIDADE | 16 |
| 3.5.1 PRODUTIVIDADE DA SOJA EM REPOSTA À INOCULAÇÃO | 16 |
| 3.5.2 PRODUTIVIDADE DA SOJA EM RESPOSTA À CO-INOCULAÇÃO | 17 |
| 3.5.3 CONSIDERAÇÕES PRODUTIVIDADE INOCULAÇÃO X PRODUTIVIDADE COM CO-INOCULAÇÃO | 20 |
| 4. CONCLUSÕES..... | 21 |
| 5. REFERÊNCIAS..... | 22 |

RESUMO

A soja é a principal cultura produzida no Brasil, em grande parte pelo seu alto uso e a sua grande composição proteica do grão. Para ser possível obter elevados rendimentos para atender a demanda exigida vários fatores precisam ser levados em consideração, entre esses fatores uma é conseguir atender a demanda nutricional da cultura. Entre os nutrientes o nitrogênio é o que a soja necessita em maior quantidade sendo fornecido em grande parte pela fixação biológica de nitrogênio, por associação entre a planta e bactérias. Algumas técnicas são utilizadas para a obtenção do nitrogênio demandado, entre elas se destacam inoculação e a co-inoculação. O trabalho objetivou expor resultados em termos de produtividade ocasionados pelo uso destas técnicas. Além disso, em comparação quais as vantagens e/ou, desvantagens e considerações pertinentes. Apesar da grande variabilidade de resultados encontrados e a partir das informações levantadas constata-se melhores rendimentos produtivos com a co-inoculação se comparada à inoculação.

Palavras-chave: soja; nitrogênio; tecnologia.

ABSTRACT

Soy is the main crop produced in Brazil, in large part because of its diversity of use and its great protein composition. To be able to obtain higher yields to meet the demand demanded several factors need to be taken into account. Among these factors one is to meet the nutritional demand of the crop. Among the essential nutrients nitrogen is what soy needs in the most amount and this nutrient is supplied in large part by the biological fixation of nitrogen, an association between the plant and bacteria. Some techniques are used to obtain the necessary nitrogen, among them are inoculation and co-inoculation. The present work aimed to show results that show changes in terms of productivity caused by the use of these techniques; in addition, in comparison what are the advantages and / or disadvantages or relevant considerations. Based on the information collected, better productive yields were obtained with co-inoculation compared to inoculation. Despite this there is a great variability of results found.

KEY WORDS: soy; nitrogen; technology.

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é umas das mais importantes oleaginosas cultivadas no mundo, principalmente devido aos elevados teores de proteína (40%), óleo (20%) e pelo alto rendimento de grãos. No Brasil ela é cultivada numa grande diversidade de ambientes, englobando altas e baixas latitudes (Lopes et al., 2002).

Segundo a Conab (2018) a área plantada de soja na última safra (2017/18) apresentou incremento de 3,7%, saindo de 33.909,4 mil hectares na safra 2016/17 para 35.150, 2 mil hectares na última safra. A produção atingiu 118.985,5 mil toneladas, contra 114,075 mil observadas na safra passada, representando um incremento de 4,3%.

Para a obtenção de rendimentos elevados, diversos fatores precisam estar de acordo com as necessidades da cultura, como condições edafoclimáticas e o manejo correto. Neste, é de extrema importância o suprimento adequado de nutrientes para o desenvolvimento da cultura (BAHRY, 2011).

No caso da soja, a maior exigência nutricional é pelo nitrogênio, utilizado para as funções básicas da planta, sendo metabolizado e usado para a formação de aminoácidos, proteínas e lipídeos, exigindo, aproximadamente, 80 Kg de nitrogênio para produzir uma tonelada de grãos (SINCLAIR & DE WIT, 1975; HUNGRIA et al., 2001). A maior parte dessa demanda é suprida pela fixação biológica de nitrogênio, pela simbiose da soja com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, processo que é responsável por até 90% do N fixado naturalmente (TAIZ & ZIEGER, 2009).

A inoculação da soja com *Bradyrhizobium* é uma prática simples, barata e de elevada eficiência na fixação de N₂, evitando elevados custos com adubação nitrogenada e riscos de contaminação do ambiente por nitrato. Isso é essencial para a maior competitividade da cultura no cenário globalizado, que exige elevada produtividade de grãos para a viabilidade do cultivo da soja (THOMAS & COSTA, 2010).

Uma técnica alternativa é a co-inoculação ou inoculação mista, que consiste na utilização de diferentes microrganismos ao mesmo tempo, os quais produzem um efeito sinérgico a fim de superar resultados quando testados isoladamente (FERLINI, 2006). Dentre as bactérias do solo, as espécies *Bradyrhizobium japonicum* e do gênero *Azospirillum* têm sido extremamente importantes para a cultura da soja pois

estabelecem uma relação extremamente harmônica (simbiose) com as plantas (KUMUDINI, 2010).

A partir do exposto percebe-se a importância do conhecimento sobre tais técnicas e de estudos que possam amparar técnicos e demais profissionais do ramo na tomada de decisão sobre as melhores técnicas para se obter um melhor rendimento de nitrogênio, culminando em ganhos de produtividade.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Realizar a exposição de resultados de trabalhos na literatura que demonstrem modificações positivas e, ou, negativas no que se refere à produtividade da cultura da soja a partir da utilização das técnicas de inoculação e co-inoculação.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A CULTURA DA SOJA E SUA IMPORTÂNCIA

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é o grão produzido em maior quantidade pela agricultura brasileira. É considerada atualmente como a maior fonte de proteína utilizada na formulação de ração animal, e importante componente de produtos destinados à alimentação humana (PASTORE, 2016).

Existem registros históricos de cultivo de soja no Brasil em 1882, mas o marco principal da introdução deste grão no país foi no ano de 1901, na Estação Agropecuária de Campinas. Porém, apenas em 1914 no estado do Rio Grande do Sul, a soja se encontra numa região até então ideal para o seu desenvolvimento (EMBRAPA, 2011).

O complexo soja, ou seja, “grão, óleo e farelo”, é uma das mais importantes commodities nacionais, sendo responsável nas últimas safras pela captação de divisas no mercado internacional da ordem de US\$ 25 a US\$ 30 bilhões (ABIOVE, 2015).

Para atender a elevada demanda mundial pela soja e seus produtos, faz-se necessário o incremento do rendimento da cultura por área e de sua capacidade competitiva, ambas estreitamente relacionadas aos avanços científicos e ao maior volume de tecnologias disponibilizadas ao setor produtivo (COSTA et al., 2004).

Quanto à nutrição da soja, o nitrogênio ganha destaque como o nutriente demandado em maior quantidade. No entanto, devido à característica de fixação biológica de N, por meio de simbiose das plantas com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, nesse quesito, a cultura apresenta baixo custo de produção, sendo

de grande interesse para os agricultores, por dispensar a aplicação de fertilizantes nitrogenados (AMADO et al., 2010).

3.2 FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO (FBN)

O nitrogênio (N) é um importante nutriente muito demandado pela maioria das culturas. Sua característica de grande mobilidade no solo e sua volatilidade o torna um dos entraves à produtividade (GALVÃO, 2012). A FBN constitui a principal fonte de N para a cultura da soja. Bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, quando em contato com as raízes da soja, infectam as raízes via pelos radiculares, formando os nódulos. A FBN, dependendo de sua eficiência, pode fornecer todo o N que a soja necessita (EMBRAPA, 2011).

Os micronutrientes são importantes, pois há uma grande complexidade e interatividade, no caso, dois são de suma importância, pois assumem funções fundamentais para que ocorra a fixação biológica do nitrogênio. O Cobalto é fundamental nos processos metabólicos no interior do nódulo e importante para a formação da leghemoglobina, substância que regula a quantidade de O₂ no interior do nódulo, propiciando o funcionamento da enzima nitrogenase. O Molibdênio, faz parte do complexo da enzima nitrogenase, estando presente no centro ativo desta enzima, na falta ou com poucas quantidades compromete o processo, impedindo ou reduzindo a capacidade de transformação do nitrogênio da atmosfera à forma amoniacal (ARAÚJO, 2013).

A relação de simbiose planta-rizóbio é realizada de forma que a planta forneça carboidratos às células bacterianas, às quais fixam o nitrogênio (N₂) do ar do solo em amônia (NH₃), por meio da enzima nitrogenase e, posteriormente, é incorporado em aminoácidos precursores de proteínas. Durante este processo, os nódulos possuem coloração interna avermelhada, devido à atividade da leghemoglobina, que é responsável pelo controle dos níveis de oxigênio no interior do nódulo (COSTA, 1996; THOMAS & COSTA, 2010).

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) representa um dos principais fatores de competitividade da cultura da soja no país a exploração desta tecnologia, que é prática amplamente difundida e utilizada pelos produtores de soja no Brasil, estima-

se a economia de fertilizantes nitrogenados em três bilhões de dólares anuais (Hungria et al., 2005).

3.3 INOCULAÇÃO

O impacto do uso da inoculação sobre a estrutura de custos dos tratos culturais da soja é imenso pois a exigência da cultura gira em torno de 80 kgN.ha^{-1} para cada 1000 kg de grãos produzidos. A título de exemplificação considerando-se uma produtividade esperada para a cultura da soja girando em torno de $3,6 \text{ t.ha}^{-1}$, caso a inoculação falhe, haverá que se aplicar a lanço uma quantidade aproximada de $640 \text{ kg de ureia.ha}^{-1}$. Considerando o custo médio da uréia em $\text{R\$ } 1.200,00.\text{t}^{-1}$, haverá um aumento no custo final de $\text{R\$ } 768,00.\text{ha}^{-1}$, impactando negativamente na viabilidade econômica da produção agrícola. Além deste fato, há que se ater que o N aplicado nas culturas através de fontes minerais é extremamente solúvel em água, e muito volátil na ausência dela, ou seja, a sua eficiência é muito baixa, acarretando maiores custos de manejo, e uso de insumos nitrogenados (GALVÃO, 2012).

A inoculação com utilização de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* é muito comum não só no Brasil como no mundo, sendo uma alternativa viável para maximização da FBN para a soja.

Dentre os diversos grupos de bactérias estudadas, o *Azospirillum*, que é uma bactéria endofítica, tem se destacado na fixação biológica de nitrogênio. Além disso, apresenta antagonismo a agentes patogênicos e associa-se com diversas gramíneas (milho, trigo, sorgo, arroz, e outras) e com não-gramíneas, produzindo fito-hormônios. A inoculação com *Azospirillum* modifica a morfologia do sistema radicular pela produção de substâncias promotoras de crescimento, aumentando não apenas o número de radicelas, mas também o diâmetro das raízes laterais e adventícias, ampliando assim o volume de solo explorado e promovendo conseqüentemente ganhos em rendimento (VORPAGEL, 2010).

3.4 CO-INOCULAÇÃO

A co-inoculação em soja é uma tecnologia recente no Brasil, em sintonia com a abordagem atual da agricultura, que respeita as demandas de altos rendimentos, todavia com sustentabilidade agrícola, econômica, social e ambiental. Consiste em adicionar mais de um microorganismo reconhecidamente benéfico as plantas, visando maximizar a contribuição dos mesmos. Assim, combina uma prática já bem conhecida pelos produtores que consiste na inoculação das sementes de soja com bactérias fixadoras de nitrogênio (N), conhecidas como *Bradyrhizobium*, com o uso do *Azospirillum*, uma bactéria até então conhecida por sua ação promotora de crescimento em gramíneas (FERLINI, 2006; BÁRBARO et al., 2008; BÁRBARO et al., 2009; BÁRBARO et al., 2011; HUNGRIA et al. 2013; EMBRAPA, 2014).

A coinoculação é muito utilizada e estudada em outros países por apresentar uma ótima produtividade comparada à técnica padrão (ATIENO; HERRMANN; OKALEBO et al., 2012). Porém, apesar de a técnica apresentar altos rendimentos conforme os estudos observados acima, no Brasil ela ainda não é muito explorada (MUNHOZ, 2016).

Essa metodologia vem sendo adotada por apresentar boa produtividade e resultados melhores que cada estirpe isolada. Além de contribuir para aumento da nodulação, ela tem um ótimo efeito no crescimento radicular e pode ser utilizada tanto na semente quanto no sulco de semeadura (HUNGRIA; NOGUEIRA; ARAUJO, 2013).

Produtos à base de *Azospirillum brasilense* tem sido preconizados para co-inoculação de soja, juntamente com *Bradyrhizobium* tanto na Argentina como na África do Sul (REIS, 2007). De modo geral, ocorre a potencialização da nodulação e maior crescimento radicular, em resposta a interação positiva entre as bactérias simbióticas (*Bradyrhizobium*) e as bactérias diazotróficas, em especial as pertencentes ao gênero *Azospirillum* (FERLINI, 2006).

3.5 RESPOSTAS DA SOJA À PRODUTIVIDADE

3.5.1 PRODUTIVIDADE DA SOJA EM REPOSTA À INOCULAÇÃO

Karlec et al. (2014) em seus estudos com as cultivares de soja BS 1511 IPRO e M 6410 IPRO utilizando inoculação com as bactérias dos gêneros *Bradyrhizobium* e, ou, *Azospirillum* obteve incrementos em torno de 52,8% em produtividade, representando 1.233 kg ha⁻¹ à mais com relação à testemunha na cultivar BS 1511 IPRO. Em relação a cultivar M 6410 IPRO houve um aumento de 35,3%, resultando em ampliação de 976.3 kg há⁻¹ em relação à testemunha. Pardino e Primieri (2015) também encontraram resultados semelhantes, onde os tratamentos com inoculação se sobressaíram à testemunha que não possuía tratamento. Brandão Júnior e Hungria (2000) também encontraram ganhos em produtividade sendo de até 22,7% com a inoculação das sementes de soja, que passou de 2.555 kg ha⁻¹ sem o uso de inoculante para 3.308 kg ha⁻¹ com o uso da inoculação.

Hungria et al. (2012) obteve com a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* um aumento na produtividade da soja, em média, de 222 kg.ha⁻¹ (8,4%) em relação à testemunha sem inoculação. Nogueira et al. (2018) encontrou casos, em quatro locais do estado do Paraná, da inoculação com *Bradyrhizobium* aumentar a produtividade acima de 10% em comparação com a testemunha.

Zilli (2008) em seus estudos com inoculação por cobertura verificou uma produtividade média de mais de 2.900 kg há⁻¹, que representou cerca de 18 sacas por hectare de soja à mais em comparação ao tratamento sem inoculação.

Em experimentos conduzidos na Embrapa houve aumento de cerca de 60% na produtividade quando comparados campos plantados com sementes inoculadas e não inoculadas (SOUSA; LOBATO, 2004).

Araújo e Hungria (1999) corroboram que houve aumento na produtividade em relação a tratamentos com *Bradyrhizobium* comparados com tratamentos não inoculados.

Santos (2018) em seus estudos comparando tratamentos com inoculações e, ou, co-inoculações utilizando as bactérias dos gêneros *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*, obteve as melhores médias de produtividade com os tratamentos em que foi realizado somente a inoculação com *Bradyrhizobium*, seguido da co-inoculação com *Azospirillum*, com incremento de 25,59 e 18,50% na produtividade, respectivamente.

Em comparação com co-inoculação se têm trabalhos que mostram desempenho superior da inoculação, se comparada à co-inoculação.

Em um experimento conduzido por Bárbaro et al. (2009), afirmaram que o inoculante *Bradyrhizobium*, atuou entre rizóbios e leguminosas promovendo maior produtividade da soja e crescimento do vegetal. Se comparados os tratamentos com somente a bactéria do gênero *Bradyrhizobium* (B), com o tratamento com a B. e a *Azospirillum* e o tratamento em que há somente a bactéria *Azospirillum*, o tratamento somente com a bactéria *Bradyrhizobium* obteve melhor desempenho, com uma produtividade com média de 3354,510 kg há⁻¹, porém, sem apresentar diferença significativa entre com os demais tratamentos.

Apesar da ampla utilização da bactéria do gênero *Bradyrhizobium* também há trabalhos que demonstram o sucesso da inoculação utilizando a bactéria do gênero *Azospirillum* em comparação com a B. e também outras como a *Pseudomonas fluorescens*.

Benintende et al. (2010) encontraram resultado positivo ao inocular soja com *A. brasilense*. O aumento de produtividade foi de 118 kg ha⁻¹ em comparação a inoculação tradicional com *B. japonicum*.

3.5.2 PRODUTIVIDADE DA SOJA EM RESPOSTA À CO-INOCULAÇÃO

Há diversos trabalhos que demonstram que a técnica de co-inoculação promove um aumento no rendimento de grãos de soja.

Hungria et al. (2015) realizaram avaliação da coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* na cultura da soja em quatro locais diferentes do Brasil. Os dados mostram que a produtividade foi incrementada cerca de 7,5% em Londrina, 18,5% em Ponta Grossa, 6,5% em Rio Verde e 5,48% em Cachoeira Dourada.

Son et al. (2007) obtiveram aumento de 547 kg ha⁻¹ de grãos ao acrescentar *P. fluorescens* junto a *B. japonicum*.

Torneli et al. (2017) obtiveram com a co-inoculação uma produtividade de 3.564,60 kg há⁻¹, sendo superior à testemunha que teve uma produtividade de 3.180,60 kg há⁻¹, e superior à média do estado de São Paulo de 3.440 kg há⁻¹.

Além disso, a média geral dos experimentos apresentou incremento equivalente à 11,2% em produtividade.

Além do incremento em produtividade ser comprovado com a técnica de co-inoculação, se compararmos ela com a inoculação padrão, em que é utilizada somente uma bactéria, podemos observar vantagens em termos de rendimento.

A coinoculação na cultura da soja com uma mistura de *Bradyrhizobium elkanii*, *Bradyrhizobium diazoefficiens* e *Azospirillum brasilense* promoveu um aumento da produtividade de 11% comparado com inoculação padrão apenas com *Bradyrhizobium* (BÁRBARO; MACHADO; BÁRBARO, et al., 2009). Outro trabalho, realizado no Paraná, mostrou que a produtividade com tratamento de coinoculação (com *Bradyrhizobium diazoefficiens* e *Azospirillum brasilense*) foi maior que a inoculação padrão com *Bradyrhizobium*. Na cidade de Londrina, na safra de 2010/11, a cultura da soja teve um aumento de 243 kg ha⁻¹, e na cidade de Ponta Grossa teve-se aumento de 167 kg ha⁻¹ pelo uso da coinoculação (HUNGRIA; NOGUEIRA; ARAUJO, 2013). Segundo estudo de Mazzuchelli et al. (2014), realizado na cidade de Alvorada do Sul-PR, a coinoculação com *Bacillus subtilis* e *Bradyrhizobium* spp. promoveu um incremento de 33,96% na nodulação comparado a inoculação apenas com *Bradyrhizobium diazoefficiens*.

Segundo Araujo (2014), a coinoculação com *Bradyrhizobium diazoefficiens* e *Azospirillum brasilense*, o agricultor gasta em torno de quinze reais por hectare, porém eleva a produtividade 16% a mais sobre a média nacional (3.000 kg ha⁻¹), totalizando um aumento de 480 kg de soja, ou 8 sacos.

Hungria et al. (2015), afirmam que incrementos na cultura da soja podem ser confirmados, em relação a inoculação exclusiva de *Bradyrhizobium* e com a coinoculação de *Bradyrhizobium* mais *Azospirillum*, podendo aumentar até 7,7 % na produtividade.

Na Sérvia, Iličić et al. (2017) desenvolveram experimento para avaliar a resposta da soja a coinoculação envolvendo *B. japonicum*, *B. subtilis* e *Pseudomonas clroraphis*. A mistura resultou em uma produtividade 400 kg ha⁻¹ superior a inoculação com *B. japonicum* isolado.

Ademais, há também diferenças entre a forma com que a co-inoculação é realizada. De forma majoritária a co-inoculação é realizada na semente, porém,

também se verificam estudos que apontam rendimento da co-inoculação sendo maior se for realizada no sulco de semeadura.

Bárbaro et al. (2018) em seus estudos comparando tanto co-inoculações no sulco de semeadura como na semente, tratamentos com inoculação padrão entre outros, obteve melhores médias de produtividade com co-inoculação (utilizando *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*) no sulco de semeadura, chegando à valores de 4589 kg há⁻¹; a co-inoculação na semente resultou em uma produção de 4035 kg há⁻¹ e a testemunha ficou com 3623 kg há⁻¹.

Relatos de ensaios envolvendo a prática de co-inoculação têm mostrado uma grande variabilidade nos resultados, ou seja, desde incremento em produtividade, bem como, ausência de resposta, porque, provavelmente, as populações das bactérias existentes no solo já apresentavam estirpes eficientes e em número adequado (BIZARRO, 2008).

É o caso, por exemplo, de testes realizados por Magro (2018) em que não foi encontrado diferença em produtividade quando comparou-se tratamentos com co-inoculantes e somente inoculantes, sendo obtido diferenças somente quando se utilizou bioestimulantes junto com a co-inoculação, resultando, assim, em ganhos de produtividade em torno de 525 kg há⁻¹.

Além disso, Magro et al. (2016) em seus testes constatou que, apesar de a produtividade com a co-inoculação com *B. japonicum* e *A. brasilense* ser maior que a de inoculação com *B. japonicum*, em torno de 4452 contra 4136 kg há⁻¹, não houve diferença estatística entre os tratamentos. Hungria, Nogueira e Araujo (2015) também não observaram diferença entre a co-inoculação e a inoculação padrão.

Nos estudos de Nogueira et al. (2018), realizados em vários locais no estado do Paraná, é possível constatar essa variabilidade de resultados. A produtividade de grãos apresentou respostas à co-inoculação que variaram desde ligeiramente negativas até mais de 20% positivas. Em quatro locais os valores ficaram ligeiramente abaixo do controle não inoculado, em oito entre 0 e 5%, em nove entre 5 e 10%, e em 12 foram superiores a 10%, chegando ao máximo de 22% de aumento de produtividade.

3.5.3 CONSIDERAÇÕES PRODUTIVIDADE INOCULAÇÃO X PRODUTIVIDADE COM CO-INOCULAÇÃO

Apesar da co-inoculação se mostrar com desempenho acima da inoculação há estudos que demonstram que, se a técnica de inoculação for realizada mais de uma vez, o desempenho da soja em rendimento se equipara ao desempenho submetido à co-inoculação.

É o que afirmam Finoto et al. (2017) que, ao realizarem testes com inoculações de *Bradyrhizobium japonicum* de 3 à 5 vezes, obtiveram médias de produtividades equivalentes ou superiores à tratamentos com co-inoculações, chegando à produtividades em torno de 2271,85 e 2548,30 kg há⁻¹.

A tecnologia de inoculação e reinoculação na cultura da soja tem proporcionado ganhos estatísticos significativos a 5%, em relação ao controle sem reinoculação, os ganhos médios do uso da reinoculação a anual com *Bradyrhizobium* foram de 8,4% e Reinoculação anual + *Azospirillum* no sulco foram de 16,1% (HUNGRIA; NOGUEIRA, 2014).

Apesar de ser provado a eficiência dessas técnicas com relação ao aumento de produtividade, há também cautela por parte de autores, já que ainda não se têm comprovação plena de tal eficiência.

Dentre várias dificuldades encontradas no manejo da soja, destacam-se a falta da prática de inoculação e co-inoculação, mesmo que possa aumentar o rendimento da cultura. O que dificulta a adoção da tecnologia é a falta de informações em relação ao assunto e também que muitos produtores ainda não sabem se há viabilidade nessas práticas (HUNGRIA; NOGUEIRA; ARAÚJO, 2013).

Quando se refere à forma de realização tanto da inoculação como da co-inoculação, se é melhor ou pior na semente ou no sulco da semeadura, ou de outras formas, a variabilidade de resultados é grande, apesar de ser resultados que prevalecem positivamente algumas formas em detrimento de outras. Com a co-inoculação já foram frisados algumas afirmações de autores e com a inoculação não é diferente. Para se ter ideia, Zilli et al. (2008) em seus trabalhos alertaram para a falta de resposta no rendimento da soja quando aplicado inoculante em cobertura. Eles não recomendam substituir a inoculação das sementes por inoculação em cobertura, pois embora o rendimento de grãos de soja obtido por estes autores pela aplicação de inoculante em cobertura (2946 kg ha⁻¹) foi melhor que a testemunha

(1858 kg ha⁻¹), foi inferior ao rendimento obtido pela aplicação de inoculante na semente (3680 kg ha⁻¹).

Entretanto, independente da forma com que a inoculação e a co-inoculação é realizada, ambas as técnicas apresentam, em grande parte, melhores rendimentos em produtividade se comparados à tratamentos sem a utilização destas.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que ambas as técnicas promovem incremento de produtividade à soja.

Constatou-se que a co-inoculação resulta em melhores ganhos em produtividade se comparada à técnica de inoculação somente.

Apesar de poder atestar algumas afirmações é compreensível ressaltar a grande variabilidade de resultados encontrados tanto para a inoculação como para a co-inoculação no que se refere a produtividade da soja, sendo necessário, portanto, o contínuo estudo sobre tais técnicas associadas ao sucesso do cultivo de soja.

5. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, F. F.; HUNGRIA, M.; **Nodulação e rendimento de soja co-infectada com *Bacillus Subtilis* e *Bradyrhizobium Japonicum*/*Bradyrhizobium Elkanii***. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.34, n.9, p.1633-1643, set. 1999. Disponível em: (<https://www.embrapa.br/soja/busca-de-publicacoes/-/publicacao/463632/nodulacao-e-rendimento-de-soja-co-infectada-com-bacillus-subtilis-e-bradyrhizobium-japonicum--bradyrhizobium-elkanii>) . Acesso em: 25 set.2018.

ARAUJO, C.S; **Fixação Biológica do Nitrogênio – importância de dois micronutrientes**. Disponível em: (<http://www.anpii.org.br/fixacao-biologica-do-nitrogenio-importancia-de-dois-micronutrientes/>). Acesso em: 17 out.2018

ABIOVE. **Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Nota à Imprensa. Assessoria de Comunicação da ABIOVE**. Disponível em: (<http://www.abiove.org.br/>) Acesso em: 6 outubro de 2018.

AMADO, T.J.C.; SCHLEINDWEIN, J.A.; FIORIN, J.E. Manejo do solo visando a obtenção de elevados rendimentos de soja sob sistema de plantio direto. In: **SOJA: Manejo para alta produtividade de grãos**. THOMAS, A. L. & COSTA, J. A. Porto Alegre, p.35-80, 2010.

ATIENO, M.; HERRMANN, L.; OKALEBO R.; LESUEUR, D. **Efficiency of different formulations of *Bradyrhizobium japonicum* and effect of co-inoculation of *Bacillus subtilis* with two diferente strains of *Bradyrhizobium japonicum***. *World J Microbiol Biotechnol*. 28: 2541-2550, 2012.

Bárbaro, I. M.; Barbaro Junior, L. S.; Ticelli, M.; Machado, P. C.; M.; Miguel, F. B. Resultados preliminares da co-inoculação de *Azospirillum* juntamente com *Bradyrhizobium* em soja. **Pesquisa & Tecnologia**. v.8, n. 2, jul-dez de 2011.

Bárbaro, I. M.; Brancalião, S. R.; Ticelli, M.; Miguel, F. B.; Silva, J. A. A. (2008). **Técnica alternativa: co-inoculação de soja com *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* visando incremento de produtividade**. Artigo em Hipertexto. Disponível em:(http://www.infobibos.com/artigos/2008_4/coinoculacao/index.htm). Acesso em: 10 outubro de 2018.

Bárbaro, I. M.; Machado, P. C.; Barbaro Junior, L. S.; Ticelli, M.; Miguel, F. B.; Silva, J. A. A. Produtividade da soja em resposta a inoculação padrão e co-inoculação. **Colloquium Agrariae**, v. 5, n.1, p. 01-07, 2009.

BAHRY, C.A. **Desempenho agrônômico da soja em função da adubação nitrogenada em diferentes estádios reprodutivos**. Pelotas: UFPEL, 2011 (Dissertação de Mestrado).

BIZARRO, M. J. **Simbiose e variabilidade de estirpes de *Bradyrhizobium* associadas à cultura da soja em diferentes manejos do solo**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS. Brasil. (97p), 2008. Disponível em:

(www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/00_0664776.pdf?sequence=1). Acesso em: 9 outubro de 2018.

BRANDÃO JUNIOR, O.; HUNGRIA, M. Efeito de concentrações de solução açucarada na aderência do inoculante às sementes de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24. 2000. p. 515-526.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim grãos agosto de 2018**. Brasília, p. 1-148, outubro de 2018.

COSTA, M.M.; DI MAURO, A.O.; UNÊDA-TREVISOLI, S.H.; ARRIEL, N.H.C.; BÁRBARO, I.M.; MUNIZ, F.R.S. Ganho genético por diferentes critérios de seleção em populações segregantes de soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1095-1102, Nov. 2004.

COSTA, J. A. **Cultura da soja**. Porto Alegre: [s. n.], 1996. 233 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologia de produção de soja: Região Central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 264 p.

Ferlini, H.A. **Co-inoculación en soja (Glicyne max) con Bradyrhizobium japonicum y Azospirillum brasilense**. Santa Fé, Engormix, 2006. 6p.

GALVÃO, F. C. A. **Desempenho da cultura da soja sob diferentes recomendações de adubação: estudo de caso, fazenda Vereda, Cristalina – GO**. Monografia. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Universidade de Brasília, Unb. Brasília.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Soybean seed co-inoculation with Bradyrhizobium spp. and Azospirillum brasilense: A new biotechnological tool to improve yield and sustainability. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, p. 811-817, 2015.

Hungria, M.; Nogueira, M. A.; Araujo, R. S. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: strategies to improve sustainability. 2013 (online). **Biology and Fertility of Soils**, v. 49 p. 791–801, 2013.

HUNGRIA, M. et al. Testes de eficiência agrônômica da tecnologia de coinoculação de rizóbios e azospirillum em soja e feijoeiro. **Anais: da XVI Relare**. Londrina/PR, 2012.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. Londrina: Embrapa Soja; Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 48 p. (Embrapa Soja. **Circular Técnica**, 35; Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 13).

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J.C.; CAMPO, R.J.; GRAHAM, P.H. The importance of nitrogen fixation to soybean cropping in South America. In: WERNER, D.; NEWTON,

W.E. (Ed.). Nitrogen fixation in agriculture: forestry ecology and environment. Dordrecht: **Kluwer Academic Publishers**, 2005. p. 25 - 42.

ILIČIĆ, R. M. The enhancement of soybean growth and yield in a field trial through introduction of mixtures of *Bradyrhizobium japonicum*, *Bacillus sp.* and *Pseudomonas chlororaphis*. **Notulae Scientia Biologicae**. v. 9 (2) p. 274-279, 2017.

KARLEC, F. et al. Influência do uso de diferentes inoculantes *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* no rendimento de grãos da cultura da soja. **4º Simpósio de Agronomia e Tecnologia de Alimentos**. Santa Catarina, 2014.

KUMUDINI, S. Soybean growth and development. In: SINGH, G. **The Soybean: botany, productions and uses**. India-IND, 2010. p. 48-73.

LOPES, A.C.A.; VELLO, N.A.; PANDINI, F.; ROCHA, M. de M.; TSUTSUMI, C.Y. Variabilidade e correlações entre caracteres em cruzamentos de soja. **Scientia Agricola**, v.59, n.2, p.241-348, abr/ jun. 2002.

MAGRO, M. R. et al. Resposta da cultura da soja à coinoculação, diferentes formulações e formas de inoculação. **Anais da XXVII Reunião latinoamericana de rizobiologia**. Londrina: Hotel Sumatra, 2016. p. 298.

MUNHOZ, A. T. **Técnicas de inoculação com bactérias de fixação de nitrogênio na cultura da soja**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, 2016.

NOGUEIRA et al. Ações de transferência de tecnologia em inoculação/ coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na cultura da soja na safra 2017/18 no estado do Paraná. **Circular técnica 143**. Embrapa. Londrina/PR. 2018.

PARDINHO, J. P.; PRIMIERI, C. Produtividade da soja em relação à inoculação e coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*. **Revista Cultivando o Saber**. Ed Especial. 2015. P.109-114.

PASTORE, A. **Manejo de inoculação com *Bradyrhizobium* em associado ao tratamento fitossanitário das sementes**. 2016. 44 p. (Trabalho de conclusão de curso) - Universidade Federal do Paraná, Palotina, Paraná. 2016.

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

SANTOS, K. M. M. **Co-inoculação de *Azospirillum brasilense* e *Bradyrhizobium japonicum* na soja como estratégia para aumento de produtividade e redução do uso de nitrogênio**. Trabalho de Conclusão de curso. Faculdade evangélica de Goianésia. Goianésia/ GO, 2018.

SINCLAIR, T.R.; DE WIT, C.T. Photosynthate and nitrogen requirements for seed production by various crops. **Science**, v.189, p.565–567, 1975.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E., et al. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

THOMAS, A.L.; COSTA, J.A. Fixação biológica do nitrogênio na soja. In: **SOJA: Manejo para alta produtividade de grãos**. Porto Alegre, p.113-126, 2010.

TAIZ, L.; ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. Trad. SANTARÉM, E.R. et al., 4° ed., Porto Alegre: Artemed, 2009, p.848.

TORNELI et al. Viabilidade técnica e econômica da co-inoculação de soja no estado de São Paulo. **2º Encontro técnico sobre as culturas da soja e do milho o noroeste paulista**. Araçatuba, 14 jul. 2017.

VORPAGEL, A. G. **Inoculação de Azospirillum, isolado e associado à bioestimulante, em milho, no noroeste do RS**. Trabalho de Conclusão de curso. Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul. Ijuí, 2010.

ZILLI, J. E. Inoculação de Bradyrhizobium em soja por pulverização em cobertura. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.43, n.4, p.541-544, abr. 2008.