

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA
AGR99006 - DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Eduardo Carniel
00209337**

*Influência da reinoculação e coinoculação na produtividade de soja na região Centro-Sul
do Paraná*

Porto Alegre, setembro de 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA

**Influência da reinoculação e coinoculação na produtividade de soja na
região Centro-Sul do Paraná**

Eduardo Carniel
00209337

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do Grau de Engenheiro Agrônomo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Supervisor de campo do Estágio: Eng.º Agr.º M.Sc. Sandra Mara Vieira Fontoura
Orientador Acadêmico do Estágio: Eng.º Agr.º Dr. Cimélio Bayer

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Profa. Lúcia Brandão Franke Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia (Coordenadora)
Prof. Alexandre de Mello Kessler Departamento de Zootecnia
Prof. José Antônio Martinelli Departamento de Fitossanidade
Profa. Magnólia Aparecida Silva da Silva Departamento de Horticultura e Silvicultura
Prof. Alberto Vasconcellos Inda Junior Departamento de Solos
Prof. Pedro Alberto Selbach Departamento de Solos
Profa. Carla Andrea Delatorre Departamento de Plantas de Lavoura
Profa. Catarine Markus Departamento de Plantas de Lavoura

PORTO ALEGRE, setembro de 2018.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer aos meus pais Irene e Erineu Carniel, meus irmãos Cesar e Felipe, os quais sempre me apoiaram nas decisões e foram grandes incentivadores durante toda essa jornada. Ao restante da minha família, avós, tios (as), primos e demais membros, por me mostrarem a importância dessa profissão desde cedo, em especial aos Engenheiros Agrônomos da família, meus tios Aurélio e Paulo Pavinato, meus primos Cledimar Lourenzi, Tiago Broetto, Douglas Broetto e Rafael Carniel, que me mostraram a beleza e o amor por essa profissão me auxiliando a escolhê-la.

Aos “Escobares”, Fernando Viero, Renan C. B. Vieira, Otávio Leal, Genuir L. Denega e Luiz Antonio da Silveira, os quais me ensinaram e auxiliaram desde o primeiro semestre dentro da pesquisa e além disso do companheirismo e amizade que proporcionam durante todo esse período.

Ao “futebol de LEVE”, Alexandre P, Carlos V, Marcos S, Rogan K, Rafael R e Tiago W, foram fundamentais em momentos de descontração e coletividade dentro e fora de campo.

Aos amigos, colegas e professores, que sempre mostraram o caminho do conhecimento, tanto em trabalhos, estudos para provas e trabalhos, tornando cada aprendizado prazeroso e proporcionando discussões de assuntos polêmicos em ambientes agradáveis para o enriquecimento de todos.

A Sandra Mara Vieira Fontoura, junto ao Renato, Adão e Eder que me abriram as portas da Cooperativa Agrária e também da Fundação de Pesquisa Agropecuária (FAPA), fazendo com o que o estágio obrigatório se tornasse um aprendizado diário, me proporcionando buscar conhecimento em demais áreas além da pesquisa em fertilidade do solo dentro da FAPA, e possibilitando uma vivência de campo à qual sem esse estágio não seria possível.

Ao Professor Cimélio Bayer, pela oportunidade, sendo meu orientador durante todo o período da graduação aos quais pude obter conhecimento diversos dentro da área de Manejo e Fertilidade do solo, sendo ainda responsável por me mostrar a importância da pesquisa científica e despertar o interesse nessa linha de conhecimento que não obtinha anteriormente.

Aos colegas do Grupo de Manejo do Solo, sendo eles bolsistas de iniciação científica, mestrandos, doutorandos, pós-doutorandos, os quais compartilharam seus conhecimentos e me proporcionaram a evolução dentro da área da pesquisa, quando me deram o privilégio de acompanhar seus experimentos.

RESUMO

O estágio foi realizado na Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, a qual é uma divisão da Cooperativa Agrária Agroindustrial que tem atuação na região Centro-Sul do Paraná. A FAPA desenvolve pesquisa em diversos segmentos da produção agropecuária, focando principalmente nas culturas de grãos que são produzidas pelos seus cooperados. O objetivo principal foi agregar conhecimento dentro da pesquisa em inoculação da soja, junto ao próprio manejo dado a esta cultura à campo. Para isso, foram desenvolvidos experimentos com diferentes modos de inoculação de soja em três locais na região. Os resultados mostraram que a variação das doses de reinoculação, assim como a coinoculação, não incrementaram a produtividade da cultura da soja.

LISTA DE TABELAS

	Página
1. Síntese dos experimentos de verão da safra 2017/18 realizados pelo grupo de pesquisa em Manejo e Fertilidade do Solo da FAPA.....	16
2. Produtividade da soja em Guarapuava (FAPA), Candói e Campina do Simão (VBI).....	21
3. Avaliação do número e peso de nódulos dos três diferentes locais, com e sem reinoculação e doses de inoculante.....	22

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Produtividade de grãos nacional x produtividade de grãos da Cooperativa Agrária.....	10
2. Precipitações pluviométricas da safra 2017/18 de soja em Entre-Rios, Guarapuava.....	15
3. Coleta de plantas de soja para análise de nodulação.....	18
4. Guia para corte de raízes.....	18
5. Máquina para contagem de nódulos.....	18
6. Coletor de água das precipitações pluviométricas para análise de Enxofre.....	18

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DA REGIÃO CENTRO-SUL DO PARANÁ.....	8
2.1 Clima.....	8
2.2 Solo, relevo e vegetação	8
2.3 Aspectos socioeconômicos	9
3. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO ...	10
3.1 Cooperativa Agrária Agroindustrial	10
3.2 Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária (FAPA)	11
4. REFERENCIAL TEÓRICO DO ASSUNTO PRINCIPAL	12
5. ATIVIDADES REALIZADAS.....	15
5.1 Condução de experimentos em manejo e fertilidade do solo	15
5.2 Fitopatologia (RADAR)	200
6. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
7. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	211
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	233
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	244

1. INTRODUÇÃO

A inoculação em soja é uma importante técnica para atingir altas produtividades, visto que a cultura necessita elevadas quantidades de nitrogênio (N) devido a elevados teores de proteínas encontrado nos grãos (Mercante et al., 2002). A utilização de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* faz com que a cultura consiga ter o suporte de N necessário para seu pleno desenvolvimento. Recentemente vem sendo estudada a utilização de bactérias do gênero *Azospirillum* como alternativa para suplementação de N para a soja, visto as características dessa bactéria de poder suprir N para a planta e estimular o crescimento radicular, gerando maior área de exploração do solo, facilitando absorção dos demais nutrientes (Hungria et al., 2015). Devido a esses fatores, a Cooperativa Agrária Agroindustrial, que se situa na região Centro-Sul do Paraná, vem estudando estas técnicas dentro da sua instituição de pesquisa, a Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária (FAPA). O estágio na FAPA ocorreu do dia 8 de janeiro a 16 de março do ano de 2018, num total de 360 h. O objetivo do estágio foi verificar a influência na produtividade, número e massa de nódulos devido à aplicação de diferentes doses de inoculantes em sulco de semeadura associadas ou não com *Azospirillum* na cultura da soja na região Centro-Sul do Paraná.

2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DA REGIÃO CENTRO-SUL DO PARANÁ

2.1 Clima

O município de Guarapuava se localiza na região Centro-Sul do Paraná, e o clima da região é classificado como clima Cfb – Subtropical úmido, segundo a classificação de Koppen, sem estação seca e com geadas bastante frequentes. A média de temperatura dos meses mais quentes é inferior a 22 °C e nos meses mais frios inferior a 18 °C. A precipitação pluviométrica é elevada e bem distribuída, chegando a cerca de 1.900 mm ano⁻¹ em média (EMBRAPA, 1984).

2.2 Solo, relevo e vegetação

A região de Guarapuava está localizada no terceiro planalto fisiográfico do Paraná, com uma altitude que varia de 800 a 1200 m, com relevo suave ondulado a ondulado, onde encontra-se originalmente vegetação campestre subtropical ou floresta tropical perenifolia (EMBRAPA, 1984). Os solos são originários de rochas eruptivas da Formação Serra Geral (basalto). Suas características associadas ao clima ocasionaram altas taxas de intemperismo,

originando solos classificados como Latossolos Brunos e Nitossolos Brunos, que possuem horizonte B latossólico e horizonte B nítrico, respectivamente. Esses solos são naturalmente ácidos, com baixa capacidade de troca de cátions (CTC), altos teores de ferro e alta saturação por alumínio (EMBRAPA, 2018). Como características dessas classes de solos serem profundas (1 a 2 m), portanto, possuem boas condições físicas, possuindo alto potencial produtivo quando realizada a correção das características químicas.

2.3 Aspectos socioeconômicos

O município de Guarapuava tem uma localização estratégica devido a estar localizado à 252 km da capital e possuir rotas como à BR 277, que liga Curitiba a Foz do Iguaçu / Paraguai, sendo considerada a principal rodovia do Mercosul. Possui o entroncamento das PR 170 e 466, as quais proporcionam ligação da região Sul do País com as regiões Centro-Oeste e Sudeste. Ainda em infraestrutura, tem um aeroporto e duas ferrovias, estas de importância ampla, devido à realização de escoamentos de produtos para o Porto de Paranaguá (Prefeitura de Guarapuava, 2018).

Guarapuava possui uma área territorial de 3.178 km² (ITCG, 2017), com uma população estimada pelo IBGE (2017) de 180.364 habitantes, o que corresponde uma densidade demográfica de 56,76 hab km². A população do município é predominantemente urbana, chegando a uma taxa de urbanização de 91 % (IBGE, 2010). O índice de desenvolvimento humano (IDH) é de 0,731, sendo inferior ao IDH do estado do Paraná que é de 0,749 (IBGE, 2010).

A região Centro-Sul do Paraná, assim como o município de Guarapuava se destaca pelo segmento agrícola, com grande capacidade de produção tanto de grãos como de carne. A produção pecuária de carne bovina é destaque com um plantel de 57.000 cabeças (IBGE, 2016), sendo responsável por alimentar a planta industrial da Cooperativa Aliança, cooperativa especializada em cortes de carne de alto padrão. A produção de batata inglesa é facilmente encontrada no município, uma vez que possui uma produção anual de 78.070 t (IBGE, 2016), o que corresponde a aproximadamente 10 % da produção estadual. Entretanto, o grande destaque da agricultura de Guarapuava e região são os grãos, onde elevadas produtividades, a soja e o milho se tornaram grande parte da economia regional, sendo registrados no Centro-Sul do Paraná no ano de 2016 uma produtividade de 1.177.333 t de soja e 582.987 t de milho (IBGE, 2016). Os cereais de inverno (trigo e cevada), também possuem uma importância fundamental. Além de entrarem em um sistema de rotação de culturas que

gera benefícios ao solo, facilitando o controle de plantas indesejáveis, ciclando nutrientes, possuem uma produtividade acima dos padrões nacionais e mesmo estaduais devido à altitude e clima frio do inverno.

3. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO

3.1 Cooperativa Agrária Agroindustrial

A Cooperativa Agrária Agroindustrial foi fundada em 5 de maio de 1951, no Distrito de Entre Rios, Guarapuava – PR. Seu principal objetivo era dar suporte a cerca de 500 famílias de Suábios do Danúbio, de origem Alemã que por conflitos da Segunda Guerra Mundial estavam abrigados na Áustria. Uma comissão liderada pelo Engenheiro Agrônomo Michael Moor encontrou em terras paranaenses a nova pátria (AGRÁRIA, 2018). Atualmente a Cooperativa Agrária Agroindustrial conta com 650 associados e 1.500 colaboradores, produzindo 885.027 t de grãos (Relatório Anual, 2017), gerando um faturamento no ano de 2017 de R\$ 2,8 bi (AGRÁRIA, 2018). A produtividade de grãos dos seus cooperados é elevada, com média de 4.410, 13.704, 3.630 e 3.284 kg ha⁻¹ de soja, milho, cevada e trigo, respectivamente (Relatório Anual, 2017). Na figura 1 é possível verificar que a média da produtividade dos cooperados é superior à média brasileira.

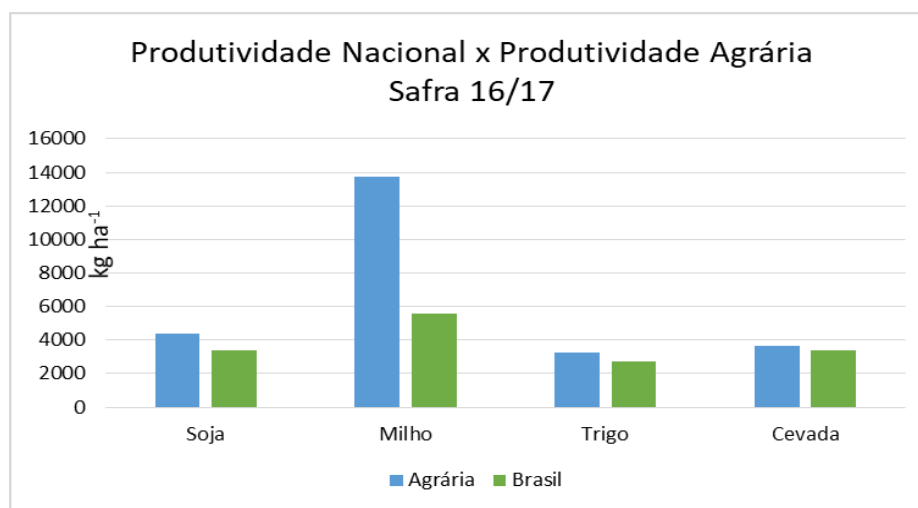


Figura 1. Produtividade de grãos nacional e produtividade de grãos da Cooperativa Agrária. Fonte: Adaptado de CONAB e Agrária.

A Cooperativa Agrária Agroindustrial conta atualmente com um ciclo produtivo completo e complexo, atuando em vários seguimentos da agricultura e indústria. A

cooperativa está dividida em áreas/setores: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária (FAPA), Agrária Malte, Agrária Farinhas, Agrária Nutrição Animal, Agrária Óleo e Farelos e Agrária Grits e Flakes. Ainda possui na parte de infraestrutura uma matriz energética, laboratório central de análises e três unidades de armazenamentos de grãos que auxiliam na logística. Os cooperados que atuam na parte animal como suínos e bovinocultura leiteira ainda contam com o suporte da Agrária para comercialização dos produtos através de destinação para indústria de intercooperação.

A cooperativa ainda possui papel social importante na região, investindo em educação, bem-estar e saúde como no Colégio Imperatriz Dona Leopoldina, Fundação Cultural Suábio-Brasileira e Hospital e Farmácia Semmelweis.

3.2 Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária (FAPA)

A Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, foi fundada em 1994, atendendo uma demanda existente por maior quantidade e qualidade de informações existentes nos mais diferentes ramos da produção de grãos. A pesquisa dentro da Cooperativa Agrária Agroindustrial já possuía caráter de importância desde as primeiras décadas de implantação da cooperativa, porém a mesma era desenvolvida de forma empírica. O aumento da demanda por informações das diferentes áreas dentro da cooperativa e dos produtos que chegavam até a parte industrial, assim como uma variabilidade que ocorria dentro da própria região de atuação da cooperativa, foram determinantes para a formação da FAPA e das diretrizes que a mesma possui.

O principal objetivo dentro da FAPA é gerar conhecimento e resultados de pesquisa para a assistência técnica que posteriormente difundem para os cooperados. Para isso, a cooperativa possui em seu quadro 11 pesquisadores, sendo estes responsáveis por resultados em suas respectivas áreas. As áreas de pesquisa dentro da fundação são divididas em milho, fitopatologia, manejo e fertilidade do solo, cevada e feijão, herbologia, entomologia agrícola, trigo, aveia e oleaginosas e inovações tecnológicas (AGRÁRIA, 2018).

Os experimentos são conduzidos em uma área própria da FAPA com aproximadamente 200 ha e também em propriedades de cooperados, conseguindo abranger as mais diferentes variações que podem ocorrer dentro da mesma microrregião. Os experimentos englobam tanto pesquisa de interesse da cooperativa, como de empresas que buscam a FAPA para gerar validação de resultados de produtos ou mesmo teste de produtos que podem vir a ser comercializados posteriormente.

Além da difusão de informação para a assistência técnica e seus cooperados, a FAPA gera publicações, treinamentos, palestras e eventos técnicos específicos como o Dia de Campo de Verão e o WinterShow, esse último considerado o maior evento de cereais de inverno do país (AGRÁRIA, 2018).

4. REFERENCIAL TEÓRICO DO ASSUNTO PRINCIPAL

A soja é uma importante commodity, atingindo na safra 2017/18 uma produção mundial de 337 milhões de toneladas em uma área plantada de 125 milhões de hectares. O Brasil é responsável por aproximadamente 35 % (117 milhões de toneladas) dessa produção, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, que corresponde a aproximadamente 36 % (119 milhões de toneladas) da produção (EMBRAPA, 2018). No Brasil a área plantada com essa cultura é de 35 milhões de hectares, o que corresponde a aproximadamente 60 % da área cultivada com grãos no país (MAPA, 2017). O estado do Paraná é o segundo maior produtor brasileiro, com uma área plantada de 5,4 milhões de hectares e uma produção de 19 milhões de toneladas (EMBRAPA, 2018).

A cultura da soja necessita grandes quantidades de N devido aos elevados teores de proteínas (cerca de 40 %) encontrados nos grãos (Mercante et al., 2002). Para suprir essa necessidade de N para a cultura as formas possíveis são através da decomposição da matéria orgânica (MO), aplicação de fertilizantes nitrogenados na forma mineral, fixação química do N_2 proveniente de descargas elétricas e pela fixação biológica de N (FBN) (Zilli et al., 2008). O processo de FBN resultante da inoculação das raízes de soja com estirpes da bactéria *Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii*, as quais através da enzima dinitrogenase transformam N_2 atmosférico em amônia (NH_3) para utilização da planta, processo que ocorre em estruturas especializadas nas raízes (nódulo). Em contrapartida, a planta fornece energia a bactéria obtida pela fotossíntese (Mercante et al., 2002). Esse processo de FBN tornou a cultura da soja economicamente viável. Estima-se que o lançamento das estirpes *Bradyrhizobium* 29W (SEMIA 5019) e SEMIA 587 na década de 80 do século passado (Peres & Vidor, 1980; Vargas & Suher, 1980) gerou uma economia de três bilhões de dólares anuais em fertilizantes nitrogenados (Hungria et al., 2005).

A FBN é sabidamente uma eficiente forma de utilização do N, porém devido a alguns fatores a FBN pode não ocorrer de forma adequada. As principais restrições para uma nodulação correta podem estar no próprio inoculante ou em práticas de manejo inadequadas, inoculantes com baixa qualidade, baixa umidade do solo no momento da semeadura,

aplicação do inoculante nas sementes de forma não recomendada, a utilização de tratamentos de sementes com fungicidas, que podem gerar toxidez às bactérias e inoculantes em final de prazo de validade (Zilli et al., 2008). Para que ocorra uma nodulação eficiente, o recomendado é que as bactérias estejam dispostas próximas ao sistema radicular, principalmente logo após a emergência das plântulas. Com isso, as bactérias possuem maior possibilidade de receber os sinais moleculares expressados pelas plantas, aumentando também as chances de infecção dos pelos radiculares, resultando na nodulação (Spaink, 1995; Hirsch et al., 2003). Quando a maioria dos nódulos se forma na coroa da raiz principal, a nodulação é considerada eficiente. Esse efeito ocorre quando há uma população de bactérias estabelecida no solo e junto com isso é realizada a inoculação na cultura da soja (Hungria & Bohrer, 2000). A quantidade de nódulos variando de 15 a 30, e massa entre 100 e 200 mg, são valores que corroboram com a eficiente absorção de N necessário para o pleno desenvolvimento de uma planta de soja (Hungria et al., 2007).

O solo quando conduzido em sistema plantio direto gera benefícios para o estabelecimento e colonização pelas estirpes dos rizóbios, caracterizado pelo não revolvimento, gerando um acúmulo de matéria orgânica através da permanência de resíduos vegetais, proporcionando diminuição nas amplitudes térmicas do solo, aumentando o teor de umidade, além de maior quantidade de fontes de carbono (Bragagnolo & Mielniczuk, 1990; Morote et al., 1990; Derpsch et al., 1991). Essa melhoria das características químicas e físicas do solo favorecem a microbiota, resultando em um estabelecimento de populações de *Bradyrhizobium* no solo. Em solo com população de rizóbios nativos ou estabelecida por sucessivas inoculações, o processo de reinoculação (inoculação em área que já havia sido inoculada em safras anteriores) pode não surtir efeitos no aumento da nodulação e no rendimento de grãos (Campos & Gnatta., 2006; Voss & Cunha., 1996, Campos., 1999; Campos et al., 2001).

A utilização de doses de inoculante acima das recomendadas é realizada com frequência por produtores como alternativa para a superação de condições adversas na semeadura, como má conservação do inoculante ou prazo de validade próximo do término (Hely, 1965; Vargas et al., 1979). Porém, essa técnica é contestada pelas características de aderência do inoculante à semente. Quando estudado diferentes doses de inoculantes turfosos aplicados em sementes as doses de 250 e 500 g 50 kg de sementes⁻¹ do inoculante turfoso possuíram a maior aderência, enquanto quando aplicados 1.000 g 50 kg de sementes⁻¹ apenas 66 % do inoculante se aderiu as sementes, sendo a semeadura deste último tratamento

dificultada pela deposição de inoculante no fundo da semeadora. Quando avaliado os resultados de produtividade, a dose de 500 g de inoculante para 50 kg de sementes apresentou maiores rendimentos (Brandão & Hungria, 2000).

Uma alternativa à inoculação de sementes de soja é a inoculação em sulco de semeadura. Essa prática ganha força, visto que a menor janela de semeadura da cultura da soja aliados à mão-de-obra cada vez mais escassa na agricultura brasileira vem fazendo com que muitos agricultores negligenciem a utilização da inoculação anualmente. A utilização do tratamento de sementes com fungicidas recomendados para diminuição dos danos que fungos patogênicos possam causar a cultura da soja, sendo recomendado também para que não haja infestação de novas áreas aonde se introduz a cultura, pode causar incompatibilidade do tratamento com a inoculação, gerando toxidez às bactérias (Andrés et al., 1998). Estudos demonstram que essa toxidez gerada pelo tratamento pode acarretar em perdas de até 80 % na produção de nódulos e, conseqüentemente, na produtividade da soja (Campo et al., 2009; Zilli et al., 2009). O processo de inoculação em sulco de semeadura é recomendado pela EMBRAPA (2008). Em um experimento, quando aplicado 3,6 milhões de células por sementes no sulco de semeadura após tratamento fitossanitário, não se observou diferença estatística de produtividade, porém a utilização de inoculante na semente junto ao tratamento fitossanitário reduziu em 20 % os rendimentos de grãos, gerando uma alternativa a inoculação quando da utilização de tratamento de sementes (Zilli et al., 2010).

Estudos com bactérias do gênero *Azospirillum* demonstraram que a sua utilização promove efeitos benéficos às culturas quando associadas. Esse processo biológico resulta em síntese de hormônios (auxinas, giberelina, citocinina e etileno) com capacidade de resistência a doenças e estresses, auxiliando na solubilização de fosfatos, e também na proliferação de pelos radiculares, sendo esses responsáveis pela absorção de nutrientes (Hungria et al., 2015; Vicario et al., 2015). A utilização dessa bactéria também se reflete na absorção de N, uma vez que possuem a capacidade de fixar N₂ atmosférico; porém a sua disponibilização para a planta não é total, fazendo com que não ocorra o suprimento de N para sanar as necessidades totais da planta (Hungria, 2011). Os estudos em leguminosas com a coinoculação (*Bradyrhizobium* + *Azospirillum*), ainda são escassos, porém os que já existem demonstraram que a coinoculação proporciona uma antecipação e aumento da nodulação, associado ao aumento de pelos radiculares, podendo resultar em um aumento da absorção de nutrientes (Vicario et al., 2015). Estudos verificaram que a coinoculação proporcionou uma maior nodulação e uma maior quantidade de N na parte aérea, quando comparados a inoculação padrão – somente

com *Bradyrhizobium* (Chibeba et al., 2015). Aliado a isso Hungria et al. (2015) verificou que o tratamento com coinoculação aplicado na cultura da soja proporcionou uma maior produtividade de grãos em relação à inoculação padrão. Portanto, a coinoculação é uma técnica viável para realização, visto que a prática de aplicação de *Azospirillum* pode ser realizada junto com a inoculação e com potencial de resposta em rendimento de grãos.

5. ATIVIDADES REALIZADAS

5.1 Condução de experimentos em manejo e fertilidade do solo

O período de estágio foi de 08 de janeiro até 16 de março de 2018, onde as culturas da safra de verão (soja e milho) já estavam instaladas no início do estágio, o que não permitiu o acompanhamento completo de todos os estádios das culturas. Além disso, as altas precipitações (Figura 2) ocorridas na estação atrasaram o ciclo das culturas, assim como a colheita, impossibilitando o acompanhamento da mesma.

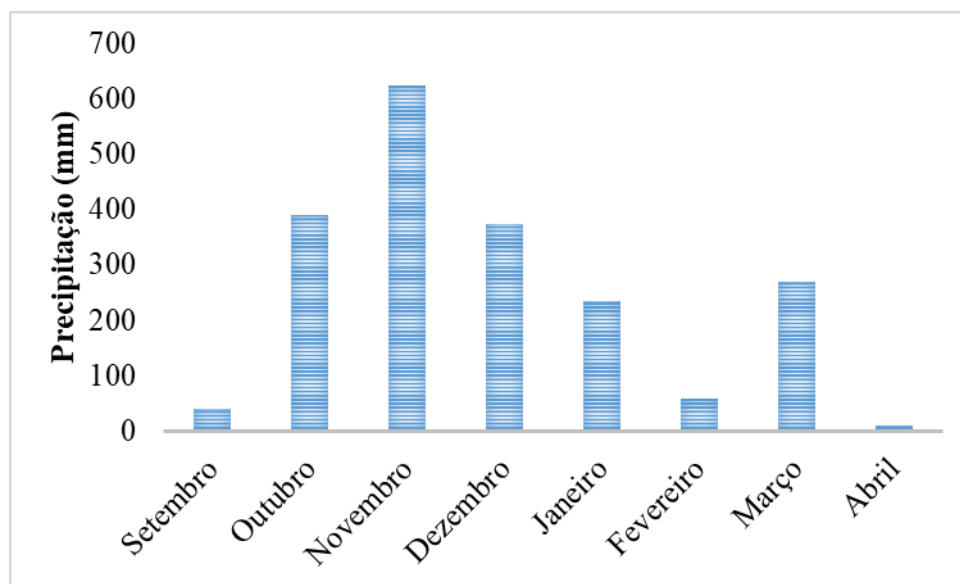


Figura 2. Precipitações pluviométricas (mm mês⁻¹) da safra 2017/18 de soja em Entre-Rios, Guarapuava. Fonte: Agrária, 2018.

As atividades realizadas durante o período de estágio se baseiam na manutenção e condução de experimentos instalados na estação do verão com o intuito de estudar o manejo e a fertilidade do solo na região de abrangência da Cooperativa Agrária Agroindustrial (Tabela 1). Os experimentos conduzidos, acompanhados e avaliados durante esse período são tanto de interesse próprio da instituição, como de interesse de projetos em convênio com instituições de pesquisa públicas ou mesmo por interesse de empresas que financiam a realização desses

experimentos com o intuito de obtenção de dados. As atividades a seguir relacionadas não estão em ordem cronológica, visto que a realização de cada uma delas pode ser de forma simultânea, ou mesmo pode interrupção de uma para realização de outra de maior enfoque momentâneo.

Tabela 1. Síntese dos experimentos de verão da safra 2017/18 realizados pelo grupo de pesquisa em Manejo e Fertilidade do Solo da FAPA.

Ensaio	Locais	Cultura
Manejo do Solo	FAPA	Soja
Calagem e pré-culturas	FAPA	Soja
Calagem e gesso	FAPA	Soja
Gesso	Goioxim	Soja
	Reserva do Iguaçu	Soja
	Candói	Milho
Enxofre	FAPA	Soja
	Candói	Soja
	FAPA	Soja
Fontes de P	Candói	Milho
	FAPA	Soja
	Campina do Simão	Soja
P Lanço	FAPA	Soja
	Candói	Milho
N empresas	FAPA	Milho
	Candói	Soja
Inoculação	FAPA	Soja
	Campina do Simão	Soja
	Pinhão	Soja

Fonte: Adaptado de Agrária, 2018.

A principal atividade realizada durante o período de estágio, apresentar nos resultados e discussão relativo ao item 6 (Resultados e Discussão), foi a realização de acompanhamento da cultura da soja e influência da inoculação, reinoculação e coinoculação na colonização das bactérias com as plantas e suas respostas em produtividade de grãos. O processo de aplicação dos tratamentos foi realizado durante o período de semeadura, não ocorrendo o acompanhamento do mesmo durante o estágio. As atividades realizadas nesses experimentos foram coleta das plantas de soja (Figura 3A), retirada do solo presente nas raízes, corte das raízes para que avaliação apenas dos nódulos da coroa (2,5 cm de largura para cada lado da raiz principal e 7,5 cm de comprimento do ponto de contato com o solo – e Figura 3B), secagem dos nódulos em estufa, determinação do número (Figura 4A) e massa de nódulos,

passagem dos valores para planilha digitalizada e análise estatística, verificando a ocorrência ou não de diferença significativa entre os tratamentos.

Durante o estágio de verão, foram acompanhados também dois projetos realizados em parceria entre a Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária (FAPA) e o Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo (PPGCS) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). O primeiro visa determinar a contribuição da FBN na nutrição de N e o balanço de N no cultivo de soja na região. Para este projeto foram coletadas plantas de soja e de plantas referências (não fixadores de N), bem como da produtividade de grãos de soja, em 24 diferentes locais da região Centro-Sul do Paraná. Os dados estão vinculados a um projeto de doutorado e, por isso, não serão apresentados aqui. O segundo projeto é vinculado à tese de doutorado de outro estudante do PPGCS da UFRGS e também não será apresentado neste TCC. O objetivo desse experimento é avaliar a entrada de Enxofre no solo via precipitações pluviométricas. Na condução deste experimento foram realizadas coletas de solos mensalmente em área da FAPA (Entre-Rios – Guarapuava, PR) e de água de precipitações pluviométricas, estas instaladas em 24 locais da região Centro-Sul do Paraná. Estes locais possuem estações meteorológicas, auxiliando nos valores de quantidade precipitada, de temperaturas e ventoa ocorrentes nos diferentes locais. O coletor de água foi desenvolvido com características próprias para a pesquisa e pode ser visualizado na Figura 4B.

As amostras coletadas que necessitavam análises em laboratórios, como a avaliação do teor de N nos tecidos vegetais, foram preparadas através de coleta, secagem, corte das plantas e embalagem para envio (laboratório especializado). Após enviadas e analisadas as amostras, obtinha-se o retorno do laboratório através do relatório de resultados, ficando sob responsabilidade do estagiário a execução da digitalização dos dados e posterior envio para o pesquisador responsável pela interpretação dos mesmos. As amostras de solo de diversas áreas que já estavam no laboratório quando do início do estágio também foram submetidas à análise, e os resultados também sofreram o mesmo processo final de digitalização e envio para o superior responsável.

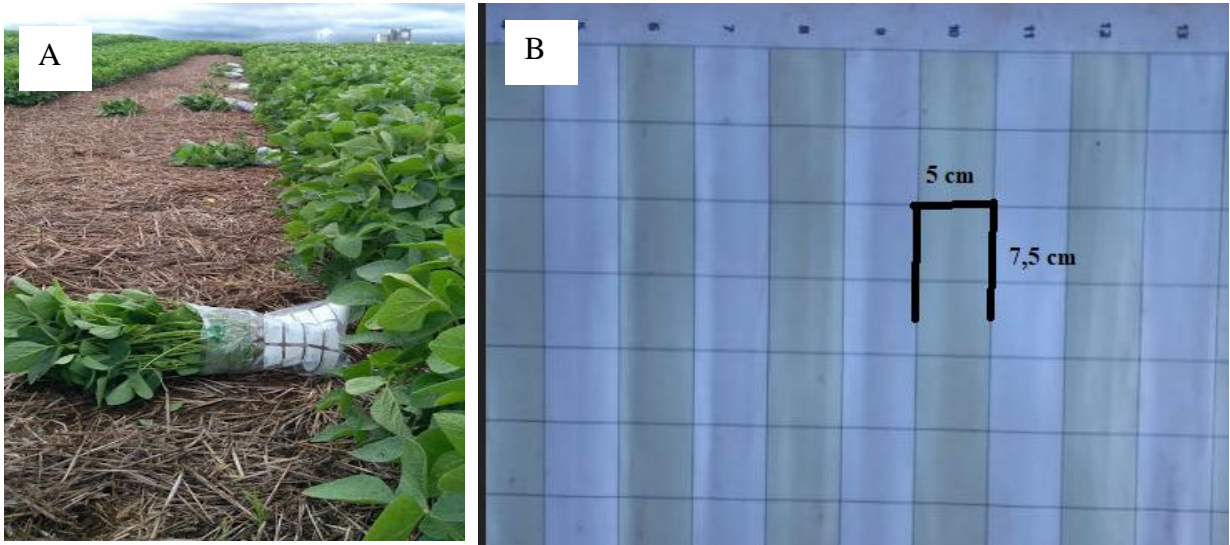


Figura 3. Coleta de plantas de soja para análise da nodulação (A) e guia para corte das raízes (B). Fonte: Eduardo Carniel.

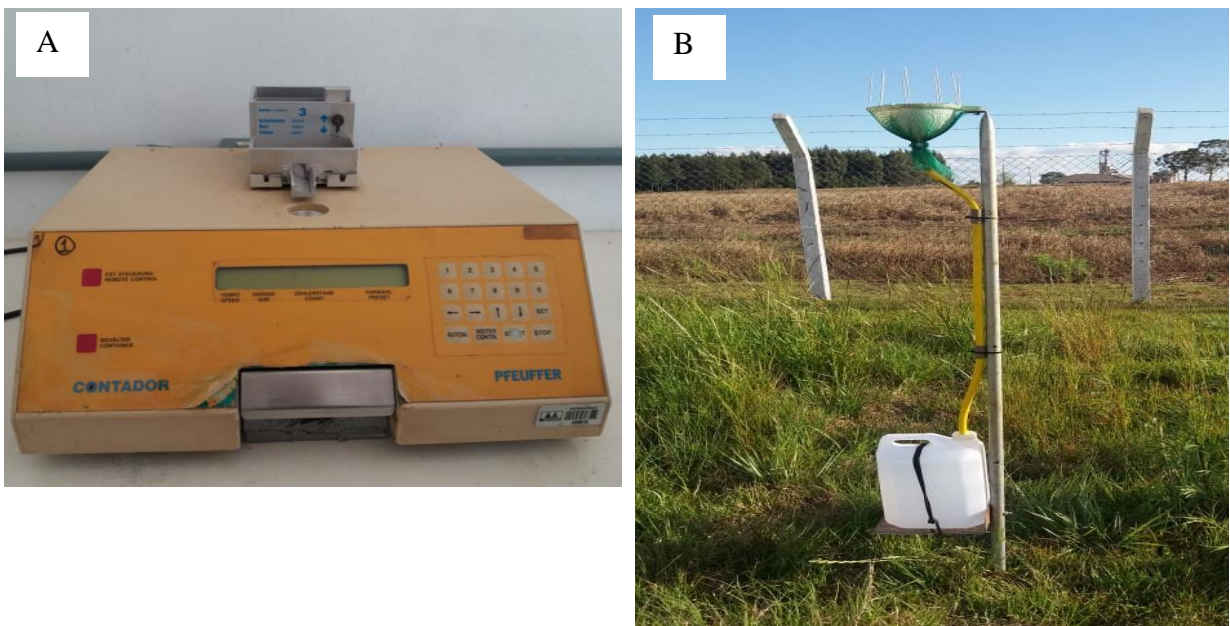


Figura 4. Equipamento para contagem de nódulos (A) e coletor de água das precipitações pluviométricas para análise de enxofre (B). Fonte: Eduardo Carniel.

Havia realização de avaliações semanais em todos os experimentos da área de manejo e fertilidade do solo. Essas possuíam caráter de identificação de anomalias, ou mesmo presença de patógenos ou insetos nas áreas que pudessem causar danos e modificar o pleno desenvolvimento da cultura. Uma vez que isso fosse identificado, os técnicos treinados e capacitados para aplicações de defensivos agrícolas executavam a operação, na qual o

estagiário não estava apto a realizá-la por não possuir requisitos de treinamento solicitados pelo setor de segurança do trabalho da Cooperativa Agrária Agroindustrial, apenas participando do acompanhamento da aplicação. As aplicações de nutrientes relativos aos experimentos com aplicação via foliar se enquadra nas mesmas regras citadas no parágrafo.

No período do verão foram realizados três eventos com o objetivo de demonstrar para o quadro de sócios, assistência técnica e a sociedade em geral a atuação da FAPA e suas diretrizes futuras. Os eventos realizados foram a Reunião de Reservas para o Período de Inverno, Rally de Conservação dos Solos e da Água e Dia de Campo de Verão. O primeiro evento teve como objetivo demonstrar dados produzidos pela FAPA na pesquisa de experimentos a campo, assim como demonstrar diretrizes para nesse caso o período de inverno, enfocando nas culturas que seriam instaladas na próxima estação produtiva. Esse evento foi dividido em dois dias: sendo o primeiro para a Assistência Técnica da Cooperativa Agrária e o segundo dia da Reunião de Reservas foi ministrado para os produtores. O Rally de Conservação do Solo e da Água é uma prova com o objetivo de enfatizar a importância de conservação destes dois atributos fundamentais para manutenção da agricultura na região, desenvolvendo o Rally pelas áreas dos cooperados da Agrária. Nessa prova o grupo da área de manejo e fertilidade do solo apresentou brevemente os benefícios da utilização do Plantio Direto (PD) e da manutenção de um alto aporte de resíduos através da diversificação das plantas de cobertura ao longo dos anos. A prova foi realizada no experimento de longa duração de PD na FAPA, onde, após a apresentação, foram realizadas três rápidas questões para observação dos entendimentos gerados e pontuados na nota final de cada participante do Rally. O Dia de Campo de Verão é o maior evento da estação, com o objetivo de demonstrar a toda comunidade os avanços gerados pela pesquisa agrícola da FAPA. O principal enfoque do evento são as tecnologias para desenvolvimento da agricultura, novas aplicações da agricultura de precisão, cultivares de soja e feijão desenvolvidas pela FAPA, comparação de cultivares tanto de soja, milho e feijão, os resultados de diferentes níveis de manejo das culturas, além de possuir estandes de empresas com diferentes enfoques. Nesse evento a atuação do estagiário se delimitou à preparação do estande no qual estava localizada a área de manejo e fertilidade do solo. No local foram instalados estandes para os palestrantes com áreas experimentais ao lado, podendo além de apresentar resultados estatísticos, demonstrar a diferença visual que ocorre quando da realização da inoculação de rizóbios nas sementes de soja, para locais aonde está técnica não é aplicada, além disso a venda de livros desenvolvidos na pesquisa da área de manejo e fertilidade do solo e já publicados.

5.2 Fitopatologia (RADAR)

Na área de fitopatologia da FAPA existe uma pesquisa denominada de RADAR, a qual possui o objetivo de verificar a incidência de moléstias que atacam a cultura da soja na estação do verão e utilizar sistemas de controle diferentes para cada tratamento, verificando a eficiência dos produtos comerciais e seu reflexo na produtividade de soja. O RADAR segue um protocolo (não apresentado, segredo empresarial), no qual são aplicados seis tratamentos em 24 áreas distribuídas dentro da atuação da Cooperativa Agrária Agroindustrial. A atuação dentro do RADAR foi o acompanhamento dos 24 locais de instalação dos tratamentos, avaliação visual da ocorrência de doenças, coleta de material (folhas de soja) para posterior análise em laboratório e acompanhamento da aplicação dos produtos controles.

6. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos com reinoculação (inoculação anual) e coinoculação (inoculação + *Azospirillum*) de soja foram conduzidos em três locais durante a safra agrícola 2016/17: Guarapuava (FAPA), Candói e Campina do Simão (VBI). A cultivar utilizada foi a BMX Apolo, semeada em 12 de novembro de 2017, com aplicação de 250 kg ha⁻¹ de P e K (0-25-25) na linha de semeadura. As parcelas experimentais foram de 25,6 m², com oito linhas da cultura e uma população 250.000 plantas ha⁻¹. O delineamento experimental foi de blocos completamente casualizados, com três repetições e arranjo trifatorial 3 × 2 × 5, sendo: três locais × com ou sem coinoculação de *Azospirillum* (100 mL ha⁻¹) × reinoculação nas doses de 0, 100, 200, 400 e 600 mL de inoculante ha⁻¹. Todos os tratamentos foram realizados no sulco de semeadura.

No estágio de desenvolvimento R1 foram coletadas cinco plantas de soja em cada parcela. O solo que circundava a raiz foi removido através de lavagem das mesmas, e posteriormente foi realizado o corte para que ficasse apenas a coroa da raiz (7,5 cm de comprimento x 2,5 cm de largura para cada lado da haste principal da raiz, Figura 3 B), local aonde maior quantidade de nódulos ativos estão localizados. Os nódulos da coroa da raiz foram secas 65 °C até atingir massa constante para posterior determinação da matéria seca e do número por planta. Além disso, ao final do ciclo da soja, foi determinado o rendimento de grãos (kg ha⁻¹), padronizado para 13 % de umidade. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (p < 0,05) e, quando esta foi significativa, as médias foram comparadas por teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade de grãos não foi influenciada pela inoculação com *Azospirillum* e/ou rizóbios, independente da dose do inoculante e do local de cultivo (Tabela 2). O número e a massa de nódulos por planta também não apresentaram diferença estatística significativa em nenhum dos tratamentos, assim como em nenhum dos locais (Tabela 3). A ausência de resposta da soja em rendimento de grãos e na nodulação das raízes indicam que a população de rizóbios pré-estabelecida no solo foi eficiente em infectar as raízes da soja e em fixar N. Efeito semelhante também já foi observado em alguns estudos no Brasil e nos Estados Unidos em locais com histórico de inoculação e cultivo de soja (Campos, 1999; Campos et al., 2001; Campos and Gnatta, 2006; De Bruin et al., 2010). Isso normalmente acontece em solos com população de rizóbios maior que 100 células g⁻¹ de solo (Thies et al., 1991). A população dessas bactérias não foi analisada no solo destes experimentos, mas a boa nodulação em todos os tratamentos (inclusive a testemunha sem inoculação) indicam que havia alta população de rizóbios no solo. Ainda, os solos da região Centro-Sul do Paraná normalmente têm boa disponibilidade de N, contribuindo para a nutrição mineral nitrogenada da cultura e, assim, podendo diminuir a resposta da soja a inoculação (Fontoura & Bayer, 2009).

Tabela 2. Produtividade da soja (kg ha⁻¹) em Guarapuava (FAPA), Candói e Campina do Simão (VBI), na safra 2017/18.

Tratamentos	Locais		
	Candói	FAPA	VBI
Coinoculação			
Sem	5.771 Aa	5.075 Ba	2.981 Ca
Com	5.761 Aa	5.118 Aa	2.618 Ba
Dose de Inoculante			
0	5.755 Aa	5.125 Aa	2.945 Ba
100	5.755 Aa	5.115 Aa	2.552 Ba
200	5.687 Aa	4.991 Aa	2.979 Ba
400	6.007 Aa	5.160 Ba	2.830 Ca
600	5.626 Aa	5.091 Aa	2.693 Ba

Letras iguais não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5 % de erro, sendo que letras maiúsculas na linha comparam locais e letras minúsculas na coluna comparam coinoculação e dose de inoculante no sulco de semeadura.

Apesar da reinoculação e coinoculação não apresentarem diferença significativa é possível verificar interação entre esses fatores com os locais: $p = 0,1680$ e $p = 0,1952$ para local \times coinoculação e local \times reinoculação, respectivamente (Perecin & Cargnelutti, 2008). Quando comparados os rendimentos de grãos de cada local dentro dos tratamentos (coinoculação e/ou reinoculação no sulco de semeadura), é possível verificar que os menores valores foram obtidos em VBI em relação aos demais locais (Tabela 2). Essa característica vem sendo observado há algumas safras agrícolas (dados ainda não publicados). As características químicas do solo em VBI, como a presença de P e K em menor quantidade que nos outros locais, podem ser fatores determinantes para o menor rendimento de grãos neste local (Vieira, 2010).

Apesar das práticas de reinoculação e coinoculação não proporcionarem diferenças estatísticas significativas na produtividade da soja, assim como no número e massa de nódulos, essas técnicas devem ser priorizadas na agricultura brasileira com o intuito de manter um estabelecimento de colônias de bactérias com potencial de fixação biológica de nitrogênio. A inoculação é uma técnica de baixo custo de realização, e a sua não utilização por longos períodos pode acarretar em redução da população de rizóbios no solo, podendo ocasionar perdas no rendimento de grãos.

Tabela 3. Avaliação do número e peso de nódulos de soja em três diferentes locais, com e sem reinoculação e doses de inoculante, na safra 2017/18.

		Número de	Peso de
		nódulos	nódulos (mg)
Locais	Candói	157.60 ^{ns}	1.01
	FAPA	161.03	1.10
	VBI	152.17	1.04
Tratamentos	Com	159.51	1.08
	Sem	154.36	1.02
	0	157.17	1.00
	100	168.78	1.19
	200	152.94	1.04
	400	156.33	1.01
	600	149.44	1.00

Número de nódulos e peso dos nódulos (mg). ns = não apresentam diferença estatística significativa quando comparados a teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estágio proporcionou grande avanço técnico-científico para elucidação dos principais efeitos da utilização da reinoculação e coinoculação no desenvolvimento da cultura da soja e os impactos que estes tratamentos proporcionam em produtividade, massa e número de nódulos, principalmente os da coroa da raiz (maior potencial fixador). Para um maior conhecimento dos efeitos que esses tratamentos proporcionam à cultura da soja, estudos avaliando a quantidade de N contido nos grãos e na parte aérea devem ser realizados, sendo uma alternativa para verificar se os tratamentos influenciam na quantidade de N exportado pela cultura ou mesmo quanto desse N pode ser reincorporado ao solo através dos restos culturais da soja. Ainda, deve-se considerar a análise da população de rizóbios no solo para confirmar se a ausência de resposta da soja está relacionada à população previamente estabelecida dessas bactérias.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRARIA – Cooperativa Agrária Agroindustrial. Relatório Anual 2017. v. 7, p 48-60, 2017. Disponível em: < http://www.agraria.com.br/relatorio_anual.php> Acesso em: 12 ju. 2018.
- AGRARIA – Cooperativa Agrária Agroindustrial. Histórico. Disponível em: <<http://www.agraria.com.br/historico.php>> Acesso em: 12 ju. 2018.
- ANDRÉS, J.A.; CORREA, N.S. & ROSAS, S.B. Survival and symbiotic properties of *Bradyrhizobium japonicum* in the presence of thiram: Isolation of fungicide resistant strains. *Biol. Fert. Soils*, 26:141-145, 1998.
- BRAGAGNOLO, N. & MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 14:369-374, 1990.
- BRANDÃO, O.J. & HUNGRIA, M. Efeito de doses de inoculante turfoso na fixação biológica do nitrogênio pela cultura da soja. *R. Bras. Ci. Solo*, 24:527-535, 2000.
- CAMPO, R.J.; ARAUJO, R.S. & HUNGRIA, M. Nodulation fixation with the soybean crop in Brazil: Compatibility between seed treatment with fungicides and bradyrhizobial inoculants. *Symbiosis*, 48:154-163, 2009.
- CAMPOS, B.C. Dose de inoculante turfoso para soja em plantio direto. *Ci. Rural*, 29:423-426, 1999.
- CAMPOS, B.C.; HUNGRIA, M. & TEDESCO, V. Eficiência da fixação biológica de N₂ por estirpes de *Bradyrhizobium* na soja em plantio direto. *R. Bras. Ci. Solo*, 25:583-592, 2001.
- CAMPOS, B.C. & GNATTA, V. Inoculantes e fertilizantes foliares na soja em área de populações estabelecidas de *Bradyrhizobium* sob sistema plantio direto. *R. Bras. Ci. Solo*, 30:69-76, 2006.
- CHIBEBA, A.M.; GUIMARÃES, M.F.; BRITO, O.R.; NOGUEIRA, M.A.; ARAUJO, R.S.; HUNGRIA, M. Co-inoculation of soybean with *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* promotes early nodulation. **American Journal of Plant Sciences**, v.6, p.1641-1649, 2015.
- DE BRUIN, J.L., PEDERSEN, P., CONLEY, S.P., GASKA, J.M., NAEVE, S.L., KURLE, J.E., ELMORE, R.W., GIESLER, J.L. and ABENDOTH. L.J. Probability of yield response to inoculants in fields with a history of soybean. *Crop Sci.* 50(1): 265–272. 2010.

- DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N. & KÖPKE, U. Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Eschborn,: GTZ, 1991.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná**. Tomo I. Londrina, EMBRAPA-SNLCS/SUDESUL/IAPAR, Boletim técnico, 414p. 1984.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, EMBRAPA Produção de Informação, Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 370 p.1999.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Tecnologia de produção de soja – região central do Brasil. Londrina, Embrapa Soja/Embrapa Cerrados/Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 280p. (Sistema de produção, 12)
- EMBRAPA. Dados econômicos. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>> Acesso em: 03 se. 2018.
- FONTOURA, S.M.V. & BAYER, C. Adubação nitrogenada para alto rendimento de milho em plantio direto na região centro-sul do Paraná. Rev. Bras. Cienc. do Solo 33(6): 1721–1732. 2009.
- HELY, F.W. Survival studies with *Rhizobium trifolii* on seed of *Trifolium incarnatum* L. Inoculated for aerial sowing. Aust. J. Agric. Res. 16:575-589, 1965.
- HIRSC, A.M.; BAUER, W.D.; BIRD, D.M.; CULLIMORE, J.; TYLER, B.; YODER, J. Molecular signals and receptors: controlling rhizosphere interactions between plants and other organisms. **Ecology**, v.84, p.858-868, 2003.
- HUNGRIA, M.; BOHRER, T.R.J. Variability of nodulation and dinitrogen fixation capacity among soybean cultivars. **Biology and Fertility of Soils**. V.31, p.45-52, 2000.
- 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.
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J. & MENDES, I.C. A importância do processo de fixação biológica de nitrogênio para a cultura da soja: Componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina, Embrapa Soja, 2007. 80p. (Documentos, 283).

- HUNGRIA, M.; **Inoculação com *Azospirillum brasilienses*: inovação em rendimento a baixo custo.** Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36p.
- 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.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/guarapuava/panorama>> Acesso em: 10 ju. 2018.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativas populacionais para os municípios. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/guarapuava/panorama>> Acesso em: 10 ju. 2018.
- ITCG. Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná. Dados geoespaciais de referência. Disponível em: <[http://www.itcg.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=8#/> > Acesso em: 10 ju. 2018.](http://www.itcg.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=8#/)
- KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra.** México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 479p.
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Culturas: Soja.** 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>>. Acesso em: 01 se. 2018.
- MERCANTE, F. B. et al. **Nutrição Nitrogenada na Cultura da Soja em Mato Grosso do Sul: Reinoculação x Adubação Nitrogenada.** Comunicado Técnico, 66. Dourados, MS. Dezembro, 2002.
- MOROTE, C.G.B.; VIDOR, C.; MENDES, N.G. & PEREIRA, J.S. Melhoria na nodulação da soja pela cobertura do solo e inoculação de *Bradyrhizobium*. R. Bras. Ci. Solo, 14:143-150, 1990.
- PERECIN, D. & CARGNELUTTI, A. F. Efeitos por comparações e por experimento em interações de experimentos fatoriais. Ciência e Agrotecnologia. Ciênc. Agrotec. Vol. 32 no.1 Lavras Jan./Feb. 2008.
- PERES, J.R.R.; VIDOR, C. Seleção de estirpes de *Rhizobium japonicum* e competitividade por sítios de infecção nodular em cultivares de soja. **Agronomia sulrigrandense**, Porto Alegre, v.16, p.205-219, 1980.

- PREFEITURA DE GUARAPUAVA. História de Guarapuava, Sobre Guarapuava. Disponível em: <<http://www.guarapuava.pr.gov.br/turista/sobre-guarapuava/>> Acesso em: 04 se. 2018.
- SPAINK, H.P. The molecular basis of infection and nodulation by rhizobia: the is and outs of symbiogenesis. **Animal Review of Phytopathology**, v.33, 9.345-368, 1995.
- THIES, J.E., SINGLETON, P.W. and BOHLOOL, B.B.E.N. Modeling Symbiotic Performance of Introduced Rhizobia in the Field by Use of Indices of Indigenous Population Size and Nitrogen Status of the Soil. *Appl. Environ. Microbiol.* 57(1): 29–37. 1991.
- VARGAS, M.A.T.; SUHET, A.R. & PERES, J.R.R. Efeitos de níveis de inoculação na simbiose e desenvolvimento da soja em um solo de Cerrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 31., Fortaleza, 1979. Anais. Fortaleza, Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 1979. p.519.
- VARGAS, M.A.T.; SUHET, A.R. Efeitos de tipos de inoculantes na soja cultivada em um solo do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.15, p.343-347, 1980.
- VIEIRA, R.C.B. Camada Diagnóstica, critérios de calagem e teores críticos de fósforo e potássio em solos sob plantio direto no Centro-Sul do Paraná. Dissertação. Dep. Solos. UFRGS. 2010.
- VICARIO, J.C.; GALLARATO, L.A.; PAULUCCI, N.S.; PERRIG, D.S.; BUENO, M.A.; DARDANELLI, M.S. Co-inoculation of legumes with *Azospirillum* and symbiotic Rhizobia. In: CASSÁN, F.D.; OKON, Y.; CREUS, C.M. **Handbook for Azospirillum: Technical issues and protocols**. Cham: Springer, 2015. p.411-418.
- VOSS, M. & CUNHA, M.H. Efeito da inoculação de estirpes recomendadas de *Bradyrhizobium* em soja, com população estabelecida dessa bactéria. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. SOJA: RESULTADOS DE PESQUISA NO CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, Passo Fundo, 1995/96. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1996. p.209-213.
- ZILLI, J. É. Et al. **Inoculação de *Bradyrhizobium* em soja por pulverização em cobertura**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.43, p.541-544. Abr. 2008.
- ZILLI, J.E.; RIBEIRO, K.G.; CAMPO, R.J. & HUNGRIA, M. Influence of fungicide seed treatment on soybean nodulation and grain yield. *R. Bras. Ci. Solo*, 39:917-923, 2009.

ZILLI, J.E.; GIANLUPPI, V.; CAMPO, R.J.; ROUWS, J.R.C. & HUNGRIA, M. Inoculação da soja com *Bradyrhizobium* no sulco de semeadura alternativamente à inoculação de sementes. R. Bras. Ci. Solo, 34:1875-1881, 2010.