

Avaliação de diferentes métodos de aplicação da Tecnologia do Consórcio Probiótico (TCP) sobre a produtividade da soja

Peterson Roberto Sedlacek^{1*}; Norma Schlickmann Lazaretti¹

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{1*} peterson@multcom.com

Resumo: O objetivo deste estudo foi avaliar diferentes métodos de aplicação da Tecnologia do Consórcio Probiótico (TCP) sobre a produtividade da soja. O experimento foi realizado no campo experimental da Fazenda Escola do Centro Universitário Assis Gurgacz – FAG, no município de Cascavel - PR, na safra 2020/2021. O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizados, com cinco repetições. Os tratamentos utilizados foram constituídos de uma testemunha denominada de T1 - Padrão da Fazenda Escola (padrão), T2 - padrão + 20% de adubação, T3 - padrão + 2 L de TCP no sulco de semeadura, T4 - padrão + 20% de adubação + 2 L de TCP no sulco de semeadura + 0,160 L de TCP no tratamento de sementes e T5 - padrão + 20% de adubação + 2 L de TCP no sulco de semeadura. As variáveis analisadas foram índice de clorofila, diâmetro do caule, altura das plantas, número de vagens, número de entrenós, número e massa seca dos nódulos no enchimento de grãos, grau de umidade dos grãos, massa de mil grãos e produtividade da soja (*Glycine max*). Foi obtida diferença significativa na altura das plantas, número de vagem por planta e número de nódulos, sendo os melhores resultados apresentados pelo padrão + 2 L de TCP no sulco de semeadura. Mesmo não apresentando diferença estatística a utilização da Tecnologia do Consórcio Probiótico (TCP) no sulco de semeadura promove incrementos numéricos na produtividade da soja. Doses adicionais de adubação nitrogenada são desnecessárias no cultivo da soja quando promovida a fixação biológica de nitrogênio.

Palavras-chave: Fixação biológica; adubação nitrogenada; *Glycine max*.

Evaluation of different methods of application of the Probiotic Consortium Technology (TCP) on soybean productivity

Abstract: The aim of this study was to evaluate different methods of application of Probiotic Consortium Technology (TCP) on soybean yield. The experiment was carried out in the experimental field of the Farm School of the Assis Gurgacz University Center – FAG, in the municipality of Cascavel - PR, in the 2020-2021 harvest. The experimental design used was a randomized block design, with five replications. The treatments used consisted of a control named T1 - Standard of the school farm (standard), T2 - standard + 20% fertilization, T3 - standard + 2 L of TCP in the seed furrow, T4 - standard + 20% of fertilization + 2 L of TCP in the sowing furrow + 0.160 L of TCP in the seed treatment and T5 - standard + 20% fertilization + 2 L of TCP in the sowing furrow. The variables analyzed were chlorophyll index, stem diameter, plant height, number of pods, number of internodes, number and dry mass of nodules in the grain filling, grain moisture content, mass of a thousand grains and soybean yield (*Glycine max*). Significant difference was obtained in plant height, number of pods per plant and number of nodules, with the best results presented by the standard + 2 L of TCP in the seed furrow. Even with no statistical difference, the use of Probiotic Consortium Technology (TCP) in the sowing furrow promotes numerical increments in soybean yield. Additional doses of nitrogen fertilization are unnecessary in soybean cultivation when biological nitrogen fixation is promoted.

Keywords: Biological fixation; nitrogen fertilization; *Glycine max*.

Introdução

Situada entre as principais culturas produzidas no Brasil, a soja (*Glycine max* L. Merrill), tem sido a protagonista no aumento da área, produção e exportação de grãos no país, tornando-se uma importante fonte de divisas para o Brasil (EMBRAPA, 2019). Levantamentos indicam um crescimento da área plantada no último ano estimado em 4,1%, atingindo 38,5 milhões de hectares. Já a produção para a safra 2020/2021, foi estimada em 135,1 milhões de toneladas, acréscimo de 8,2% em relação a produção obtida na safra passada (CONAB, 2021).

O Brasil é o país que apresenta o maior potencial de expansão da área cultivada, entre os maiores produtores de soja no mundo (Estados Unidos e Argentina), podendo multiplicar a sua atual produção e suprir boa parte da esperada demanda adicional pelo grão (GAZZONI e DALL'AGNOL, 2018). Devido aos avanços nas pesquisas e tecnologias pode-se observar que essa espécie é amplamente difundida e adaptada em todo país (EMBRAPA, 2019).

Visando elevar a produtividade, na soja a associação mutualística relacionada à absorção mineral é exercida principalmente por dois gêneros de bactérias (*Rhizobium* e *Bradyrhizobium*) (TAIZ *et al.* (2017); CRISPINO *et al.* (2001)). Estas espécies de bactérias conseguem fixar nitrogênio atmosférico, fornecendo o nitrogênio a planta, e esta oferta, compostos ricos em açúcares para as bactérias. As bactérias penetram no vegetal através dos pêlos radiculares, formando um canal de infecção, que chega até as células do córtex e provocam um aumento no número de células, formando um nódulo radicular (TAIZ *et al.*, 2017).

A inoculação e coinoculação são práticas que vem sendo difundindo de entre os produtores de soja, e de acordo com a Embrapa (2019) a fixação biológica do nitrogênio (FBN) visa a sustentabilidade da produção de soja no Brasil. A utilização traz benefício econômico para o produtor e ao ambiente, por dispensar o uso de fertilizantes nitrogenados na soja.

Uma prática alternativa para a inoculação das sementes é a aplicação das bactérias pulverizadas diretamente no sulco de semeadura, na mesma operação de distribuição da semente (ZHANG; SMITH, 1996). A aplicação no sulco pode ser indicada para condições adversas, como solos secos e quentes, ou para sementes tratadas com produtos deletérios à bactéria, como alguns fungicidas e inseticidas (RAMOS e RIBEIRO, 1993).

Entretanto, ainda são poucas as informações sobre os benefícios advindos do uso dessa prática. Alguns trabalhos avaliaram a inoculação no sulco de semeadura, com resultados que encorajam o emprego dessa técnica em ervilha (BEGUM *et al.*, 2001), feijão (RAMOS; RIBEIRO, 1993) e soja (FARIAS NETO *et al.*, 2006). Por sua vez, Greenfield (1991) verificou

que a produção de sementes e a nodulação não foram incrementadas com a aplicação no sulco de semeadura na soja.

Apesar de a inoculação ser uma prática adotada, frequentemente ocorrem casos de falha na nodulação das plantas na lavoura, especialmente em áreas de primeiro cultivo de soja, o que na maioria das vezes compromete o rendimento de grãos (EMBRAPA, 2019).

À medida que as técnicas de cultivo evoluem, as culturas requerem o desenvolvimento de novas tecnologias e práticas de manejo que almejem maiores rendimentos com menor custo de produção. A Tecnologia do Consórcio Probiótico (TCP) é um inoculante microbial composto por uma mistura de culturas de microrganismos naturalmente benéficos. Ao serem aplicados no solo, ocorre uma simbiose com a microbiota do solo, promovendo a melhoria da qualidade do solo, proteção da planta contra estresses biótico e abióticos, crescimento, culminando com possível elevação produtividade, devido a sinergia destes microrganismos solo com os TCP.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar diferentes métodos de aplicação da Tecnologia do Consórcio Probiótico (TCP) sobre a produtividade da soja.

Material e Métodos

O ensaio foi realizado no campo experimental da Fazenda Escola do Centro Universitário Assis Gurgacz – FAG, no município de Cascavel - PR, com localização geográfica de latitude 24° 56' 25" S e longitude 53° 30' 50" W, com 702 m de altitude. O solo local é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, de textura argilosa.

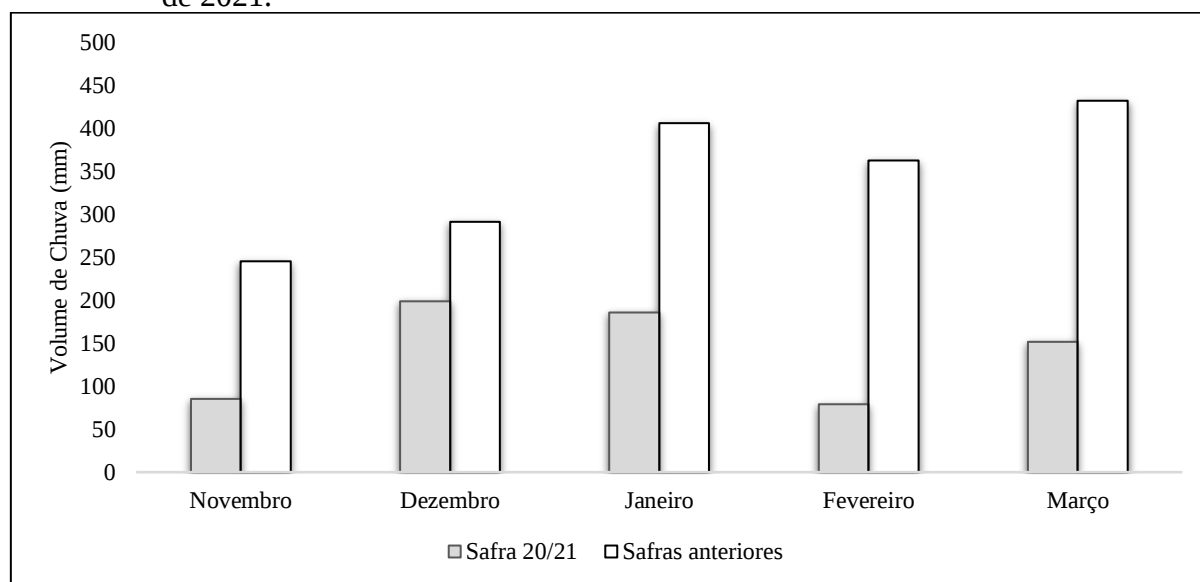
A semeadura foi realizada no dia 20 de novembro de 2020 de forma mecanizada, um dia após chuva de 28 mm (Dados obtidos da Estação Meteorológica da marca Davis®, instalada no Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz (FAG), sobre restos culturais de trigo. A cultivar de soja utilizada foi a 95R90IPRO, com tratamentos de sementes industrial (TSI) com inseticida Fipronil (250 g L⁻¹) e fungicida Fludioxonil (10 g L⁻¹) + Metalaxil (3,75 g L⁻¹), e a adubação utilizada foi NPK na proporção 2-20-18, na dose de 300 Kg ha⁻¹. A densidade de plantio foi de 15 plantas por metro linear, a qual foi reduzida para 10 plantas através do raleio. Cada unidade experimental foi composta de quatro linhas de plantio com quatro metros de comprimento com espaçamento de 0,50 m entre linhas. Sendo considerada como área útil as duas linhas centrais, totalizando quatro metros quadrados.

Durante o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo foram feitas aplicações de fungicidas (Ativum, Status e Nativo) e inseticidas (Brilhante, Prêmio, Perito, Exalt e Imidacloprid) pragas e doenças, sempre na dosagem recomendada na bula e com vazão na pulverização de 200 L por hectare.

O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizados, com cinco repetições. Os tratamentos elaborados utilizando a Tecnologia do Consórcio Probiótico (TCP) combinada com aumento da quantidade de adubação no sulco e o padrão utilizado na fazenda escola da FAG, foram constituídos de uma testemunha denominada de T1 - Padrão da Fazenda Escola (padrão), T2 - padrão + 20% de adubação, T3 - padrão + 2 L de TCP no sulco de semeadura, T4 - padrão + 20 % de adubação + 2 L de TCP no sulco de semeadura + 0,160 L de TCP no tratamento de sementes e T5 - padrão + 20% de adubação + 2 L de TCP no sulco de semeadura.

No período de condução do experimento foram coletados os dados fluviométricos da Estação Meteorológica Davis®, instalada no Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz (FAG), e estão apresentados na Figura 1.

Figura 1 - Precipitação na área do experimento entre os meses de novembro de 2020 a março de 2021.



Fonte: Estação Meteorológica da marca Davis®, instalada no Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz.

As variáveis analisadas foram índice de clorofila, diâmetro do caule, altura das plantas, número de vagens, número de entrenós, número e massa seca dos nódulos no enchimento de grãos, grau de umidade dos grãos, massa de mil grãos e produtividade.

A determinação do Índice de Clorofila foi realizada utilizando clorofilometro, em três plantas de cada parcela no estágio R6, juntamente com a determinação da altura das plantas, que foi realizada com o auxílio de uma trena graduada em centímetros.

O diâmetro do caule foi determinado no cauleto (ao nível do solo) com o uso de um paquímetro, e os resultados foram expressos em centímetro.

O número de vagens por planta e o número de entrenós foram obtidos através da contagem em dez plantas por parcela.

A avaliação da nodulação entre os diferentes tratamentos de soja foi realizada no estádio de pleno enchimento de grãos, em dez plantas por parcela. As plantas foram coletadas com o cuidado de manter as raízes, coletando-as com auxílio da pá-de-corte reto, centralizando a planta no quadro 0,4 (L¹) x 0,4 (L²) m. Posteriormente foi utilizado água corrente para limpeza do solo aderido às partes vegetais. Após drenagem do excesso de água das plantas, os nódulos contados e foram acondicionados em sacos de papel identificados com seus respectivos tratamentos e repetições. Em etapa seguinte as amostras foram levadas para secagem em estufa a 80°C por 24 horas para a obtenção da massa seca dos nódulos, que foi expressa em mg por planta.

A checagem do grau de umidade dos grãos foi realizada com a utilização de método expedito (Medidor de Umidade Gehaka – G800), conforme descrito nas Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009), e os resultados foram expressos em percentual.

Para determinar o peso de mil grãos (PMG), estas foram contadas ao acaso, manualmente, utilizando-se 8 repetições de 100 sementes para cada uma das parcelas. Foram calculados a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos valores obtidos das pesagens, segundo metodologia descrita nas RAS (BRASIL, 2009), e os resultados expressos em gramas.

No estádio de maturação plena, avaliou-se o rendimento de grãos de cada parcela, transformando-os para rendimento por hectare, sendo ambos corrigidos para a umidade de 13%.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com o auxílio do programa estatístico Sisvar 5.7 (FERREIRA, 2014).

Resultados e Discussão

O Coeficiente de Variação (CV) da maioria das variáveis avaliadas neste estudo foram menores que 10%. Apenas nas avaliações do Número do Vagens por Planta e o Número de Nódulos por Planta o Coeficiente de Variação ficou entre 10 à 20%. De acordo com Pimentel Gomes (2009) o Coeficiente de Variação menor que 10% é classificado como baixo (homocedasticidade), médio de 10 a 20%, alto de 20 a 30% e muito alto maior que 30% (heterocedasticidade).

Os resultados do índice de clorofila e diâmetro do caule apresentados na Tabela 1 demonstraram poucas variações quando submetidas a diferentes formas de manejo e utilização da Tecnologia do Consórcio Probiótico (TCP), diferentemente dos resultados obtidos na altura das plantas, onde o padrão fazenda escola apresentou a menor altura e diferiu totalmente dos tratamentos que foi utilizado a TCP.

Tabela 1 – Índice de Clorofila, Diâmetro do Caule (cm) e Altura das Plantas (cm) em função de diferentes formas de manejo e aplicação de TCP na cultura da soja. Cascavel / PR, 2021.

Tratamentos	Índice de Clorofila	Diâmetro do Caule (cm)	Altura das plantas (cm)
Padrão Fazenda Escola	45,21	0,49	89,20b
Padrão + 20% adubo	46,51	0,49	92,13ab
Padrão + TCP sulco (2 L)	45,95	0,54	93,47a
Padrão + 20% adubo + TCP sulco (2 L) + TS	47,82	0,55	93,60a
Padrão + 20% adubo + TCP sulco (2 L)	48,25	0,49	94,56a
Média	46,75	0,51	92,59
CV (%)	3,91	7,89	2,17
DMS	3,46 ^{ns}	0,08 ^{ns}	3,80*

Médias, seguidas de mesma letra, dentro de cada parâmetro, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV = Coeficiente de variação. DMS = diferença mínima significativa. TS = Tratamento de Sementes. ns = não significativo. * = significativo a 5% de probabilidade.

Os resultados de número de vagens por planta (tabela 2) se assemelham estatisticamente nos tratamentos Padrão da Fazenda Escola (68,2), padrão + 2 L de TCP no sulco de semeadura (82,44), padrão + 20 % de adubação + 2 L de TCP no sulco de semeadura + 0,160 L de TCP no tratamento de sementes (70,2), padrão + 20% de adubação + 2 L de TCP no sulco de semeadura (69,94). O Menor resultado foi obtido no tratamento padrão + 20% de adubo (66,20).

No número de nódulos por plantas o melhor resultado obtido foi no tratamento padrão + 2 L de TCP no sulco de semeadura (9,64), porém apenas diferenciando estatisticamente dos tratamentos 1 e 2. Comparando esses resultados com os obtidos por Zilli *et al.* (2010) em sementes não tratadas com fungicidas, que foram superiores a 20 nódulos por plantas e o que Hungria *et al.* (2007) como sendo o ideal para o fornecimento de N a uma planta de soja, os resultados obtidos no presente estudo são muito inferiores, porém isso devesse ao estágio em que as plantas estavam no momento da coleta dos nódulos, sendo recomendado por eles a coleta aos 35 dias após a emergências das plântulas, e neste estudo eles foram coletados em estágio de pleno enchimento de grãos.

Os resultados obtidos no tratamento padrão + 2 L de TCP no sulco de semeadura evidenciam que a inoculação no sulco de semeadura é uma alternativa para tornar compatível

o tratamento de sementes com fungicidas e a inoculação da soja. De acordo com Hungria et al. (2007), avaliações conduzidas por cinco safras revelaram que esse método de inoculação é capaz de suprir a FBN de modo semelhante ao da inoculação tradicional nas sementes da soja sem tratamento com fungicida.

O menor valor obtido neste estudo para o número de nódulos foi apresentado pelo padrão + 20% de adubo (5,98), evidenciando que a utilização da TCP favorece a nodulação na soja, e que a adubação inibe o desenvolvimento de nódulos na soja. De acordo com estudo de Crispino *et al.* (2001), a adubação nitrogenada na soja é desnecessária, seja na semeadura ou em qualquer outra fase do desenvolvimento. Estudos realizados e confirmados nos anos 80 e 90, evidenciaram que o uso de um inoculante de boa qualidade seria o suficiente para suprir todo o nitrogênio necessário para se alcançar boas produtividades (HUNGRIA *et al.*, 2007; ZILLI *et al.*, 2010).

No número de entrenós e na massa seca dos nódulos não ocorreu diferença significativa. Hungria *et al.* (2006) observaram que a aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N, no plantio, diminuiu a massa seca dos nódulos. Os mesmos autores também mostram que a aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N nos estágios R2 e R4 promoveu decréscimo na nodulação secundária, diminuindo a quantidade de nitrogênio fixado biologicamente, e afetou negativamente o rendimento de grãos.

Tabela 2 – Vagens por planta (nº), Nódulos por planta (nº) e Massa Seca dos Nódulos (mg) Entrenós (nº) em função de diferentes formas de manejo e aplicação de TCP na cultura dos soja. Cascavel / PR, 2021.

Tratamentos	Vagens por Planta (nº)	Nódulos por planta (nº)	Massa Seca nódulo (mg)	Entrenós (nº)
Padrão Fazenda Escola	68,2ab	6,90b	4,97	13,62
Padrão + 20% adubo	66,20b	5,98b	4,84	13,56
Padrão + TCP sulco (2 L)	82,44a	9,64a	5,80	13,92
Padrão + 20% adubo + TCP sulco (2 L) + TS	70,20ab	8,06ab	5,66	13,24
Padrão + 20% adubo + TCP sulco (2 L)	69,94ab	7,80ab	5,31	13,24
Média	71,40	7,68	5,32	13,52
CV (%)	11,00	16,52	9,85	6,84
DMS	14,87*	2,40*	0,99 ^{ns}	1,75 ^{ns}

Médias, seguidas de mesma letra, dentro de cada parâmetro, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV = Coeficiente de variação. DMS = diferença mínima significativa. TS = Tratamento de Sementes. ns = não significativo. * = significativo a 5% de probabilidade.

Nos resultados do grau de umidade, massa de mil grãos e produtividade não houve diferença significativa, porém observa-se que ocorreu uma variação de 7,1 sacas por hectare, ou seja, mais de 12 % de diferença entre a maior e a menor produtividade que vai de encontro ao que o produtor busca no cultivo da espécie, a maior produtividade por área cultivada. Esses

resultados corroboram com os resultados obtidos por Zilli *et al.* (2010), na safra 2007. Já no mesmo estudo realizado pelos mesmos autores, no ano de 2006, a testemunha apresentou menor rendimento em comparação com os demais tratamentos. Crispino *et al.* (2001) relatam que o incremento na adubação nitrogenada não traz incrementos a produtividade e que a fixação biológica de N é capaz de suprir toda a demanda por N que a soja requer.

Tabela 3 – Grau de Umidade (%), Massa de Mil Grãos (g) e Produtividade (kg ha⁻¹) em função de diferentes formas de manejo e aplicação de TCP na cultura da soja. Cascavel / PR, 2021.

Tratamentos	Grau de Umidade (%)	Massa de Mil Grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Padrão Fazenda Escola	10,76	141,17	3320,66
Padrão + 20% adubo	11,14	140,69	3349,60
Padrão + TCP sulco (2 L)	11,08	139,11	3703,81
Padrão + 20% adubo + TCP sulco (2 L) + TS	11,28	142,23	3476,32
Padrão + 20% adubo + TCP sulco (2 L)	11,12	140,91	3277,06
Média	11,08	140,82	3425,49
CV (%)	2,80	3,04	8,12
DMS	0,59 ^{ns}	8,10 ^{ns}	526,23 ^{ns}

Médias, seguidas de mesma letra, dentro de cada parâmetro, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV = Coeficiente de variação. DMS = diferença mínima significativa. TS = Tratamento de Sementes. ns = não significativo. * = significativo a 5% de probabilidade.

A Safra 2020/2021 foi uma safra atípica para a região, onde na época de semeadura da soja houve um regime muito reduzido de chuvas (Figura 1), e durante todo seu ciclo os índices pluviométricos continuaram baixos. O sinergismo entre a microbiota do solo, TCP e a soja ficou evidente no tratamento padrão + TCP no sulco, que trouxe uma elevação na produtividade da soja, demonstrando que a TCP pode auxiliar as plantas a passar por este estresse causado pela falta de chuvas.

Os resultados deste estudo ressaltam a importância do manejo adequado da TCP na soja, para que se evite não apenas prejuízos para a fixação biológica do nitrogênio, mas também o uso desnecessário de fertilizantes nitrogenados na cultura da soja.

Conclusões

Mesmo não apresentando diferença estatística a utilização Tecnologia do Consórcio Probiótico (TCP) no sulco de semeadura promove incrementos na produtividade da soja.

Doses adicionais de adubação nitrogenada são desnecessárias no cultivo da soja quando promovida a fixação biológica de nitrogênio.

Referências

- BEGUM, A. A.; LEIBOVITCH, S.; MIGNER, P.; ZHANG, F. Inoculation of pea (*Pisum sativum* L.) by *Rhizobium leguminosarum* bv. viceae preincubated with naringenin and hesperetin or application of naringenin and hesperetin directly into soil increased pea nodulation under short season conditions. **Plant Soil**, v. 237, p. 71-80, 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.
- CONAB COMPANHIA BRASILEIRA DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira de grãos**. v. 8. Safra 2020/2021 n. 6 – Sexto levantamento. Brasília, março, 2021. 106 p.
- CRISPINO, C. C.; FRANCHINI, J. C.; MORAES, J. Z.; SIBALDELLE, R. N. R.; LOURERO, M. de F.; SANTOS, E. N.; CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. **Adubação Nitrogenada na Cultura da Soja**. Comunicado Técnico 75. 2001. 6p.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Técnicas de inoculação de bactérias aumentam produtividade da soja**, 02/04/2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/42282400/tecnicas-de-inoculacao-de-bacterias-aumentam-produtividade-da-soja> . Acesso em: 11 de abril de 2021.
- FARIAS NETO, A. L.; HARTMAN, G. L.; PEDERSEN, W. L.; LI, S.; BOLLERO, G. A.; DIERS, B. W. Irrigation and inoculation treatments that increase the severity of soybean sudden death syndrome in the field. **Crop Science**, v. 46, p. 2547-2554, 2006.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2014.
- GAZZONI, D. L.; DALL'AGNOL, A. **Soja: quebrando recordes: CESB: 10 anos de máxima produtividade**. Comitê Estratégico Soja Brasil (CESB), 2018. 216 p.
- GREENFIELD, P. L. The influence of method of inoculation and certain herbicides on nodulation and seed yield of soybeans. **South African Journal of Plant and Soil**, v. 8, p. 119-123, 1991.
- 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, (Documentos, 283), 2007. 80p.
- HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J.C.; CAMPO, R.J.; CRISPINO, C.C.; MORAES, J.Z.; SIBALDELLI, R.N.R.; MENDES, I.C.; ARIHARA, J. Nitrogen nutrition of soybean in Brazil: contributions of biological N₂ fixation and of N fertilizer to grain yield. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 86, p. 927-939, 2006.
- MENDES, L. de C.; REIS JUNIOR, F.B.; HUNGRIA, M.; SOUSA, D. M. G.; CAMPO, R. J. Adubação nitrogenada suplementar tardia em soja cultivada em latossolos do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 8, p. 1053-1060, 2008.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. FEALQ, 2009. 451p.
- RAMOS, M. L. G.; RIBEIRO, W. Q. Effect of fungicides on survival of *Rhizobium* on seeds and the nodulation of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Plant Soil**, v. 152, p. 145-150, 1993.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

ZHANG, F.; SMITH, D. L. Inoculation of soybean (*Glycine max*. (L.) Merr.) with genistein-preincubated *Bradyrhizobium japonicum* or genistein directly applied into soil increases soybean protein and dry matter yield under short season conditions. **Plant Soil**, v. 179, p. 233-241, 1996.

ZILLI, J. É.; 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, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 34, p. 1875-1881, 2010.