

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

RENDIMENTO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE GRÃOS DE SOJA
TRANSGÊNICA E CONVENCIONAL, COM A UTILIZAÇÃO DE
INOCULANTES E ADUBAÇÃO NITROGENADA

GABRIEL PELOZO

SINOP – MT
JUNHO - 2016

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

**RENDIMENTO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE GRÃOS DE
SOJA TRANSGÊNICA E CONVENCIONAL, COM A UTILIZAÇÃO
DE INOCULANTES E ADUBAÇÃO NITROGENADA**

GABRIEL PELOZO

ORIENTADOR: PROF. Dr. WELINGTON GONZAGA DO VALE

COORIENTADORA: PROF^a. Dr^a. SOLENIR RUFFATO

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

SINOP – MT
JUNHO – 2016

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

P392r Pelozo, Gabriel.
Rendimento e qualidade pós-colheita de grãos de soja transgênica e convencional, com a utilização de inoculantes e adubação nitrogenada / Gabriel Pelozo. -- 2016
37 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Wellington Gonzaga do Vale.
Co-orientadora: Solenir Ruffato.
TCC (graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop, 2016.
Inclui bibliografia.

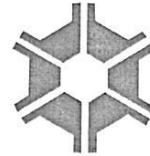
1. FBN. 2. Produtividade. 3. Glycine max. I. Título.

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.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE AGRONOMIA
Coordenador: Prof. Dr. Rogério de Andrade Coimbra



TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

TÍTULO DO TRABALHO: RENDIMENTO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE GRÃOS DE SOJA TRANSGÊNICA E CONVENCIONAL, COM A UTILIZAÇÃO DE INOCULANTES E ADUBAÇÃO NITROGENADA

ACADÊMICO: Gabriel Pelozo

ORIENTADOR: Wellington Gonzaga do Vale

COORIENTADORA: Solenir Ruffato

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA:


Wellington Gonzaga do Vale
Orientador


Solenir Ruffato
Coorientadora


Arnaldo Cesario Junior
Membro

DATA DA DEFESA: 29/06/2015

Dedico

Dedico este trabalho aos meus pais, pela minha formação educacional, por me apoiar desde o início do curso, por me darem forças para continuar, sendo pessoas tão especiais na minha vida e que me ensinaram muitas coisas. Uma delas foi que por mais que você não consiga tudo que deseja na primeira tentativa, sempre deve prosseguir, pois lá na frente quando esse caminho já estiver no final, poderá olhar para trás e sentir-se vitorioso. Dedico também a toda minha família. Dedico a todos que fizeram de mim o que sou hoje. Dedico a meus amigos pelos momentos de alegria, que lembrarei pelo resto de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelas oportunidades que me foram dadas na vida, principalmente por ter conhecido pessoas e lugares interessantes, mas também por ter vivido fases difíceis, que foram matérias-primas de aprendizado.

Ao meu pai Jacir, por todo amor e dedicação que sempre teve comigo, homem pelo qual tenho maior orgulho de chamar de pai, meu eterno agradecimento pelos momentos em que estive ao meu lado, me apoiando e me fazendo acreditar que nada é impossível, pessoa que sigo como exemplo, pai dedicado, amigo, batalhador, que abriu mão de muitas coisas para me proporcionar a realização do curso.

A minha mãe Dalva, por ser tão dedicada e amiga, por ser a pessoa que não demonstra os seus sentimentos, mas que me apoia e acredita na minha capacidade, meu agradecimento pelas horas em que ficou ao meu lado não me deixando desistir, mostrando que sou capaz de chegar onde desejo, sem dúvida foi quem me deu o maior incentivo para conseguir concluir esse trabalho.

Ao meu irmão Rodrigo pela amizade e companheirismo de sempre. Agradeço por nunca deixar de me apoiar e me incentivar nas decisões da vida.

Aos meus avós Luiz (em memória) e Maria e Herminio (em memória) e Balvina, a quem devo parte do que tenho e do que sou, agradeço a dedicação, o apoio e amor recebidos. Agradeço principalmente por terem criado minha principal inspiração que foram meus pais.

A todos os meus colegas do curso de Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus Sinop*, que, por muitas vezes foram meus professores, pela oportunidade de convívio com as mais diferentes figuras, de diferentes lugares, possuidores de peculiaridades que o decoro não me permite descrever, mas que me fizeram compreender a importância da vivência para a construção do sujeito.

Agradeço, em especial, aos meus colegas, que hoje posso chamar de amigos (Alan Bérnago, Anderson Barzotto, Jaqueline Silva, Ana Paula Zaiatz, Ricardo A. De Toni, Renato Melegari, Camila Rocco, Julia Donato, Igor Binsfield, Gislaine Oliveira), que desde o início estiverem presentes, sejam em momentos de alegrias, tristezas, desentendimentos, bebedeiras, brincadeiras, sempre permaneceram ao meu lado. A vocês, aproveito esse espaço, pra desejar meus sinceros parabéns, por serem essas pessoas maravilhosas e agora engenheiros agrônomos.

A todos os meus professores que são os maiores responsáveis por eu estar concluindo esta etapa da minha vida, compartilhando a cada dia os seus

conhecimentos conosco. Principalmente ao meu orientador Professor Dr. Wellington Gonzaga do Vale, e minha coorientadora Professora Dr^a. Solenir Ruffato.

À Universidade Federal de Mato Grosso que, pública e gratuita, me ofereceu oportunidade de concretizar o Bacharelado em Agronomia. A essa instituição, devo minha vida acadêmica e meu crescimento intelectual, cultural e político.

Obrigado a todos vocês por participarem desta minha etapa, foram vocês que direta, ou indiretamente me forneceram condições para me tornar o profissional e homem que sou.

Sumário

RESUMO	10
ABSTRACT.....	11
1 - INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 A cultura da soja	14
2.2 Aspectos de cultivo da soja.....	15
2.3 Fixação biológica de nitrogênio (N).....	16
2.4 Tipos de inoculantes	17
2.4.1 Fatores que interferem na nodulação e na fixação do N ₂	18
2.5 Adubação nitrogenada na cultura da soja	19
2.6 Qualidades de grãos.....	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Localização e características da área experimental	21
3.2 Delineamento experimental.....	21
3.3 Tratos culturais e semeadura.....	23
3.4 Características pós-colheita avaliadas	24
3.4.1 Determinação do teor de água dos grãos (%):	24
3.4.2 Massa de 1.000 grãos (g): d.....	24
3.4.3 Massa Específica Aparente (kg m ⁻³):	24
3.4.4 Massa Específica Real (kg m ⁻³) e Volume dos Grãos (mm ⁻³):.....	25
3.4.5 Germinação (%):	26
3.4.6 Envelhecimento acelerado (%):	26
3.5 Análise Estatística.....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 Avaliação da precipitação	27
4.2 Produtividade.....	28
4.3 Qualidade Física de Grãos.....	30

4.4 Qualidade Fisiológica.....	32
5 CONCLUSÕES	34
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	35

RESUMO

O nitrogênio (N) é o nutriente em maior quantidade absorvido pela cultura da soja, podendo ser fornecido para a cultura através de bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, presente em inoculantes. Mundialmente, a soja é o principal produto para produção de óleos, ração para animais e até alimentação humana, desta forma a qualidade dos grãos produzidos é de extrema importância. Assim, teve-se por objetivo com este estudo determinar o rendimento, e propriedades físicas e fisiológicas de grãos, em função da utilização de diferentes tipos de inoculantes e adubação nitrogenada, em cultivares de soja transgênica e convencional. Foi utilizado delineamento de blocos em acaso com duas cultivar (convencional e transgênica), quatro repetições e testados quatro tratamentos: 1) inoculante turfoso; 2) inoculante líquido; 3) adubação com N mineral ($240 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$) e 4) sem inoculante e sem fertilizante nitrogenado. As variáveis analisadas foram: produtividade (kg ha^{-1}), umidade (%), massa de 1.000 grãos (g), massa específica real (kg m^{-3}), massa específica aparente (kg m^{-3}), germinação (%) e envelhecimento acelerado (%). Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os resultados demonstram que a inoculação de soja com inoculantes líquidos e turfosos, proporcionou expressivo aumento na produtividade de grãos. A cultivar convencional apresentou produtividade superior a da cultivar transgênica. Para a soja convencional o inoculante turfoso mostrou-se eficiente, uma vez que foi constatada uma maior massa de 1.000 grãos e maior massa específica real. Já o inoculante líquido apresentou valores elevados quando avaliado na soja transgênica, já que se obteve maiores valores para massas específica aparente e real, número de grãos germinados tanto no teste de germinação quanto no teste de envelhecimento acelerado. Desta forma, pode-se sugerir a utilização da cultivar convencional inoculada com o inoculante turfoso, afim de garantir alta produtividade podendo representar uma alternativa ao uso da soja transgênica.

Palavras – chaves: FBN, Produtividade, *Glycine max*.

ABSTRACT

Nitrogen (N) is the nutrient in larger amount absorbed by the soy crop, it can be supplied to the culture by bacteria of the genus *Bradyrhizobium*, present in inoculants. Worldwide, soybean is the main product for the production of oils, animal feed and even human consumption, so the quality of the grain produced is of extreme importance. Hence, it was aimed with this study to determine the yield, and physical and physiological peculiarity of grains, depending on the use of different types of inoculants and nitrogen fertilizer in transgenic and conventional soy cultivars. It was used block design at random with two cultivars (conventional and transgenic), four repetitions and tested four treatments: 1) peaty inoculant; 2) liquid inoculant; 3) fertilizing with mineral N (240 kg ha⁻¹ N) and 4) without inoculate and without nitrogen fertilizer. The variables analyzed were: productivity (kg ha⁻¹), humidity (%), mass of 1,000 grains (g), real specific bulk (kg m⁻³), apparent specific bulk (kg m⁻³), germination (%) and accelerated aging (%). The data were subjected to analysis of variance by F test and averages were compared by Tukey test at 5% probability. The results show that soy inoculation with liquid and peaty inoculants, provided a significant increasing in grain productivity. The conventional cultivar showed higher productivity than the transgenic cultivar. For the conventional soy the peaty inoculant was efficient, since it was noted a greater bulk of 1000 grains and larger actual specific bulk. In turn the inoculant showed high values when assessed in transgenic soy, as it had higher values for the apparent specific and real bulks, number of sprouted grains both in the germination test and the accelerated aging test. Therefore, it can be suggested the use of the conventional cultivar inoculated with peaty inoculant in order to ensure high productivity that may represent an alternative to the use of transgenic soybeans.

Key - words: BNF, Productivity, Glycine max.

1 - INTRODUÇÃO

Para safra 2015/2016, estima-se que para a produção brasileira de grãos será de alcance 196,5 milhões de toneladas. Esse decréscimo equivale a 5,4%, ou 11,2 milhões de toneladas, em relação à safra 2014/15, que foi de 207,7 milhões de toneladas. Desse total a soja é responsável por 47,36 % da produção, chegando aproximadamente a 99 milhões de toneladas. O Mato Grosso participa com 24,42 % da produção nacional de grãos, com uma estimativa de 28 milhões de toneladas de soja (CONAB, 2016).

A cultura da soja é bastante exigente no que diz respeito à adubação, o nitrogênio (N) é o nutriente absorvido em maior quantidade pela cultura. Durante o seu desenvolvimento, a cultura com alto potencial produtivo absorve mais de 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio, e grande parte deste nutriente é fornecido às plantas por bactérias introduzidas através de inoculantes. O restante do nitrogênio absorvido pela cultura da soja deve ser suprido pelo solo. Devido a isto, é essencial a realização de boas práticas de manejo, principalmente as que elevem os teores de matéria orgânica, e garantam a sua sustentabilidade. A melhor forma de garantir a disponibilidade de nitrogênio à soja é a inoculação correta das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* (INFORMAÇÕES AGRONOMICAS, 2002).

Segundo Malavolta (2002), o Fósforo (P) é de particular importância para a produção de soja. Em nossos solos, geralmente pobres desse elemento, grandes quantidades de fertilizantes fosfatados são necessárias para obtenção de elevados rendimentos, pois ele proporciona bom desenvolvimento do sistema radicular, influenciando, portanto, em todo o desenvolvimento da planta, e conseqüentemente no rendimento dos grãos, e favorece também o desenvolvimento das bactérias fixadoras de nitrogênio. O potássio (K) de uma maneira geral, não tem sido responsável por aumentos de rendimentos, mas seus efeitos são sentidos na maior retenção da vagem na haste, na redução da deiscência, na melhoria da qualidade das sementes e na maior resistência da planta a doenças.

Mundialmente a soja é considerada, a principal fonte de produção de óleos e proteínas vegetais, que são utilizadas para alimentação humana e animal (MANARA, 1988); e atualmente, consiste em um dos produtos de maior importância na economia brasileira, destacando-se na oferta do óleo para consumo interno, na dieta animal como principal fonte protéica, bem como, na pauta de exportação do país (SEDIYAMA et al., 1993).

Com base nesses aspectos, objetivou-se com este trabalho determinar a produtividade e propriedades físicas e fisiológicas do grão, em função da utilização de diferentes tipos de inoculantes e adubação nitrogenada, no cultivo de soja transgênica e convencional.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da soja

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é cultivada pelo mundo todo, sendo muito diferente das ancestrais que lhe deram origem. Eram plantas rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia. Sua domesticação foi realizada na China onde cientistas faziam cruzamentos naturais entre espécies selvagens. O registro mais antigo data de 2838 a.C. do herbário PEN TS' AO KONG MU na China (PIROLLA; BENTO, 2008).

Até o término da guerra entre a China e o Japão, no século XIX, a produção de soja ficou restrita à China. Apesar de ser conhecida e consumida pela civilização oriental por milhares de anos. Devido ao seu alto teor de óleo e proteína do grão a cultura da soja começa despertar interesse econômico de multinacionais, mas as tentativas de introduzir a cultura em alguns países fracassaram, provavelmente, devido às condições climáticas desfavoráveis. Em meados de 1970, o Brasil saía com vantagens em produzir soja, pois o escoamento da safra ocorreria na entressafra americana, quando os preços atingem maiores cotações. Desde então, o país passou a investir em tecnologia para adaptação da cultura às condições brasileiras, a partir de então, permitiu que o grão fosse plantado com sucesso, em regiões de baixas latitudes (EMBRAPA, 2014).

No Mato Grosso a primeira safra comercial data de 1977/78, com uma área plantada de 5.566 hectares e uma produção colhida de 7.269 toneladas, sendo concentrada sua produção no distrito de Taquari, município de Alto Araguaia. A partir daí a produção aumentou significativamente, ultrapassando 1 (um) milhão de toneladas em 7 (sete) anos. Esta rápida evolução se deve ao fato de que quando a soja chegou ao estado havia cultivares e sistemas de cultivo adaptados a região, o que não havia ocorrido nos outros estados; e pela dependência do estado à cultura arroz (BONATO; BONATO, 1987).

Apesar da baixa nos preços internos da saca de 60 kg, o mercado nacional, não teve desvalorização igual ao mercado internacional, devido à alta do dólar frente ao real e o pouco produto no mercado interno. As exportações brasileiras de soja em grão, em Janeiro e Fevereiro de 2016 foram maiores quando comparado com o mesmo período de 2015, mas inferior a 2014. O montante envolvido na exportação de soja é de US\$ 862,9 milhões de dólares americanos (CONAB, 2016).

Para a safra 2015/16, a CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) vislumbra uma produção média de 95,6 milhões de toneladas. Para o Brasil a

estimativa é de que sejam esmagados de 40 milhões de toneladas, valor muito próximo ao ano de 2014, de 39,93 milhões de toneladas, segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA). A indústria nacional transforma, por ano, cerca de 40 milhões de toneladas de soja, produzindo 7,8 milhões de toneladas de óleo comestível e 30,8 milhões de toneladas de farelo proteico, contribuindo para a competitividade nacional na produção de carnes, ovos e leite (CONAB, 2016)

2.2 Aspectos do cultivo da soja

A disponibilidade de água é importante, principalmente, em dois períodos de desenvolvimento da soja: germinação-emergência e floração enchimento de grãos. Na fase inicial ela necessita de, no mínimo 50% do seu peso em água para ter uma boa germinação, ou a água no solo não deve exceder a 85% do total máximo e nem inferior a 50%. A necessidade de água pela cultura vai aumentando conforme seu desenvolvimento, atingindo a máxima necessidade no seu florescimento e enchimento de grãos, sendo necessária de 7 a 8 mm dia⁻¹ de água disponível, a faixa de temperatura para o bom desenvolvimento das plantas está entre 20° e 30° C. Temperaturas que afetam o desenvolvimento vegetativo da soja estão abaixo dos 10° C, onde o desenvolvimento se torna baixo ou nulo, e acima de 40° C onde ocorrem problemas de floração e retenção de vagens. Para se obter o rendimento máximo da cultura é necessário de 450 a 800 mm durante o ciclo, dependendo do clima, manejo e ciclo da cultura (EMBRAPA, 2014).

Com relação ao manejo do solo, no estado de Mato Grosso, este é realizado por meio do sistema de cultivo mínimo, que possui como característica a manutenção de uma cobertura permanente sobre o solo, através da ausência de preparo do solo. A adubação, é uma prática agrícola que consiste em adicionar nutrientes ao solo na quantidade que a planta exige e que o solo pode fornecer, acrescentando-se uma quantidade a mais, pois pode ser perdida (MALAVOLTA, 1989), normalmente a adubação é realizada, a lanço antes do plantio e com complementações na linha de plantio. Pode-se destacar que para uma boa adubação é necessária uma correta análise de solo e uma contínua correção de acidez da área (MALAVOLTA et al., 1992). A inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio dos gêneros *Bradyrhizobium* e *Rhizobium*, são comumente utilizadas na cultura da soja atualmente, devido ao grande teor de proteína apresentado nos grãos de soja, a quantidade de nitrogênio (N), requerido pela cultura são de extrema importância (HUNGRIA, et al., 2001).

Segundo Marcos Filho (1980), uma população de sementes de soja está madura quando aproximadamente 95% das sementes atingem a coloração amarela e apresentam hilo heterocromo, ou seja, coloração diferente do tegumento.

2.3 Fixação biológica de nitrogênio (N)

Para suprir a demanda de nitrogênio (N) pelas espécies leguminosas, particularmente na cultura da soja, o nitrogênio pode ser obtido do solo, por meio da decomposição da matéria orgânica, da fixação química do N₂ em descargas elétricas, dos fertilizantes nitrogenados, e ainda, por meio da fixação biológica do nitrogênio (FBN), que ocorre pela associação simbiótica com estirpes de bactérias pertencentes ao gênero *Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii*. A fixação biológica é a mais relevante para a cultura da soja tanto do ponto de vista econômico, quanto ecológico (VIEIRA NETO et al., 2008).

No solo, estimuladas por substâncias orgânicas exsudadas pela raiz da soja, as bactérias multiplicam-se na rizosfera da planta, entrando em contato com diversos pêlos radiculares. Simultaneamente, ocorre a adesão das bactérias à epiderme dos pêlos absorventes, quando então, sinais moleculares são estabelecidos entre planta e bactéria hospedeira. Esses sinais moleculares estão relacionados à substâncias químicas exsudadas pela raiz de soja que ativam o gene da nodulação da bactéria, determinando a infecção das raízes e a conseqüente formação dos nódulos (CÂMARA, 2000).

Um dos principais fatores de competitividade da cultura da soja é a fixação biológica de nitrogênio (FBN). Com 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. Os nódulos radiculares, centros de fixação, assimilação e exportação do nitrogênio fixado, são formados após as bactérias entrarem em contato e penetrarem nas raízes da planta hospedeira, via células radiculares pilosas ou outras células epidérmicas (HUNGRIA, et al., 2005).

Segundo Campos (1999), a soja é uma leguminosa que possui alto nível de fixação de N₂, quando bem nodulada, sendo capaz de apresentar produções de até 4 t ha⁻¹ sem o uso de fertilizantes nitrogenados.

Bactérias fixadoras de nitrogênio (“rizobios”) com alta eficiência simbiótica, aliadas a práticas culturais adequadas, resultou na independência da cultura da soja em relação aos fertilizantes nitrogenados. A fixação ocorre em nódulos nas raízes

onde as bactérias se estabelecem e captam o gás N₂ do ar e o transformam em N-amoniacal, que é fornecido à planta. Estima-se que para cada 1.000 kg de grãos de soja sejam necessários 80 kg de N, que pode ser totalmente fornecido pela fixação biológica, mesmo em áreas cultivadas há longa data com soja, a reinoculação garante incrementos (NOGUEIRA et al., 2014).

No Brasil, a Fundação de Pesquisas Agronômicas do Rio Grande do Sul (FEPAGRO) é o órgão oficial distribuidor de estirpes de rizóbio dessas duas espécies para uso nas indústrias produtoras de inoculantes: *Bradyrhizobium elkanii* SEMIA 587 e SEMIA 5019 e *Bradyrhizobium japonicum* SEMIA 5079 e SEMIA 5080 (FEPAGRO, 1999).

Assim como o tratamento fungicida, a inoculação das sementes de soja com *Bradyrhizobium* é rotineiramente utilizada, pois o cultivo da soja depende, dentre vários fatores, da simbiose planta-rizóbio, já que estas bactérias fixadoras de nitrogênio em condições propícias podem suprir todo o nitrogênio requerido pelas plantas (PEREIRA et al., 2010). A inoculação para a cultura da soja é uma prática indispensável em área de primeiro ano de cultivo dessa leguminosa. Todavia, a aplicação tradicional, via semente, nem sempre é eficiente, principalmente pela aplicação conjunta de fungicidas, inseticidas e micronutrientes, além do rizóbio, os quais contribuem para causar toxidez às bactérias e danos às vezes irreversíveis às sementes (VIEIRA NETO et al., 2008).

Uma alternativa para reduzir efeitos negativos e viabilizar a inoculação, seria a aplicação de rizóbio no sulco de semeadura, na mesma operação de distribuição das sementes, no momento da instalação da lavoura de soja. Essa prática baseia-se no fato de que o rizóbio de soja apresenta facilidade de se estabelecer no solo e sobreviver com os substratos orgânicos disponíveis (WILLIAMS, 1984).

Para que haja uma boa FBN na cultura, a inoculação pode ser realizada através de inoculantes turfosos e líquidos, onde se exige, segundo a legislação brasileira, que tenha uma concentração mínima de 1×10^9 células viáveis por grama ou ml do produto, ou seja, a dose a ser aplicada deverá fornecer 1,2 milhões de células por semente (HUNGRIA et al., 2001).

2.4 Tipos de inoculantes

Os inoculantes turfosos predominam no Brasil, cuja origem está na coleta de solos aluviais orgânicos e ácidos. Estes são peneirados e corrigidos com calcário, visando a elevação do pH para próximo da neutralidade. A produção do inoculante

ocorre em caldo bacteriano, que é injetado na dose de 50 mL para cada 150 g ou 200 g de turfa peneirada. Existem inoculantes turfosos à base de turfa esterilização, em geral, é feita por irradiação (BIZARRO, 2004)

Segundo Hungria et al. (2001), o inoculante turfoso é o melhor veículo para o rizóbio, visto que a turfa é rica em matéria orgânica, devido a decomposição de material vegetal, porém a turfa deve apresentar textura fina, baixo teor de argila e isenta de areia. Além de ser um ótimo veículo, ela fornece proteção física as bactérias, e permite maior sobrevivência em condições de estres hídrico e temperaturas elevadas, devido a sua alta capacidade de reter água.

É importante ressaltar que devido a sua baixa aderência com as sementes faz-se, necessário o uso de uma substancia adesiva, podendo ser utilizado goma arábica ou por ser facilmente encontrado recomenda-se, uma solução açucarada. A importância dessas propriedades adesivas, consta que 90% do inoculante fica aderido à semente (HUNGRIA et al., 2001).

A oferta de outros tipos de inoculantes vem crescendo. Já são encontrados no mercado inoculantes líquido, onde o mesmo é apenas um substrato líquido, que se encontram as bactérias (CÂMARA, 1998).

Levando para o lado da comodidade e redução do desgaste das máquinas, agricultores preferem utilizar formulações líquidas. Para serem comercializados como inoculantes líquidos o MAPA exige comprovação de eficiência agrônômica, apresentando nodulação e rendimentos de grãos comparados aos obtidos com inoculante turfoso. As moléculas protetoras de rizóbio que estarão na formulação é que darão o desempenho do inoculante líquido (HUNGRIA et al., 2001).

A operação de inoculação deve ser dimensionada e programada para evitar desperdícios. O ambiente de inoculação deve ser ventilado e sombreado. Deve-se evitar uso de saco de fertilizantes como recipiente para inoculação, pois a concentração salina residual presente nestes sacos é suficiente para matar as bactérias. Para que ocorra o devido contato e aderência do inoculante sobre a superfície da semente, a operação deve ser feita na dosagem certa, promovendo a mistura de forma manual ou mecânica (BIZARRO, 2004).

2.4.1 Fatores que interferem na nodulação e na fixação do N₂

Entre os principais fatores que restringem a resposta da soja à inoculação, destacam-se a acidez do solo. Solos ácidos e com baixa fertilidade são comuns em áreas de primeiro ano de cultivo e conseqüentemente apresentam concentrações

tóxicas de alumínio, essas condições podem determinar problemas para a planta, para a bactéria e para a simbiose. A temperatura é outro fator que interfere na fixação biológica do nitrogênio (FBN), temperaturas de solo superiores a 35° C, determinam baixa nodulação, principalmente se as estirpes utilizadas não são aptas para tal condição. O estresse hídrico também pode interferir no crescimento e sobrevivência do rizóbio, na formação e longevidade do nódulos e nas funções do nódulo (BIZARRO, 2004).

Câmara (1998) afirma que o desempenho da FBN é melhor quando o solo está próximo da neutralidade. Solos ácidos podem ser corrigidos por meio de calagem, a qual, além de corrigir a acidez do solo, fornece cálcio para o crescimento radicular e uma das formas de reduzir a temperatura do solo é a manutenção de palha na superfície, que ainda ajuda reter umidade promovendo melhores condições á nodulação da soja e protegendo o solo contra a erosão.

2.5 Adubação nitrogenada na cultura da soja

Sendo assimilada com maior rapidez, os fertilizantes nitrogenados podem ser utilizados no cultivo da soja, mas a um custo elevado. Os fertilizantes nitrogenados passam por um processo industrial, onde o gasto dessas fontes energéticas não – renováveis, é estimado em seis barris de petróleo por tonelada de NH_3 sintetizados. O custo elevado da utilização dessa adubação, ocorre devido a sua baixa eficiência de utilização pelas plantas, onde raramente passará dos 50% (HUNGRIA et al., 2001).

Todas as formas de nitrogênio mineral influenciam negativamente a fixação do N_2 e afetam diversos aspectos da simbiose leguminosa/rizóbio. Concentrações de NH_4^+ (maior igual 1,0 mM) têm efeito negativo sobre número e peso de nódulos e atividade da nitrogenase em varias espécies de leguminosas, além disto, a exudação de flavonoides responsáveis pela sinalização e pela infecção das bactérias nas raízes também são afetados por NH_4^+ (SCHUH, 2005).

Apesar de existirem trabalhos mostrando efeitos diferenciados, tanto positivos quanto negativos do nitrogênio mineral sobre a nodulação, os efeitos inibitórios do nitrato sobre a simbiose leguminosa/rizóbio em concentrações acima de 1,5 mM são claramente aceitos. O uso de adubação nitrogenada também possui potencial para causar efeitos adverso como fito-toxidez, podendo ainda ocorrer volatilização da amônia e acúmulo de nitrato no solo (GRAHAM ; VANCE, 2000).

2.6 Qualidades de grãos

O grão é considerado de alta qualidade quando apresenta os seguintes atributos: baixo teor de água, baixo índice de impurezas e matérias estranhas, baixo nível de infestação insetos-pragas, baixa contaminação por fungos e bactérias, isenção de micotoxinas, alto valor nutritivo, baixa susceptibilidade à quebra, elevada massa aparente e elevado índice de germinação (EMBRAPA, 2014).

Teor de água, volume, massa específica e a porosidade são parâmetros básicos e de extrema importância para os estudos das condições de secagem e armazenagem de produtos agrícolas e, conseqüentemente, possibilitando em um melhor controle de perdas na qualidade do material até o momento de sua comercialização (RIBEIRO et al., 2002).

Segundo Maciel et al. (2005), não basta somente o produtor adotar medidas para melhorar o controle de qualidade de sementes, é necessário também dispor de condições de armazenamentos de grãos que sejam eficientes para atender os rígidos critérios impostos pelos órgãos de inspeção sanitária nos padrões internacionais, ou caso contrário o país corre um grande risco de sua produção não ser exportada ou até mesmo comercializada no mercado interno.

Conforme Pabis et al. (1998), a massa específica pode ser definida como a razão entre a massa e o volume ocupado por determinado produto. Este conceito aplicado à massa e volume de apenas um grão determina a massa específica real ou unitária. A aplicação do conceito para uma determinada massa ou quantidade de produto estabelece a definição da característica massa específica aparente ou granular.

O teste que mais se utiliza para se avaliar o potencial fisiológico de sementes é o de germinação, como também a qualidade de grãos. Tendo como objetivo do teste de germinação é obter informações sobre a qualidade fisiológica de um lote de sementes, ou comparar a qualidade entre lotes (TERASAWA, 2008; MARCOS FILHO et al., 1987).

A qualidade dos grãos pode ser definida como o somatório de todos os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários (VIEIRA, 1980).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e características da área experimental

O experimento foi realizado no município de Sinop-MT, na safra agrícola de 2014/15, entre os meses de novembro e março, em uma área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso. O solo é classificado como latossolo vermelho-amarelo distrófico e foi preparado de maneira convencional. Situada nas coordenadas 12°07'53" S e 53°35'57" O.

O clima da região é do tipo tropical quente e úmido (Aw, segundo classificação de Köppen). A precipitação média anual é de 1.900 mm. Este tipo climático predominante do centro-norte do Estado é caracterizado pela presença de duas estações bem definidas: uma chuvosa, no período de outubro a abril e outra seca de maio a setembro, e pela pequena amplitude térmica anual, e por temperaturas e umidades elevadas: com médias anuais oscilando entre 24° e 27° C, sendo os meses de setembro e outubro os mais quentes com temperaturas máximas ao redor de 36° C.

Para a caracterização químicas e granulométricas, foram coletadas amostras de solos com uma sonda, em quatro pontos aleatórios dentro da área experimental, em duas profundidades, 0-20 e 20-40 cm. Foram coletadas 4 amostras simples para obtenção da amostra composta da área, as análises de composição química e textural do solo foram realizadas nos Laboratórios de Análises Físicas e Químicas de Solo da empresa Perfil Agroanálises, em Sinop-MT, de acordo com manual de métodos de análise de solo (EMBRAPA 1997).

3.2 Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi em blocos em acaso, em esquema fatorial 4x2 (sendo 4 tratamentos de sementes com inoculantes e 2 cultivares, sendo uma convencional outra transgênica) com 4 repetições, totalizando 32 parcelas. Cada parcela foi constituída por 5 linhas de 4 m de comprimento, e com espaçamento de 0,50 m entre linhas.

Foram utilizadas duas cultivares: AS 3820 IPRO (Transgênica) e, M-SOY 8866 (Convencional).

A cultivar AS 3820 IPRO (Agroeste), uma variedade transgênica, com diferenciais como precocidade, resistência ao Nematóide de cisto raças: 1, 3, 6, 9 e 10. O ciclo precoce de 112 – 118 dias, possibilita o plantio da safrinha de milho e

sorgo em áreas com presença de nematoides de cisto, com uma altura de 80 cm, a variedade possui um grau de maturação de 8.2 (AGROESTE, 2015).

A cultivar M-SOY 8866, uma variedade convencional, com grau de maturação 8.8, sendo suscetível aos nematoides de cisto e nematoides da galha (*M. Incognita* e *M. Javanica*). A sua exigência de fertilidade é média, possuindo um hábito de crescimento moderado. possui ciclo moderado de 130 dias, e hábito de crescimento determinado (M- SOY, 2015).

Na Tabela 1 são descritos os tratamentos que foram utilizados na experimentação a campo.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos avaliados no experimento a campo.

Tratamento	Descrição
1	Sementes com inoculante turfoso
2	Sementes com inoculante líquido
3	Sementes sem inoculante e com 240 kg ha ⁻¹ de N
4	Sementes sem inoculante e sem fertilizante nitrogenado

No Tratamento 1 foi utilizado o inoculante turfoso, cujas as estirpes presentes são SEMIA (Seção de Microbiologia Agrícola) 5079 e 5080, ambas pertencentes à espécie *Bradyrhizobium japonicum*, na concentração bacteriana de 6x10⁹ UFC/ml de inoculante, sendo 200 gramas do inoculante para 50 kg de semente. Devido a sua composição, para obter uma maior homogeneização e aderência é necessário acrescentar solução açucarada (10%), (recomendações descritas pelo fabricante do produto).

No Tratamento 2 quanto a inoculação do produto líquido, cujas as estirpes presentes são SEMIA 5079 e 5080, ambas pertencentes à espécie *Bradyrhizobium japonicum*, na concentração bacteriana de 6x10⁹ UFC/ml de inoculante, a inoculação do não-turfoso (líquido) foi aplicada diretamente na semente, na dose de 100 ml para cada 50 kg de semente (recomendações descritas pelo fabricante do produto).

No Tratamento 3 foram utilizados 240 kg ha⁻¹ de N, na forma de ureia, onde foram parcelados em duas aplicações: a 1^o aplicação de 120 kg ha⁻¹ foi colocada junto com a semeadura das parcelas, a 2^o aplicação foi feita 35 DAE (Dias Após Emergência) na linha.

O Tratamento 4 foi o Tratamento Controle, sem aplicação de inoculantes ou fertilizante nitrogenado.

3.3 Tratos culturais e sementeira

O preparo da área foi realizado em Setembro de 2014 com a aplicação de 1,5 toneladas por hectare, de calcário filler (calcário com rápida disponibilidade para correção da acidez do solo), logo em seguida a incorporação com a gradagem.

Para o controle de plantas daninhas foram aplicados herbicidas sistêmicos e não seletivos N-fosfometil glicina, na dosagem de 0,5 L ha⁻¹ juntamente com Haloxifop-R Ester Metílico outro herbicida sistêmico com a dosagem de 0,5 L ha⁻¹, após o controle de daninhas ocorreu a sementeira.

A sementeira foi realizada manualmente, com densidade de 13 sementes por metro linear para obtenção de população de 260.000 plantas por hectare.

A correção do solo foi baseada na análise de solo (Tabelas 2 e 3), elevando a saturação de bases (V%) 60%.

Tabela 2 – Caracterização química do solo da área experimental.

Amostra	Macronutrientes											
	pH	pH	P	K	K	Ca	Mg	Al	H	H + Al	C	M.O
	(H ₂ O)	(CaCl ₂)	mg/dm ³	-----cmol/dm ³ -----							g/dm ³ ----	
0 – 20	6.1	5.3	2.11	19	0.05	2.51	1.34	0	4.79	4.79	NS	34
20 – 40	5.5	4.8	1.88	21	0.05	1.34	0.88	0.05	5.56	5.61	NS	27

Tabela 3 – Caracterização química do solo da área experimental.

S (Soma de base)	T (CTC pH 7,0)	V (Soma de base)	m	Saturação por Elemento (%)					Relação			
cmol/dm ³	%	%	%	K	Ca	Mg	H	Al	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	CA + Mg/K
3.9	8.7	44.846	0	0.6	28.8	15.4	55.2	0	1.9	50.1	26.7	76.9
2.3	7.9	28.77	2.16	0.6	17.0	11.1	70.6	0.63	1.5	26.8	17.5	44.3

Tabela 4 - Caracterização granulométrica do solo da área experimental.

Areia	Silte	Argila
-----g/dm ³ -----		
341	197	462
279	176	545

Foram aplicados 500 kg ha⁻¹ do formulado de fertilizante 00-18-18 para correção, correspondendo à recomendação por hectare de 90 kg de P₂O₅ e 90 Kg de K₂O. Posteriormente, na semeadura foram aplicados 350 kg ha⁻¹ do mesmo formulado. Após 20 dias de emergência foi efetuado a adubação de cobertura com 60 kg ha⁻¹ de KCl de forma manual.

3.4 Características pós-colheita avaliadas

Foi colhido todo o material da área útil da parcela (8 m²). Após ser colhido manualmente e debulhado em trilhadora, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel kraft e transportadas para o Laboratório de Pós-Colheita para avaliação dos seguintes parâmetros: pesagem das amostras, teor de água, massa de 1.000 grãos, massa específica aparente, germinação, envelhecimento acelerado, tamanho e forma dos grãos, de acordo com as metodologias a seguir descritas:

3.4.1 Determinação do teor de água dos grãos (%): foi realizada pelo método direto, representado pela perda água contida nos grão, extraída em forma de vapor pela aplicação de calor sob condições controladas. As amostras foram pesadas colocadas em recipientes próprios e levadas para estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 105° C, por 24 horas. O cálculo da umidade foi realizado através da massa perdida após a secagem. Foram realizadas três repetições por amostra, conforme recomendações descritas nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

3.4.2 Massa de 1.000 grãos (g): determinada de acordo com metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL 2009), sendo 8 (oito) repetições de 100 (cem) grãos coletados aleatoriamente e pesados em balança de precisão. Em seguida calculou-se a média e multiplicou-se por 10 (dez).

3.4.3 Massa Específica Aparente (kg m⁻³): foi utilizado um cilindro de capacidade de 1 L, com amostras isentas de impurezas e quebrados. Para acomodação uniforme dos grãos, a altura de queda no cilindro foi controlada em 15 cm. Foram feitas três repetições por amostra. O volume coletado no cilindro da balança foi pesado em balança semi-analítica. A quantificação da massa de grãos por volume foi transformada para kg m⁻³.

3.4.4 Massa Específica Real (kg m^{-3}) e Volume dos Grãos (mm^3): para obtenção destes parâmetros procedeu-se com a determinação do volume e a massa unitária dos grãos. Primeiramente obteve-se das medidas dos 3 (três) dimensões do grão (Figura 1). Foram coletados ao acaso 20 (vinte) grãos medindo-se cada dimensão do mesmo com o auxílio de um paquímetro digital obtendo-se o diâmetro médio do grão pela Equação 01.

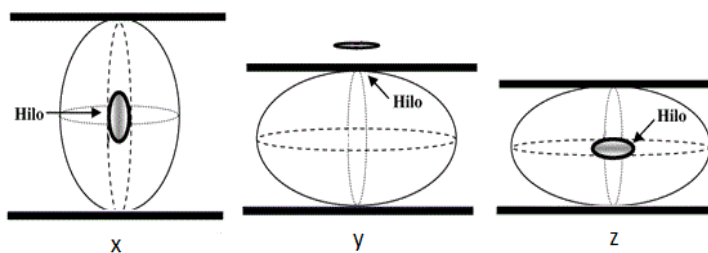


Figura 1. Desenho esquemático do grão de soja com suas dimensões características. x - eixo transversal ao cotilédone do grão; y - eixo paralelo ao cotilédone do grão (mm); z - eixo longitudinal ao cotilédone do grão.

$$\bar{\varnothing} = \frac{\left(\frac{x+y+z}{10}\right)}{3} \quad \text{Eq. 01}$$

Para obtenção do volume do grão (mm^3) considerou-se que o mesmo aproxima-se da forma geométrica de uma esfera, foi calculado a partir da Equação 02.

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3 \quad \text{Eq. 02}$$

Em que:

V - volume do grão (cm^3);

R – raio do grão (cm).

Os grãos foram pesados em balança semi-analítica com precisão de 0,001 g. Na sequência fez-se a relação da massa pelo volume do grão obtendo a massa específica real, devidamente calculada em kg m^{-3} .

3.4.5 Germinação (%): foram avaliados 200 (duzentos) grãos distribuídos em 4 (quatro) repetições de 50 (cinquenta) grãos dispostos em papel germitest umedecidos com água destilada e colocadas para germinar em câmara de germinação sem luz e com temperatura de 25° C, efetuando-se a contagem de grãos germinados normais após 7 (sete) dias (BRASIL, 2009).

3.4.6 Envelhecimento acelerado (%): realizado usando 200 (duzentos) grãos, distribuídos em 4 (quatro) repetições de 50 (cinquenta) grãos, acondicionados sobre tela dentro de caixas plásticas tipo gerbox, contendo 40 (quarenta) mL de água destilada. As caixas foram devidamente tampadas e colocadas em estufa incubadora, tipo B.O.D, a 42° C por 72 horas (KRIZYANOWSKI et al., 1991). Após o envelhecimento, os grãos foram colocados para germinar, conforme metodologia descrita já, e calculando-se a porcentagem de grãos germinados, conforme recomendações descritas nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

3.5 Monitoramento das condições ambientes.

Pela estação meteorológica instalada no *Campus* de Sinop da Universidade Federal de Mato Grosso.

3.6 Análise Estatística.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste de F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação da precipitação

Como apresentado na Figura 2, com as médias das precipitações no período em que foi realizado o experimento, verifica-se que a precipitação da safra 2014/15 foi abaixo da média anual.

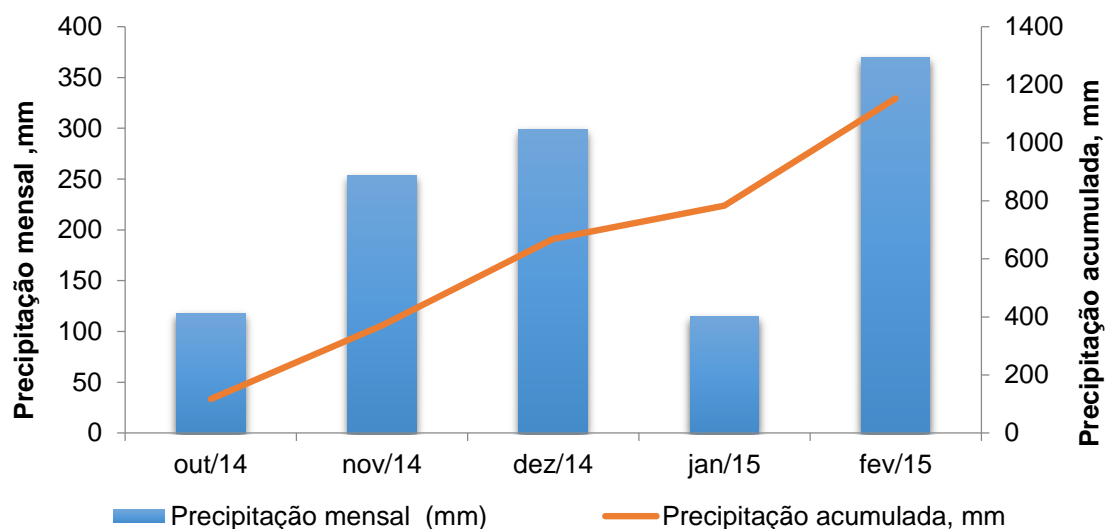


Figura 2. Média da precipitação da época em que foi realizado o experimento

De acordo com Farias et al. (2007), a disponibilidade de água é importante, principalmente, em dois períodos de desenvolvimento da soja: 1º: germinação-emergência e, 2º: floração-enchimento de grãos. Durante o 1º período, tanto o excesso quanto o déficit de água são prejudiciais à obtenção de uma boa uniformidade na população de plantas. A semente de soja necessita absorver, no mínimo, 50% de seu peso em água para assegurar boa germinação. Nessa fase, o conteúdo de água no solo não deve exceder a 85% do total máximo de água disponível e nem ser inferior a 50%. A necessidade de água na cultura vai aumentando com o desenvolvimento da planta, atingindo o máximo durante a floração-enchimento de grãos (7 a 8 mm dia⁻¹), decrescendo após esse período.

Com atraso nas chuvas no mês de Outubro de 2014, a semeadura foi realizada somente após o solo apresentar-se úmido o suficiente. Ao longo do estagio vegetativo não houve falta de água para a cultura conforme observa-se na Figura 2, com aproximadamente 700 mm até final do mês de dezembro. No mês de janeiro de 2015, na fase de floração e enchimento de grão verifica-se uma redução na precipitação com registro de 100 mm. Na fase de maturação e colheita, no final do mês de fevereiro, houve alta precipitação, dificultando a colheita.

A precipitação acumulada teria sido na quantidade ideal, se tivesse ocorrido de forma distribuída nas principais fases da cultura como: germinação, floração e enchimento de grão, mas não foi o ocorrido, como observado na Figura 2, obteve queda na precipitação no mês de janeiro onde a cultura estava em uma das principais fase que é a de enchimento de grãos. Embora a colheita da soja tenha sido realizada no mês de fevereiro quando a intensidade das chuvas normalmente tendem a reduzir na região, tanto em ocorrência quanto em quantidade, observa-se que os níveis foram bastante elevados o que pode ter influenciado negativamente a qualidade do grão, principalmente em relação a qualidade fisiológica.

4.2 Produtividade

A avaliação da produtividade é a principal característica considerada pelos produtores, pois é a que permite ou não um bom retorno econômico (WISNIEWSKI, 2014).

Observar-se da Tabela 5, que houve diferença significativa para a produtividade entre os tratamentos de inoculantes e adubação nitrogenada e entre as cultivares. Mesmo sendo área de primeiro ano de cultivo dessa cultura, obteve-se bom resultado de produtividade para ambas as cultivares.

Tabela 5. Produtividade média da cultivar convencional e transgênica submetida a diferentes inoculantes e adubação nitrogenada. Sinop – MT, 2014/15.

Tratamento	Soja convencional	Soja Transgênica
	Produtividade kg ha ⁻¹	Produtividade kg ha ⁻¹
Líquido	4.084,15 Ba	4.023,24 Aa
Turfoso	4.651,17 Aa	3.728,46 ABb
240 kg-N	4.230,07 Ba	3.549,97 BCb
Testemunha	3.986,71 Ba	3.266,88 Cb
Média	4.238,03 a	3.642,14 b

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Verificando comportamento de cada cultivar observa-se que a cultivar convencional apresentou uma produtividade superior de 595,89 kg ha⁻¹ (9,93 sacas por hectare), quando comparada com a cultivar transgênica. Apesar dessa diferença significativa, ambas cultivares apresentaram produtividades elevadas, quando comparado com a média da safra 2014/15 do estado do Mato Grosso que foi de 3.803 kg ha⁻¹ (CONAB, 2016).

A produtividade de uma cultura é definida pela interação entre a planta, o ambiente e o manejo. Altas produtividades de grãos só são possíveis quando as condições ambientais forem favoráveis em todos os estágios de desenvolvimento da cultura e as práticas culturais compatíveis com a produção econômica. Ao optar por um determinado material genético (cultivar), o produtor estará escolhendo certa combinação entre a fenologia da cultura e a distribuição dos fatores climáticos na região de produção, que poderá resultar em elevada ou reduzida produtividade de grão (PEIXOTO et al., 2000).

A cultivar convencional se mostrou mais apta para as condições onde foi realizado o experimento (solos de primeiro ano de cultivo), pelo fato de ser um material mais rústico.

Quando comparados os tratamentos com a cultivar convencional, observa-se melhor resultado para o tratamento com inoculante turfoso. Já para a cultivar transgênica observa-se um melhor resultado para o tratamento com o inoculante líquido, essa alta produtividade, para ambas cultivares, pode ter sido resultado de uma boa Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), pelas bactérias.

Os tratamentos com os inoculantes se mostraram superiores demonstrando a importância desse processo, mostrando ganhos econômicos pela supressão de fertilizantes nitrogenados, de aproximadamente 3 milhões de dólares anuais ao país, considerando a recomendação técnica de 240 kg de Nitrogênio para produzir 3.000 kg-ha⁻¹ (HUNGRIA, et al., 2005).

Em estudos avaliando a eficácia de inoculantes líquidos e turfosos para a cultura da soja, Albareda et al. (2008) observaram igualdade estatística na produção de grãos entre os tratamentos que receberam os inoculantes líquidos e turfosos. Embora, os inoculantes turfosos tenham apresentado maior produtividade quando comparados com inoculante líquido testado na safra de 2005. Tittaburt et al. (2007) demonstram que diversas formulações de inoculantes líquidos podem prover produtividade semelhante ao proporcionados pelos inoculantes turfosos corroborando com os valores obtidos com a cultivar convencional.

Vale destacar que nesse estudo o tratamento testemunha obteve produtividade próxima a 3.987 e 3.267 kg ha⁻¹, para as cultivares convencional e transgênica, respectivamente, que é considerado alto para condições de primeiro ano de cultivo no cerrado. Tais resultados podem ser atribuídos ao solo por apresentar uma microbiota natural já estabelecida.

E com esses resultados visando pelo lado da demanda, os principais mercados consumidores de soja (Europa e Japão) têm-se mostrado relutantes em consumir produtos geneticamente modificados, dando preferência à soja convencional. Esses mercados estariam dispostos a pagar mais pela soja convencional, na forma de um prêmio, que constituiria um incentivo ao cultivo dessa variedade. Mas, para que a soja convencional seja comercializada como tal, o produto deve vir acompanhado de certificação de pureza, o que implica custos adicionais ao consumidor, que ultrapassam o valor do prêmio (PELAEZ et al., 2004).

4.3 Qualidade Física de Grãos

Os valores da massa de 1.000 grãos e das massas específicas real e aparente são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Médias das propriedades físicas (massa de mil grãos – M_{1000} ; massa específica aparente - MEA; massa específica real – MER) dos grãos da cultivar convencional e transgênica submetida a diferentes inoculantes e adubação nitrogenada. Sinop – MT, 2014/15.

Tratamento	Soja convencional			Soja transgênica		
	M_{1000} , (g)	MEA, (kg m^{-3})	MER, (kg m^{-3})	M_{1000} , (g)	MEA, (kg m^{-3})	MER, (kg m^{-3})
Líquido	115,85 Bb	666,22 Aa	1180,14 Aa	154,32 Aa	645,26 Aa	1214,53 Aa
Turfoso	117,55 Bb	666,51 Aa	1228,53 Aa	152,82 Aa	641,74 Ab	1200,55 Aa
240 kg-N	111,03 Bb	669,94 Aa	1177,08 Aa	156,78 Aa	631,54 Ab	1209,12 Aa
Testemunha	116,55 Bb	664,17 Aa	1078,74 Bb	152,28 Aa	638,39 Ab	1209,57 Aa
Média	115,24 b	666,71 a	1166,12 b	154,05 a	639,23 b	1208,44 a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha para mesma variável, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Pelos resultados observa-se que não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, apenas obtendo diferença entre as cultivares de soja, transgênica e convencional.

Normalmente a massa de 1.000 sementes é utilizada para calcular a densidade de semeadura. Ela dá a noção da qualidade das sementes, bem como seu estado de maturação e sanidade (BRASIL, 1992). No caso de grãos esta variável fornece informações com relação à qualidade do produto.

Da tabela 6 verifica-se que os valores encontrados para a soja transgênica foi de 154,05 g e para a de 115,24 g para a soja convencional. Trabalhos realizados na região médio-norte de Mato Grosso evidenciam que a massa de 1.000 grãos esta

entre 130 a 160 g (CABRAL, 2011; MAYER, 2013; WISNIEWSKI, 2014). O valor observado neste trabalho apresenta-se dentro da média do Estado. A P.A. Consultoria Agronômica, Pesquisa e Agricultura de precisão (2014), realizou trabalho com o objetivo de avaliar as características agronômicas de 62 variedades de soja, entre elas a cultivar convencional (M-SOY 8866), neste trabalho a massa de 1.000 da cultivar 8866 foi de 153,17 g.

Silva et al. (2011), pesquisando sobre a resposta da cultura da soja a doses de inoculante e nitrogênio mineral na semeadura em solo de primeiro ano de cultivo, observou diferença estatística apenas entre cultivares, coincidindo com os resultados encontrados neste trabalho. De acordo com RAS (2009) a massa de mil grãos é uma medida que apresenta forte controle genético, mas também é afetada pelas condições de temperatura, de luminosidade e de umidade durante a fase de maturação no campo.

Para os valores de massa específica aparente também foi verificada diferença estatística apenas entre as cultivares. A cultivar convencional apresentou maiores valores de massa específica aparente, com $666,71 \text{ kg m}^{-3}$, seguido pela cultivar transgênica com $639,23 \text{ kg m}^{-3}$. Os valores de massa específica aparente obtidos neste estudo foram inferiores ao valor de referência para a cultura, que de acordo com Silva (2008) é de 772 kg m^{-3} . Como Mayer (2013) em seu trabalho sobre avaliação da qualidade de grãos de soja produzida na mesma região, porém utilizando a cultivar M-SOY 9144 RR obteve valores médios de massa específica aparente de $667,44 \text{ kg m}^{-3}$, que foi próximo as médias encontradas neste trabalho. Essa diferença pode ser atribuída a variações genéticas entre cultivares e condições climáticas. Entretanto se analisado somente os valores de massa aparente da cultivar convencional e transgênica, com valores de $666,71$ e $639,23 \text{ kg m}^{-3}$, verifica-se um acréscimo importante e significativo desta propriedade, que além de ser importante fator qualitativo, representa lucratividade, pois para um mesmo volume se tem maior massa.

A massa específica real apresentou diferença significativa entre as cultivares convencional e transgênica, e entre os tratamentos para a cultivar convencional. Os valores da massa específica real para a cultivar transgênica e convencional foram $1.208,44$ e $1.166,12 \text{ kg m}^{-3}$, respectivamente, quando comparados com os de Freitas (2015) onde os tratamentos foliares apresentaram tendência de melhor resultado, com valores médios de massa específica unitária de $1.209,35$ e $1.212,33 \text{ kg m}^{-3}$, respectivamente, verifica-se valores pouco inferiores aos deste estudo. Para os tratamentos, o tratamento que obteve a maior massa foi o com inoculante turfoso que

apresentou um valor de 1.228,53 kg m⁻³, que diferiu estatisticamente apenas entre a massa do tratamento testemunha que foi 1.078,74 kg m⁻³ na cultivar convencional.

4.4 Qualidade Fisiológica

O resultado dos testes de germinação e envelhecimento acelerado dos grãos de soja das variedades convencional e transgênica, com a utilização de adubação nitrogenada e utilização de diferentes inoculantes (líquido e turfoso), na tabela 7, evidenciam que a germinação apresentou diferença significativa entre as cultivares, convencional e transgênica onde os tratamentos com inoculantes e adubação nitrogenada mostrou um potencial germinativo mais eficiente no teste de germinação da cultivar transgênica.

Freitas (2015) mencionou em seu trabalho que as condições climáticas de pré-colheita afetaram diretamente a qualidade fisiológica do grão. Secagens e reidratações sucessivas prejudicam a qualidade fisiológica, sendo perdas irreversíveis. De acordo com o autor, há também o fato da soja ter sido colhida com baixos teores de água, sendo exposta a condições desfavoráveis (altas temperaturas, altas umidades relativas e chuvas) por um tempo prolongado.

Tabela 7 Médias do percentual de germinação (GERM) e após envelhecimento acelerado (ENV. AC.) dos grãos da cultivar convencional e transgênica submetida a diferentes inoculantes e adubação nitrogenada. Sinop – MT, 2014/15.

Tratamento	Soja convencional		Soja transgênica	
	Germ. %	Env. Ac. %	Germ. %	Env. Ac. %
Líquido	61,00 Aa	39,75 Aa	51,88 Aa	26,38 Ab
Turfoso	57,13 Aa	34,88 Ba	50,75 Aa	24,25 Ab
240 kg- N	55,75 Aa	34,75 Ba	47,38 Ab	24,06 Ab
Testemunha	52,75 Aa	33,25 Ba	43,50 Bb	21,56 Bb
Média	56,66 a	35,66 a	48,38 b	24,06 b

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha para mesma variável, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Para ambas as variedades a germinação e o envelhecimento acelerado se mostraram baixa, possivelmente devido a alta densidade pluviométrica no período da maturação fisiológica e pré-colheita como demonstra a Figura 2. Mesmo devido ao

estresse climático, a variedade M-SOY 8866 (convencional) se mostrou mais tolerante quando comparado com a cultivar transgênica.

Para as cultivares com a inoculação líquida, se obteve um número maior de grãos germinados normais no teste de germinação, mas apenas na cultivar transgênica mostrou resultado significativo maior comparado com a testemunha. Para o tratamento turfoso e tratamento com 240 kg-N, não mostrou diferença significativa.

Verifica-se da Tabela 7 uma redução importante do potencial de germinação inicial e após estresse hídrico por meio de envelhecimento acelerado. Para médias dos tratamentos, a soja convencional teve uma redução em torno de 21,00%, e a soja transgênica de 24,32%, demonstrando que a cultivar convencional principalmente inoculada com inoculante líquido à formação de grãos mais resistentes às condições adversas, podendo serem armazenados por um período maior.

5 CONCLUSÕES

A inoculação de soja com inoculantes líquidos e turfosos, proporcionou expressivo aumento na produtividade de grãos. A cultivar convencional apresentou produtividade superior a da cultivar transgênica.

Para a soja convencional o inoculante turfoso mostrou-se eficiente, uma vez que foi constatada uma maior massa de 1.000 grãos e maior massa específica real.

Já o inoculante líquido apresentou valores elevados quando avaliado na soja transgênica, já que se obteve maiores valores para massas específica aparente e real, número de grãos germinados tanto no teste de germinação quanto no teste de envelhecimento acelerado.

Desta forma, pode-se sugerir a utilização da cultivar convencional inoculada com o inoculante turfoso, a fim de garantir alta produtividade podendo representar uma alternativa ao uso da soja transgênica.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBAREDA, M.; NAVARRO, R. N. D. Alternatives to peat as a carrier for rhizobia inoculants: solid and liquid formulations. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 40, p. 2771-2779, 2008.
- BONATO, E. R.; BONATO, A. L. V. A soja no Brasil: História e Estatística. Londrina, 1987; p. 61. (Embrapa – CPNSO, **Documentos**, 21).
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Produção Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399p.
- CAMPOS C. H. B. Dose de inoculante turfoso para soja em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 423-426, 1999.
- CÂMARA, G. M. S. Inoculação das sementes de soja. In: CÂMARA, G.M.S. Soja: tecnológica de produção. Piracicaba : [s.n], p. 278-293, 1998.
- CÂMARA, G. M. S., Bases de fisiologia da cultura da soja. **Anais: Gil Miguel de Souza Câmara**. Piracicaba. SP. Junho, p 21, 2000.
- CARVALHO, N. M. de, Sementes: **Ciência, tecnologia e produção**. Tamanho das sementes. Jaboticabal: Funep, 2000. p. 319 – 325 .
- CARVALHO DE, C. T. GRZYBOWSKI, S, DE. R. C. OHLSON, C, DE. O. PANOBIANCO, M. Comparação da qualidade fisiológica de sementes de soja convencional e de sua derivada transgênica. **Revista Brasileira de Sementes**, V. 34, n. 1, p. 164 -170, 2012.
- CABRAL, J. S. S. M., **Perda de massa e variação das propriedades da soja Armazenada em unidades localizadas no norte do Estado do Mato Grosso**, trabalho de conclusão de curso, Sinop-MT, 2011, 34 -36 p.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra: Grãos Sétimo Levantamento**, Abril, Brasília, 2016, 14-115 p.
- EMBRAPA. **A cultura da soja no Brasil** - 2014. Embrapa Soja. Disponível em: <www.embrapasoja.com.br>. Acessado várias vezes em: dezembro, 2014.
- EMBRAPA SOJA. **Cultivares 2010**. Livreto 1. 2010. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/download/cultivares2010/LIVRETO1.pdf>. Acessado em: 12 de dezembro de 2014.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 212p, 1997.
- FARIAS B. R. J.; NECOMUCENO L. A.; NEUMAIER N. Ecofisiologia da soja. Londrina, **Circular Técnica**, n.48, 9p. 2007.
- FARONI, da A. R. L. **Fatores que influenciam a qualidade dos grãos armazenados**. p. 1 -15, 1998.

FERH, W, R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: State University, Cooperative Extension Service. 12 p. 1979.

FRANCO, C. EIDT, M. K. ANUNCIATO, M. K. TORRES, L. A. DE ANDRADE, F, G, M. **Soja convencional versus soja transgênica: análise comparativa de custos de produção e rentabilidade na fazenda missioneira, campo novo do parecis – MT**. **Anais**: 48º Congresso Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. 2010.

FEPAGRO (Fundação estadual de Pesquisa Agropecuária). **Cultre collection catalogue**, 8º ed, FEPAGRO, Porto Alegre, Brasil, 1999.

FRITSCH, M; BONETTI, L. P. **Qualidade física e fisiológica de sementes de soja produzidas na região de colorado-rs**. XVI seminário internacional de ensino, pesquisa e extensão, Universidade de Cruz Alta, Cruz Alta, RS, Outubro, 2011.

GRAHAM, P.H.; VANCE, C.P. Nitrogen-fixation in perspective: na overview of research and extencion needs. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 65, p. 93-106, 2000.

HUNGRIA, M. et al. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa-Soja, 48p, 2001.

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, p.25-42, 2005.

KAGAWA, A. ed. **Standard table of food composition in Japan**. Tokyo: University of Nutrition for women, p. 104-105, 1995.

KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de comprimento de raiz de plântulas de soja. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.2, n.1, p.11-14, 1991.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba,: [s.n.], 201p. 1989.

MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solos e folhas: amostragem, interpretação e sugestões de adubação**. São Paulo: Ceres, 124p. 1992

MALAVOLTA, E. **Adubação fosfatada e potássica da soja no cerrado**. Informações agronômicas, nº 98, junho, p 5, 2002.

MANARA, N.T.F. Origem e expansão. In: SANTOS, O.S. (Coord.) **A cultura da soja 1** – Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Globo, p. 13-23, 1988.

MARCOS FILHO, J. Maturação de sementes de soja da Cultivar Santa Rosa. **Revista Brasileira de Sementes**. v.1, n.2, p.49-63, 1979.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, p 495, 2005.

MAYER, J. F., **Avaliação da Qualidade de Grãos de Soja em Função da Época de Colheita no Norte de Mato Grosso, Sinop-MT**, trabalho de conclusão de curso, 2013, 30-31 p.

NOGUEIRA, A.M.; HUNGRIA.M. Fixação biológica de nitrogênio–**inoculação em soja: vale a pena fazer anualmente**. Londrina, PR, 2014. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1000560/1/030001.pdf>> acesso em: 20 de junho de 2016

P.A: Consultoria agrônômica, pesquisa e agricultura de precisão, **Relatório Técnico**, Avaliação do comportamento de cultivares de soja semeadas em 3 épocas na região Parecis de Mato Grosso, Tangará da Serra, p 28, 2014.

PABIS, S.; JAYAs, D.S.; CENKOWSKI, S. **Grain drying: Theory and practice**. New York: John Wiley & Sons. 303p. 1998.

PIROLLA, M.L.; BENTO, R.M. **O Brasil e a soja: sua história e as implicações na economia brasileira**. UNIVEM, Marília, p 44, 2008.

RIBEIRO, V. S.; SOBRAL, M. C.; ALMEIDA, M. M.; SILVA, G. F. Propriedades físicas de produtos agrícolas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.4, n.1, p.1-6, Campina Grande, PB, 2002. Disponível em:< <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev41/Art411.pdf>>. Acesso em: 11 de dez. de 2014

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M.G.; SEDIYAMA, C.S.; GOMES, J.L.L. **Cultura da Soja**, Parte I. Viçosa: UFV, 1993. 97p.

SILVEIRA, J.F.M.J.; BORGES, C.I.; BUAINAIN, M.A. **Biotecnologia e agricultura da ciência e tecnologia aos impactos da inovação**. São Paulo. v. 19 n. 2, p 14, São Paulo Apr./June 2005.

VIEIRA NETO.A.S; PIRES.R.F; MENEZES.E.C.C.; SILVA.G.A ; ASSIS. de L.R.; Gilson Pereira SILVA 3 ; MENEZES.S.F.J. - **Formas de aplicação de inoculante e seus efeitos na cultura da soja** - Uberlândia, v. 24, n. 2, p. 56-68, Apr./June. 2008.

PEREIRA, E.C, OLIVEIRA.A.J, CALDEIRA.M.C, BOTELHO.E.J.F. Efeito do tratamento das sementes de soja com fungicidas e período de armazenamento na resposta da planta inoculada com Bradyrhizobium - **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 4, n. 2, p. 62-66, jul-dez, 2010 - UFR, Boa Vista, RR

SCHUH, A.C . **Biopolímeros como suporte para inoculantes**. Dissertação (Mestre em Microbiologia Agrícola e do Ambiente) – UFRS, Porto Alegre, p 92, 2005.

VIEIRA, R. D. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de quatorze cultivares de soja (*Glycine max* (L) Merrill). 1980. 76f. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1980.

PEIXOTO, C. P.; CÂMARA, G. M. S.; MARTINS, M. C.; MARCHIORI, L. F. S.; GUERZONI, R. A.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componente da produção e rendimento de grãos. Scientia Agrícola, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 89-96, 2000.

PELAEZ, V.; ALBERGONI, L.; GUERRA, P.M. Soja transgênica versus soja convencional: uma análise comparativa de custos e benefícios. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 21, n. 2, p.279-309, maio/ago. 2004.

TITTABUTR, P. et al. Growth, survival and field performance of bradyrhizobial liquid inoculant formulations with polymeric additives. *Science Asia*, v. 33, n.1, p. 69-77, 2007.

WILLIAMS, P. M. Current use of legume inoculant technology. In: ALEXANDER, M. **Biological Nitrogen Fixation: ecology, technology, and physiology**. Nova Iorque: Plenum Press, 1984. p. 173-200.

WISNIEWSKI, V.E.P. **Qualidade pós-colheita de grãos de soja em função do controle de doenças foliares**. Trabalho de conclusão de curso, p 40, 2014.