

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

HENRIQUE MEIRELLES MUNARI

**TECNOLOGIAS DE CULTIVARES DE SOJAS TRANSGÊNICAS E
CONVENCIONAIS QUANTO A PARÂMETROS RELACIONADOS À
PRODUTIVIDADE**

MONTE CARMELO
2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

HENRIQUE MEIRELLES MUNARI

**TECNOLOGIAS DE CULTIVARES DE SOJAS TRANSGÊNICAS E
CONVENCIONAIS QUANTO A PARÂMETROS RELACIONADOS À
PRODUTIVIDADE**

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Douglas José
Marques

MONTE CARMELO
2023

HENRIQUE MEIRELLES MUNARI

**TECNOLOGIAS DE CULTIVARES DE SOJAS TRANSGÊNICAS E
CONVENCIONAIS QUANTO A PARÂMETROS RELACIONADOS À
PRODUTIVIDADE**

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso
de Agronomia da Universidade Federal de
Uberlândia, *Campus* Monte Carmelo, como
requisito necessário para a obtenção do grau
de Engenheiro Agrônomo.

Monte Carmelo, 05 de dezembro de 2023

Banca Examinadora

Prof. Dr. Douglas José Marques
Orientador

Prof. Dr. Odair José Marques
Membro da Banca

Profa. Dra. Ana Carolina Silva Siquieroli
Membro da Banca

Monte Carmelo
2023

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer a Deus por dar forças e saúde para completar mais essa fase na minha vida.

Agradeço ao meu pai, Angelo Dias Munari por me dar suporte e exemplo de homem honesto e trabalhador, além de me apresentar e ensinar sobre o mundo do agronegócio. A minha falecida mãe, Roberta Tardelli Meirelles Munari, por sempre me incentivar e apoiar seguir meus sonhos, além de sempre me dar motivos para seguir em frente e tornar seu orgulho.

A meus irmãos Felipe Meirelles Munari e Helena Meirelles Munari, por sempre estar torcendo por mim, me dando forças para completar essa caminhada. E a toda minha família, tios, tias, primos, primas, avôs e avós.

A meus companheiros de república e amigos, em especial Matheus Mazzutti, Ilton Junior, Rafael Gulo, Luis Filipe Dutra, Raul Bertine, Bruno Pinheiro, Marcus Vinicius Bortonio, Winicius Dutra, Leozinho da casa das iscas, Augusto Siqueira, Wagner Filho, Danillo Gondin, Claudio Vasconcelos entre muitos outros que compartilharam e viveram todos esses anos, vivendo a graduação intensamente.

A Kamilla Gomes por me dar tanto apoio e companheirismo nessa reta final.

Ao meu amigo Lucas Ferreira por me passar muito ensinamentos do ramo agrônomo e resolver muitas dúvidas.

As repúblicas Quebra Anzol, que foi meu lar por todos esses anos, e a Rancho Fundo e Xingu por me abrigarem e proporcionarem muitos bons momentos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Douglas José Marques por todas as oportunidades e apoio concedidas na minha graduação.

Ao Prof. Dr. Tuneo Sedyama por me proporcionar tantos conhecimentos e ideias na minha área de atuação por todos esses anos.

A todos os integrantes da equipe da fazenda Palmares, o qual é meu lar, em especial Guilherme Borges e Thaice Silva, pelo suporte e apoio.

A Universidade Federal de Uberlândia, campus Monte Carmelo por proporcionar um ensino de qualidade e ótimas oportunidades. E a todos os servidores do campus pelo seu trabalho e amizade.

Em suma, agradecer a todos que contribuíram para minha formação e realização deste trabalho, todos foram essenciais para meu desenvolvimento como pessoa e profissional.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Imagem da área utilizada para o desenvolvimento da pesquisa	14
Figura 2 – Imagem da implantação da pesquisa.....	Erro! Indicador não definido. 6
Figura 3 – A altura das plantas de soja nas safras 19/20 (A), 20/21 (B), 21/22 (C) e média dos três anos 19/20, 20/21, 21/22 (D) das cultivares em função das tecnologias (convencional e transgênica).....	21
Figura 4 – Altura da primeira vagem na planta de soja nas safras 19/20 (A), 20/21 (B), 21/22 (C) e média dos três anos 19/20, 20/21, 21/22 (D) das cultivares em função das tecnologias (convencional e transgênica)	22
Figura 5 – Altura do florescimento das plantas de soja nas safras 19/20 (A), 20/21 (B), 21/22 (C) e média dos três anos 19/20, 20/21, 21/22 (D) das cultivares em função das tecnologias (convencional e transgênica)..	23
Figura 6 - Massa de 100 grãos nas plantas de soja nas safras 19/20 (A), 20/21 (B), 21/22 (C) e média dos três anos 19/20, 20/21, 21/22 (D) das cultivares em função das tecnologias (convencional e transgênica)	25
Figura 7 – A Produtividade da soja nas safras 19/20 (A), 20/21 (B), 21/22 (C) e média dos três anos 19/20, 20/21, 21/22 (D) das cultivares em função das tecnologias (convencional e transgênica).....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cultivares, tecnologia, hábito de crescimento e ciclo das cultivares utilizadas na pesquisa.	15
Tabela 2 – Características químicas e físicas da textura do solo (LVd), na profundidade de 0-20 cm	17

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. OBJETIVO	7
2.1 Objetivos gerais	Erro! Indicador não definido.
3. REVISÃO DE LITERATURA	7
3.1 Importâncias econômicas da soja	7
3.2 Históricos do melhoramento da soja	8
3.3 Aspectos botânicos e morfológicos da soja	9
3.4 Soja convencional	10
3.5 Soja transgênica	11
4. MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1 Local de pesquisa	14
4.2 Semeaduras e cultivares	14
4.3 Análise química e física do solo	14
4.4 Manejo da adubação	14
4.5 Manejo fitossanitário e de plantas daninhas	14
4.6 Colheita da pesquisa	19
4.7 Avaliações	14
4.8 Análise estatísticas	20
5. RESULTADO E DISCUSSÃO	20
6. CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	29

RESUMO

O mercado de sementes de soja é dominado na sua maioria por empresas multinacionais, onde predomina o objetivo do desenvolvimento de organismos geneticamente modificados. Assim, para garantir a sustentabilidade e atender o mercado é necessário valorizar as empresas de capital nacional e os programas de melhoramento de soja convencional. O importante para o Brasil é aderir aos diferentes níveis tecnológicos dando também opções para o uso de cultivares convencionais. Sendo assim, a hipótese desse trabalho é investigar a viabilidade do uso de cultivares transgênicas e convencionais. O mercado de sementes é bastante diversificado e competitivo, onde os produtores têm o desafio de definir uma variedade ideal para sua situação com possibilidade de utilização de diversas tecnologias, sendo elas cultivares de soja transgênica e a convencional. Objetivou-se com esta pesquisa avaliar a produtividade e demais aspectos agrônômicos em tecnologias de cultivares de soja transgênicas e convencionais. Foi utilizado na pesquisa o delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial com duas tecnologias (transgênica e convencional) e 10 cultivares (GMS001cv, GMS002cv, GMS003cv, GMS004cv, GMS005cv, GMS001RR, GMS002RR, GMS003RR, GMS004RR e GMS005RR), com três repetições, durante as safras 19/20, 20/21 e 21/22. Durante a pesquisa foi avaliadas o ciclo das cultivares, peso de mil sementes, produtividade, altura da planta, da primeira vagem e do florescimento. Os resultados apresentados permitem concluir haver diferença entre as tecnologias de soja transgênicas e convencionais quanto a parâmetros relacionados a produtividade para as cultivares GMS001 e GMS005. As demais cultivares avaliadas mostraram terem produtividade similar. As diferenças podem ser devido ao pacote genético e tecnológico dessas cultivares que proporcionam a expressão de diferentes características que conferem melhor produtividade, não relacionadas exclusivamente aos transgene. As cultivares convencionais, dependendo do conjunto genes que expressam, podem apresentar produtividade semelhante às transgênicas e ocupar um lugar de destaque na comercialização de soja no Brasil, atingindo um nicho de mercado diferenciado e com expectativas de melhor retorno financeiro.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*; melhoramento genético; níveis tecnológicos; cultivares, organismo geneticamente modificado.

ABSTRACT

The soybean seed market is predominantly controlled by multinational companies, with a focus on the development of genetically modified organisms. To ensure sustainability and meet market demands, it is essential to value national capital companies and conventional soybean breeding programs. The key for Brazil is to embrace different technological levels, providing options for the use of conventional cultivars. Therefore, the hypothesis of this study is to investigate the viability of using both transgenic and conventional cultivars. The seed market is diverse and competitive, challenging producers to select an ideal variety for their situation with various technologies, including transgenic and conventional soybeans. The research aimed to evaluate soybean productivity in agronomic aspects based on transgenic versus conventional technology. A factorial design was employed, involving five conventional cultivars (GMS001, GMS002, GMS003, GMS004, and GMS005) and five transgenic cultivars (GMS001RR, GMS002RR, GMS003RR, GMS004RR, and GMS005RR), with three replications, across the 19/20, 20/21, and 21/22 harvests. Throughout the study, the cultivars' cycle, weight of a thousand seeds, productivity, plant height, first pod height, and flowering were assessed. The research concluded that the cultivars used did not show differences in productivity between conventional and transgenic technologies.

KEYWORDS: *Glycine max*; genetic improvement; technological levels; cultivars; genetically modified organism.

1. INTRODUÇÃO

Os programas de melhoramento genético da cultura da soja são um dos principais responsáveis pelos incrementos de produtividade e pela sua difusão no território brasileiro e no mundo, colaborando de forma significativa desde sua inserção em meados de 1960, até nos dias de hoje (VOLPATO, 2016).

A produtividade é o ponto crucial destes programas, entretanto, também visam outras características agronômicas desejáveis, abrangendo melhorias na composição nutricional, alta qualidade das sementes, resistências e tolerâncias a herbicidas, pragas e doenças, de forma convencional ou geneticamente modificada, e resistência ao acamamento, procurando contribuir para a segurança alimentar (CARNEIRO et al., 2019).

A lei de proteção de cultivares acarretou em uma corrente de transformações na comercialização de sementes de soja, a qual promoveu um cenário promissor para o desenvolvimento das atividades de empresas de capital próprio e multinacionais, incentivando a busca de melhorias na qualidade das cultivares e manejo das mesmas, por meio de programas de melhoramento e biotecnologias, na tentativa de dominar o mercado, onde as grandes prevalecem, mas mesmo assim, colaboram para o ganho genético da cultura, incremento de produtividade e facilidade de manejo (FUCK; BONACELLI, 2006; SANTOS et al., 2014).

Juntamente com a adesão de novas tecnologias de produção de alimentos ocorreu uma divisão no cultivo da oleaginosa, em soja convencional e soja geneticamente modificada (LEITÃO, 2018). A utilização dos transgênicos no Brasil tem sido como um caminho para auxiliar a produção de lavouras, reduzindo custos e impactos ambientais, assim expandindo o território e possibilitando maior participação no mercado mundial (LONDRES, 2017).

A decisão de qual cultivar utilizar tem que ser tomada conforme as exigências do produtor e da área a ser cultivada, tendo em conta as características da região, as quais também auxiliam na definição das práticas de manejo que serão realizadas de certo modo que auxilie no aumento da produção (GIMENEZ, 2022).

Assim, esse estudo tem por intuito comparar a produtividade de cultivares convencionais e transgênicas e outros caracteres agronômicos

2. OBJETIVO

Objetivou-se com a pesquisa avaliar parâmetros agronômicos relacionados a produtividade de cultivares de soja com tecnologia transgênica e convencional.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Importância econômicas da soja

A soja é a leguminosa de maior importância econômica no Brasil e no mundo. Em um contexto nacional, na safra 2022/23, o cultivo de soja abrangeu uma área de mais de 44 milhões de hectares com produção estimada de 154 milhões de toneladas e com média produtiva de 3.508 kg por hectare (EMBRAPA, 2023).

O complexo de produção da soja cresceu exponencialmente e de forma diferenciada tanto no Brasil como no mundo, sendo a principal oleaginosa consumida e produzida globalmente (KAPPES, 2020). O produto possui grande importância tanto na alimentação animal por meio do farelo da soja e demais derivados, quanto para o consumo humano, por meio do óleo e outros subprodutos (SILVA; LIMA; BATISTA, 2010). Na atualidade, o Brasil é considerado um dos maiores países sojicultores do mundo, batalhando duramente no mercado internacional com os Estados Unidos. Já que os países estão em hemisférios opostos (Norte e Sul), as safras não coincidem e assim, a soja é disponibilizada o ano todo. Os destinos predominantes concentram-se na União Europeia, apesar de estarem demonstrando redução na predileção a grãos transgênicos, e países asiáticos, com destaque para a China (KAPPES, 2020).

As estimativas de exportação de soja da safra 2022/23 podem atingir um volume de 94,35 milhões de toneladas. Para o consumo interno as projeções para o óleo de soja passam de 9,15 para 8,29 milhões de toneladas. Já a produção de grãos no Brasil está em 312,5

milhões de toneladas com aumento de 3,3% na área plantada, o que representa a inclusão de 2,5 milhões de hectares, podendo alcançar a 77 milhões de hectares (CONAB, 2023).

É calculado no complexo da soja e nos serviços adjacentes, que a cada dez hectares plantados de soja no país é gerado um emprego direto e um indireto. Ao estimar que a oleaginosa ocupe cerca de 35 milhões de hectares no Brasil, o total de empregos gerados são em torno de 7 milhões e o setor participa com pelo menos 19% dos mais de 40% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro gerado pela agroindústria (MONTTOYA et al., 2019).

O grão de soja possui uma composição adequada para o consumo e é composta por aproximadamente 40% de proteína, 20% de lipídeos, e alguns demais compostos como algumas vitaminas e compostos polifenólicos (SILVA et al., 2017; SEDIYAMA et al., 2015).

O crescimento exponencial da área cultivada com soja e de sua produtividade ao decorrer dos anos foi graças aos avanços tecnológicos, disponibilização de tecnologias para o setor produtivo e a alta dedicação á programas de melhoramento genético da oleaginosa que, com o passar do tempo, contribuíram para o desenvolvimento de cultivares cada vez mais adaptadas e estáveis, com alta capacidade produtiva em diversos ambientes de produção, o que possibilita a expansão e aberturas de novas fronteiras agrícolas (BISINOTTO, 2013).

3.2 Históricos do melhoramento da soja

A soja (*Glycine max* L.) é originária da China e o primeiro plantio experimental no Brasil ocorreu no século XIX, na Bahia. Depois de meados de 1960, a oleaginosa começou a apresentar certa importância econômica para o país, sendo plantada no início na região Sul. Após a identificação de certas características morfológicas, como insensibilidade ao fotoperíodo, começou a se difundir pelo restante do país (SIGRIST, 2012). Os programas de melhoramento genético na sojicultura são essenciais para o incremento de produtividade e difusão pelo Brasil, favorecendo consideravelmente a cultura desde a sua introdução na década de 1960 até a atual safra (VOLPATO, 2016).

A evolução da genética, em especial as estimativas de ganho genético, em um contexto histórico, ajudaram os melhoristas no entendimento dos incrementos alcançados com a evolução dos programas de melhoramento, e assim, foi possível melhorar métodos e utilizar técnicas inovadoras com o objetivo de elevar a eficácia dos programas (MADELLA,

2022). O ganho genético pode ser compreendido como a quantificação do aumento da eficiência que é conquistado durante os anos por meio do melhoramento genético, gerando descendentes com superioridade genética em comparação com a média das gerações passadas, excluindo o efeito ambiental (XU et al., 2017).

O conjunto das etapas dos programas de melhoramento de soja clássico tem uma duração média de em torno 12 anos, sendo contabilizados desde o cruzamento entre genitores até o lançamento de uma nova cultivar ou a adoção de uma linhagem em novos blocos de cruzamento (BORÉM et al., 2017).

Desde a década de 70, a produtividade média da soja no Brasil aumentou de 1748 kg ha⁻¹ para 3517 kg ha⁻¹ (CONAB, 2021). O melhoramento genético o qual almeja acréscimos de produtividade é um dos responsáveis, juntamente com o manejo, por esta evolução (TODESCHINI et al., 2019; MAUAD et al., 2010).

3. 3 Aspectos botânicos e morfológicos da soja

A planta da soja é considerada como uma cultura anual, da família das leguminosas e subfamília Fabaceae. É uma leguminosa que possui características como uma planta anual ereta, também herbácea e de reprodução autógama, a qual manifesta certa variação a respeito das características morfológicas, as quais são afetadas pelo ambiente cultivado, assim como o ciclo que pode variar de 75 a 200 dias, a altura que pode ser de 30 a 200 cm e influência na quantidade de ramas, entre outros (MÜLLER, 1981).

O sistema radicular da leguminosa é composto por uma raiz axial principal complementada por raízes secundárias as quais são dispostas em quatro ordens. Todavia, o complexo de raízes é mais considerado como difuso, já que a raiz central é pouco desenvolvida (SEDIYAMA et al., 1985). As raízes das plantas apresentam nódulos que representam uma simbiose entre a soja e bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. Essas bactérias possibilitam a fixação do nitrogênio do ar atmosférico e o disponibilizam para as plantas na forma assimilável (nitratos) por meio da ingestão de troca de carboidratos (MASCARENHAS et al., 2005).

As hastes das plantas cultivadas são herbáceas, eretas, ramificadas e pubescentes e seu desenvolvimento começa logo após a germinação no hipocótilo. Seu crescimento pode ser influenciado por condições externas, mas geralmente é do tipo ortotrópico na maioria das

cultivares. O hábito de crescimento das plantas pode ser determinado, semi-determinado ou indeterminados, dependendo das características do ápice do caule principal e da variedade (MÜLLHER, 1981).

No decorrer do ciclo da soja, a planta exhibe três diferentes formas de folhas sendo elas: as cotiledonares que são as primeiras, as unifolioladas as quais surgem logo após as anteriores no início do ciclo e, por último, as trifolioladas que surgem após as unifolioladas também no início do desenvolvimento e permanecem até o fim do ciclo (SEDIYAMA et al., 1985).

As flores da soja são completas e aparecem em racemos terminais ou axilares. As flores são de cor branca ou roxa, com o tom de roxo dependendo da genética da variedade (VERNETTI e JUNIOR, 2009). As flores geralmente abrem pela manhã e podem ser afetadas pela temperatura e umidade (SEDIYAMA et al., 2005).

A soja é considerada uma leguminosa de dias curtos, cuja indução floral ocorre quando o fotoperíodo do dia for menor ou igual ao fotoperíodo crítico específico de cada cultivar. Desse modo, a indução floral provoca a transformação dos meristemas vegetativos em reprodutivos, determinando o tamanho final das plantas e, portanto, seu potencial de rendimento (SILVA; SEDIYAMA; BORÉM, 2015).

Os frutos desta planta são legumes comumente chamadas de vagens. Quando maduro, tem de 2-7 cm de comprimento e 1-2 cm de largura. Geralmente tem uma forma achatada, dependendo da variedade e das condições climáticas. As cores variam entre cinza, palha e preto. A produtividade pode chegar a 400 grãos por planta quando a vagem contém 1-5 grãos, mas a maioria das variedades tem 2-3 sementes por vagem (MÜLLHER, 1981).

Com relação à definição e descrição dos estádios fenológicos das plantas, a metodologia mais utilizada foi à proposta por Fehr e Caviness (1977). Isso considera duas etapas principais de todo o ciclo da cultura. A fase vegetativa desde a germinação e brotação até o início da floração e a fase reprodutiva começando com a floração e terminando com a maturidade fisiológica do grão.

3.4 Soja convencional

A soja convencional é hoje considerada uma opção do mercado agrícola em crescimento, como evidenciado pela comparação dos custos de produção da soja

convencional e transgênica na região agrícola do Mato Grosso, especialmente quando se é possível o pagamento de bonificações para a soja convencional. Além disso, outras condições como a ausência de taxas tecnológicas e a competitividade das variedades convencionais disponíveis no mercado (SILVA et al., 2019).

A soja convencional tem se realçado por atender à procura do complexo de commodities por mercadorias de soja para consumo humano, cuja fama cresceu desde o final dos anos 90, quando a Food and Drug Administration (FDA), agência americana reguladora de medicamentos e alimentos, validou a alegação da proteína de soja como alimento funcional, destacando os seguintes benefícios para a saúde associados ao consumo regular desta leguminosa: reduzir o risco de doenças crônico-degenerativas, como câncer, diabetes, doenças cardiovasculares e osteoporose (DUNCAN, 2018).

Com relação ao teto produtivo nos campos de soja convencional e transgênica, tem-se que a melhoria dos resultados nos campos de soja convencional foi similar ou então até maior em comparação com as lavouras de soja transgênica (PAVÃO, 2020). Assim, a escolha por cultivares de soja convencionais ou transgênicas não é somente uma escolha justificada por um custo de produção menor. A escolha por qual tecnologia utilizar não visa apenas a redução de gastos, porém também o mercado de destino (CONAB, 2018).

3.5 Soja transgênica

Os organismos geneticamente modificados também chamados de OGM, são espécies com modificações no DNA e desenvolvidas por métodos de engenharia genética, podendo ter aplicações em diversos tipos de organismos como plantas, animais e micro-organismos (TONIETI et al., 2022). Os transgênicos são resultantes da modificação da estrutura biológica no qual é constituída por ácidos desoxirribonucleicos ou ácidos ribonucleicos, que passam por mudanças genéticas diante de técnicas que acrescentam ou removem características fenotípicas e/ou genotípicas (PAVÃO, 2020).

Como uma das possibilidades dos OGM, tem-se as plantas transgênicas, nas quais foram introduzidas genes provenientes de organismos de espécie diferentes da espécie do organismo alvo, por meio da tecnologia do DNA recombinante. Esses genes exógenos, os quais são incorporados no genoma do ser alvo são denominados transgenes. Os organismos geneticamente modificados podem ou não ser transgênicos. Se o organismo alvo for

modificado geneticamente por um ou mais genes provenientes de um organismo da mesma espécie, este é considerado um organismo geneticamente modificado, porém não transgênico (GUERRANTE, 2003).

A primeira cultivar de soja transgênica elaborada com a finalidade de ser tolerante ao herbicida glifosato foi à variedade *Roundup Ready* (RR) patenteada pela empresa Monsanto (SOUZA, 2017). No mercado, as cultivares de soja RR são comercializadas nos EUA desde 1996 (BORÉM; SANTOS, 2008).

A soja RR é oriunda de um gene o qual foi isolado de uma bactéria do solo, denominada *Agrobacterium* spp e inserido no genoma da soja convencional a partir de técnicas de engenharia genética. Assim proporciona ao produtor, a alteração de diversos herbicidas até então necessários ao controle das plantas daninhas por apenas um, já que o glifosato poderá ser aplicado sobre a soja, em qualquer estágio de cultivo, sem lhe causar danos (CARVALHO, 2015).

O primeiro estado brasileiro a iniciar o cultivo em larga escala de soja geneticamente modificada foi o Rio Grande do Sul, introduzindo uma cultivar clandestina da Argentina, onde o cultivo de soja geneticamente modificada já era legalizado. A principal razão para o uso da soja transgênica seria o menor custo por conta da redução da aplicação de herbicidas (SILVEIRA, RESENDE, 2010).

No Brasil, foi elaborada pela lei 11.105, de 24 de março de 2005 a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) com o objetivo de dar um apoio técnico consultivo e assessoramento ao Governo Federal na elaboração, modernização e execução da Política Nacional de Biossegurança relativa a OGM (TONIETI et al., 2022).

As alterações genéticas da soja do mercado brasileiro tinham a finalidade de acrescer a resistência da planta ao herbicida glifosato. O que consequentemente acarretaria numa maior facilidade de manejo da cultura, diminuindo o número de aplicações de herbicidas, e reduzindo os custos. (ALBERGONI, GUERRA, PELAEZ, 2004).

A utilização de cultivares transgênica tem tido uma visão positiva no Brasil como método de elevar a produção da oleaginosa nos campos brasileiros, juntamente com a diminuição de gastos de produção e menores danos ambientais. Os organismos geneticamente modificados auxiliaram a expandir as fronteiras e possibilitaram maior atuação no mercado internacional. (TREVISOL, 2022).

O Brasil é considerado um dos principais usuários de agrotóxicos ao redor do planeta. Nesse sentido, o desenvolvimento de cultivares com maior resistência a pragas e doenças pode resultar em uma diminuição do uso dos agrotóxicos (TONIETI et al., 2022). Entre os

entraves do manejo de soja transgênicas é a tolerância de plantas daninhas ao glifosato em áreas de cultivo contínuo de soja geneticamente modificada, o que afeta atualmente centenas de milhões de hectares de terras agrícolas em países como Estados Unidos, Argentina e Brasil (SILVA et al., 2019).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local de pesquisa

O experimento foi conduzido na Fazenda Palmares, no município de Tupaciguara-MG, nas coordenadas $18^{\circ}32'15''$ S de latitude e $48^{\circ}44'12''$ W de longitude, aos 914 metros de altitude (Figura 1).



Figura 1. Imagem da área utilizada para o desenvolvimento da pesquisa.

4.2 Semeaduras e cultivares

A semeadura das cultivares foi realizada em novembro das safras 2020/21, 2021/22 e 2022/23 com a colheita de fevereiro a março dos respectivos anos.

As cultivares utilizadas na pesquisa foram coletadas em propriedades no município de Tupaciguara-MG. A opção de escolha das propriedades foi aleatória, priorizando produtores com alta e baixa produtividade de soja nos locais de coleta. O ciclo das cultivares variaram entre 113 à 139 dias, sendo cinco convencionais (GMS001cv, GMS002cv, GMS003cv, GMS004cv e GMS005cv) e cinco cultivares transgênicas com tecnologia RR (GMS001RR, GMS002RR, GMS003RR, GMS004RR e GMS005RR) (Tabela 1). As sementes utilizadas foram tratadas com o fungicida fludioxonil e metalaxil-m (Apron® RFC), o inseticida clorantianiliprole (Dermacor®) e inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* (Rizocop®). Para a semeadura foi utilizado uma adubadora semeadora do modelo Jumil PD8, ano 2010, com configuração de oito linhas com 0,5 m de espaçamento ente linhas, adotando-se 14 sementes por metro linear.

Tabela 1. Cultivares, tecnologia, hábito de crescimento e ciclo das cultivares utilizada na pesquisa.

Cultivares	Tecnologia	Hábito Crescimento	Ciclo
GMS001RR	Transgênica	Indeterminado	113
GMS002RR	Transgênica	Indeterminado	113
GMS003RR	Transgênica	Indeterminado	113
GMS004RR	Transgênica	Determinado	133
GMS005RR	Transgênica	Determinado	133
GMS001cv	Convencional	Determinado	118
GMS002cv	Convencional	Determinado	118
GMS003cv	Convencional	Determinado	119
GMS004cv	Convencional	Determinado	133
GMS005cv	Convencional	Determinado	133

Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial com duas tecnologias (transgênica e convencional) e 10 cultivares (GMS001cv, GMS002cv, GMS003cv, GMS004cv, GMS005cv, GMS001RR, GMS002RR, GMS003RR, GMS004RR e GMS005RR), com três repetições.

As parcelas foram instaladas em uma área experimental de 10 hectares, onde as cultivares ocuparam um espaço de 300 m². Cada parcela foi padronizada com quatro linhas com cinco metros, com 0,5 metros de espaçamento, ou seja, cada cultivar ocupava uma área total de 30 m². A área útil constituiu-se das duas linhas centrais de cada parcela, excluindo meio metro de cada extremidade. A Figura 2 apresenta imagem da área experimental (lat.: 18°32'15''S; long.: 48°44'12''W; alt.: 914m) onde foi conduzida a pesquisa e na implantação antes da semeadura das cultivares.

A pesquisa foi implantada em sistema convencional, realizando aração, gradagem e gradagem niveladora. Foi realizado uma adaptação na semeadora na deposição das sementes, retirando o distribuidor de sementes, assim ficaram com a função apenas de abrir o sulco de plantio e depositar o adubo. Após o solo ser riscado com a semeadora, o espaço de cada parcela foi demarcado com cordas de barbante e a semeadura foi realizada de forma manual.



Figura 2. Imagem da implantação da pesquisa.

4.3 Análise química e física do solo

A área utilizada na pesquisa apresentava o solo Latossolo vermelho distrófico (LVd) de textura argilosa (18°32'15''S, 48°44'12''W). Os solos foram coletados e amostrados na profundidade de 0 a 20 cm. Esta amostragem foi realizada de forma hidráulica, por meio de um trado de rosca acoplado a um quadriciclo. As características químicas e físicas do solo estão apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 - Características químicas e físicas da textura do solo (LVd), na profundidade de 0-20 cm.

Química¹	unidades	LVd
pH in H ₂ O		6,24
pH		5,83
P	mg dm ⁻³	12,44
K	mg dm ⁻³	105,11
Ca	cmol _c dm ⁻³	5,24
Mg	cmol _c dm ⁻³	1,24
Al	cmol _c dm ⁻³	0
H+Al	cmol _c dm ⁻³	1,88
t	cmol _c dm ⁻³	6,74
T	cmol _c dm ⁻³	8,62
V	%	78,09
M	%	0
MO	%	3,89
B	mg dm ⁻³	0,33
Cu	mg dm ⁻³	1,11
Fe	mg dm ⁻³	46,03
Mn	mg dm ⁻³	5,56
Zn	mg dm ⁻³	3,03
Física²		
Argila	%	39,63
Silte	%	19,90
Areia	%	41,33

PH em água (1:2,5), P e K por extração de Mehlich I, Mg e Al extraíveis por solução de KCl 1 M; P na solução de equilíbrio (EP); teor de matéria orgânica (MO) e carbono orgânico (CO); T = Capacidade de troca catiônica em pH 7,0; t= Capacidade de troca catiônica efetiva; m = índice de saturação de alumínio; V = Índice de saturação por bases.

4.4 Manejo da adubação

A calagem foi realizada um mês anterior a semeadura das cultivares. As recomendações foram feitas conforme as características químicas apresentadas na Tabela 2. Para a correção e manutenção do solo foi utilizado calcário dolomítico, com a dose de 1,5 a 2 toneladas por hectare. Para a fosfatagem foi utilizado o adubo MAP 11-52-00, com a dose de 160 kg ha⁻¹, e para o fornecimento de potássio fez se o uso do adubo KCl 00-00-60, com a dose de 140 kg ha⁻¹.

Para o manejo da adubação foi adotado o parcelamento, a fosfatagem foi realizada durante a semeadura e a distribuição do potássio no distribuidor de sólidos no estágio V4 da soja.

4.5 Manejo fitossanitário e de plantas daninhas

Logo após a semeadura foi realizada a aplicação, utilizando uma bomba costal manual, do herbicida SMetolaclo (Dual Gold®) na dose de 1,5 L ha⁻¹ e flumioxazina (Flumyazin 500 sc ®) na dose de 0,04 L ha⁻¹ para realizar o controle das plantas daninhas na pré-emergência da soja. Aos trinta e cinco dias após a emergência da soja, estágio V5, foi realizada uma aplicação para controle de plantas daninhas e preventivos para doenças e pragas. No caso dos herbicidas para as linhagens RR foi utilizado o glifosato (Glifosato nortox WG ®) na dosagem de 1,5 kg h⁻¹ e Haloxifope-R-metílico (Verdict ® Max) na dose de 0,5 L ha⁻¹, já nas linhagens convencionais foi utilizado imazetapir (Imazetapir Nortox ®) na dose de 0,5 L ha⁻¹, lactofen (Drible ®) na dose de 0,6 L ha⁻¹ e clorimurom-etílico (Clorimurom 250 WG Rainbow ®) na dose de 60 g ha⁻¹. Para o controle de pragas como percevejos e lepidopteros foi aplicado Tiametoxam e Lambda-cialotrina (Engeo Pleno ®) na

dosagem de 0,2 L ha⁻¹, sulfoxafor e Lambda-cialotrina (Expedition ®) na dosagem de 0,3 L ha⁻¹, tiodicarbe (Larvin 800 wg ®) na dosagem de 0,4 ha⁻¹. Já para o controle de doenças como ferrugem, doenças de final de ciclo (DFC's) e antracnose foi utilizado de Picoxistrobina e Ciproconazol (Aproach Power ®) na dose de 0,6 L ha⁻¹, Picoxistrobina e proticonazol (Viovan ®), na dose de 0,6 L ha⁻¹ e Picoxistrobina e benzovindiflupir (Vessarya ®), na dose de 0,6 L ha⁻¹.

4.6 Colheita

A colheita do experimento foi realizada de forma manual, utilizando apenas a parcela útil do experimento, excluindo as bordaduras. No decorrer da colheita as plantas eram recolhidas, amarradas em feixe e identificadas com etiquetas para posteriormente serem transportadas para um barracão até finalizar toda colheita do experimento.

Ao finalizar o recolhimento de todos os feixes do campo, eles eram separados em cultivares e tecnologias para o começo da debulha. Foi utilizada uma máquina debulhadora do modelo B-350 acoplada em um trator, assim foi debulhado e separado cada feixe referente a cada repetição de todas as cultivares em estudo em sacarias de Kraft, e assim direcionada para as avaliações de pós-colheita.

4.7 Avaliações

Para as avaliações dos caracteres agronômicos em campo, foram utilizadas cinco plantas aleatórias na parcela útil por meio de medições de acordo com os estádios de desenvolvimento da cultura proposto por Fehr e Caviness (1977). As demais avaliações foram avaliadas na colheita e pós-colheita.

a) *Altura da planta na maturidade (APM)*: é o intervalo da superfície do solo até a inserção do racemo no ápice da haste principal, quando 50% das plantas da parcela útil se encontram em estágio R8, sendo mensurada em centímetros;

b) *Altura de inserção da primeira vagem (APV)*: Intervalo em centímetros da superfície do solo até a primeira vagem obtida na colheita;

c) *Altura da planta no florescimento (APF)*: É o intervalo da superfície do solo até a inserção do racemo no ápice da haste principal, quando 50% das plantas da parcela útil se encontram em estágio R2, é mensurada em centímetros;

d) *Produtividade*: É aferida pela massa de grãos provindas da colheita e beneficiamento das cultivares nas áreas úteis da parcela. Os resultados obtidos foram convertidos para sacas de 60 kg ha⁻¹ depois da correção da umidade para 14%, conforme demonstrado abaixo:

$$PF=PI*(100-UI/100-UF)$$

Onde:

PF: peso final da amostra;

PI: peso inicial da amostra;

UI: umidade inicial da amostra;

UF: umidade final da amostra (14%).

e) *Peso de cem sementes*: É o peso de cem sementes aleatórias da parcela colhida, limpas e na umidade ideal, pesado em laboratório em uma balança de precisão, mensurado em gramas.

4.8 Análise estatística

Os dados serão submetidos à análise de variância e quando encontradas diferenças significativas, será aplicado o teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro. Os erros padrão foram calculados para todas as médias e os procedimentos estatísticos foram realizados no software SAS versão 9.3 (SAS, 1996).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para altura das plantas de soja na safra 19/20 (Figura 3A) a tecnologia transgênica foi superior para as cultivares GMS001RR e GMS002RR. Para a tecnologia convencional não foi observado diferença significativa para altura das plantas. Nas safras 20/21 e 21/22 foram observados a mesma tendência de maior altura para as cultivares transgênicas GMS001RR, GMS002RR (Figura 3B e C). Para a cultivares GMS003cv tecnologia convencional foram superiores, quando comparadas com as cultivares transgênicas. Já para a média dos três anos as cultivares GMS001RR e GMS002RR transgênicas foram superiores em relação a esta tecnologia e em comparação com as convencionais (Figura 3D). Para as convencionais a GMS003cv foi superior. A altura das plantas da leguminosa é essencial para a cultura, já que pode ser interligados com a produção, acamamento e eficiência na colheita mecânica. O desenvolvimento da planta em função da altura é resultado da elongação do caule, que decorrente do número e do comprimento dos internódios (TAIZ; ZEIGER, 2004). Os atributos arquitetônicos das cultivares de soja influenciam de modo positivo ou negativo na produtividade e desenvolvimento da cultura (Müller, 2017). Deste modo, referente ao cultivo da soja, a incidência da radiação solar está ligada diretamente com a fotossíntese, elongação de haste principal e ramificações, expansão foliar, fixação de legumes e grãos e, fixação biológica (CÂMARA, 2000). Estes resultados estão relacionados as características das cultivares com 113 dias, sendo as GMS001 e GMS002 transgênicas hábitos crescimento indeterminado. Já para as cultivares convencional são todas de hábito de crescimento determinado por esta razão não foram verificadas diferenças significativas. Assim as diferenças se dão pelo fenótipo das cultivares, não a transgenia.

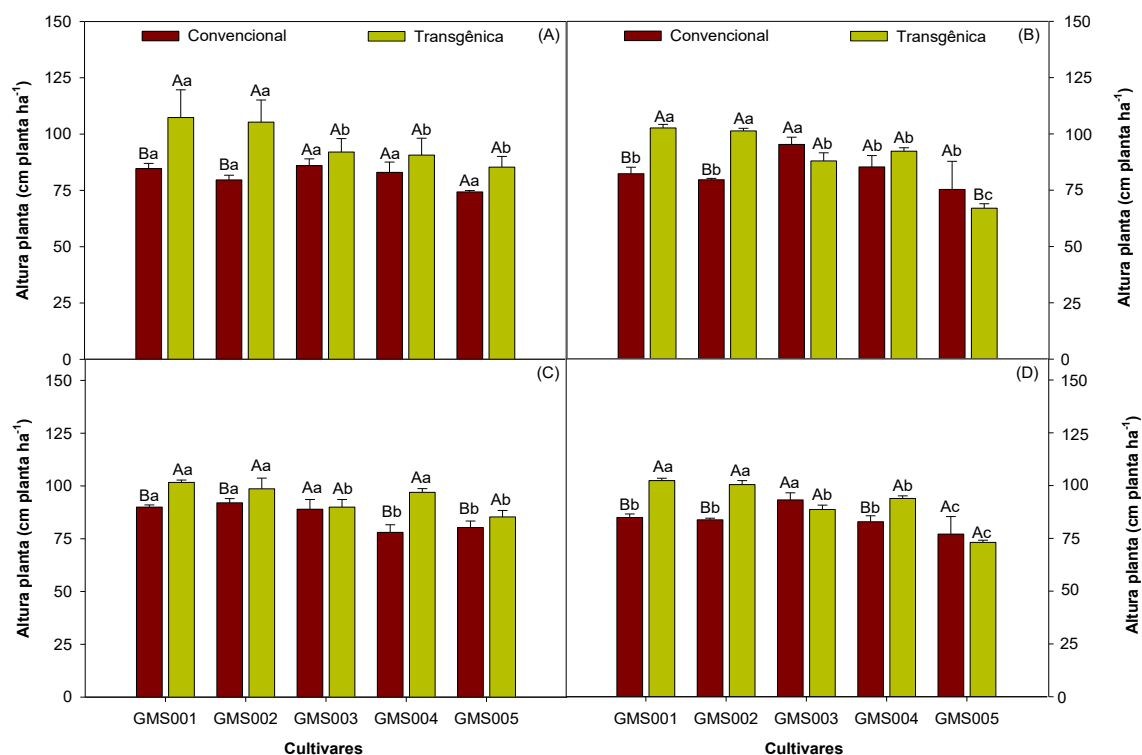


Figura 3. A altura das plantas de soja nas safras 19/20 (A), 20/21 (B), 21/22 (C) e média dos três anos 19/20, 20/21, 21/22 (D) das cultivares em função das tecnologias (convencional e transgênica). Letras maiúsculas nas colunas de cores diferentes comparam entre tecnologias (convencional e transgênica), e letras minúsculas nas colunas de cores iguais comparam cultivares, indicando diferenças significativas em relação ao teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). As colunas correspondem às médias de quatro repetições e desvios padrão.

Para altura da inserção da primeira vagem na safra 19/20 foram observados que as cultivares convencionais GMS001cv, GMS002cv e GMS003cv foram superiores. Já as cultivares transgênicas não foi observado diferenças significativas entre elas (Figura 4A). A mesma tendência foi observada na safra 20/21 com superioridade para as cultivares convencionais. Para as transgênicas diferiu-se somente a cultivar GMS001RR (Figura 4B). Em relação à safra 21/22 foi analisado que as cultivares transgênicas GMS001RR e GMS004RR foram superiores no quesito avaliado. Ademais dentre as cultivares convencionais a GMS001cv foi superior (Figura 4C). Referentes à média dos três anos as cultivares convencionais GMS002cv e GMS003cv apresentaram superioridade em relação à própria tecnologia e a transgênica (Figura 4D). A altura das plantas e a altura da inserção da primeira vagem são atributos que possuem ligação com a genética da cultivar e a recomendação de seu arranjo espacial (BARNI, 1978). A inserção da primeira vagem é um aspecto relevante, visto que estabelece a regulação da altura da barra de corte da colhedora, com intuito de

proporcionar maior eficiência no processo (MAUAD, 2011). A seleção de cultivares com altura de inserção de primeira vagem superior, em relação à comparação positiva e significativa entre esse atributo e a produtividade, auxiliaria no aprimoramento indireto para o caráter produtividade (ALMEIDA, 2010). Assim, os efeitos dessa comparação cometem que as cultivares de hábito de crescimento determinado e ciclo médio de 118 dias, que são a GMS002cv e GMS003cv convencionais, apresentaram uma maior altura da inserção da primeira vagem sendo as transgênicas de mesmo hábito de crescimento mais tardias, e as indeterminadas mais precoces. Em suma essa divergência se da as demais características agrônômicas das cultivares, não referente à alteração genética.

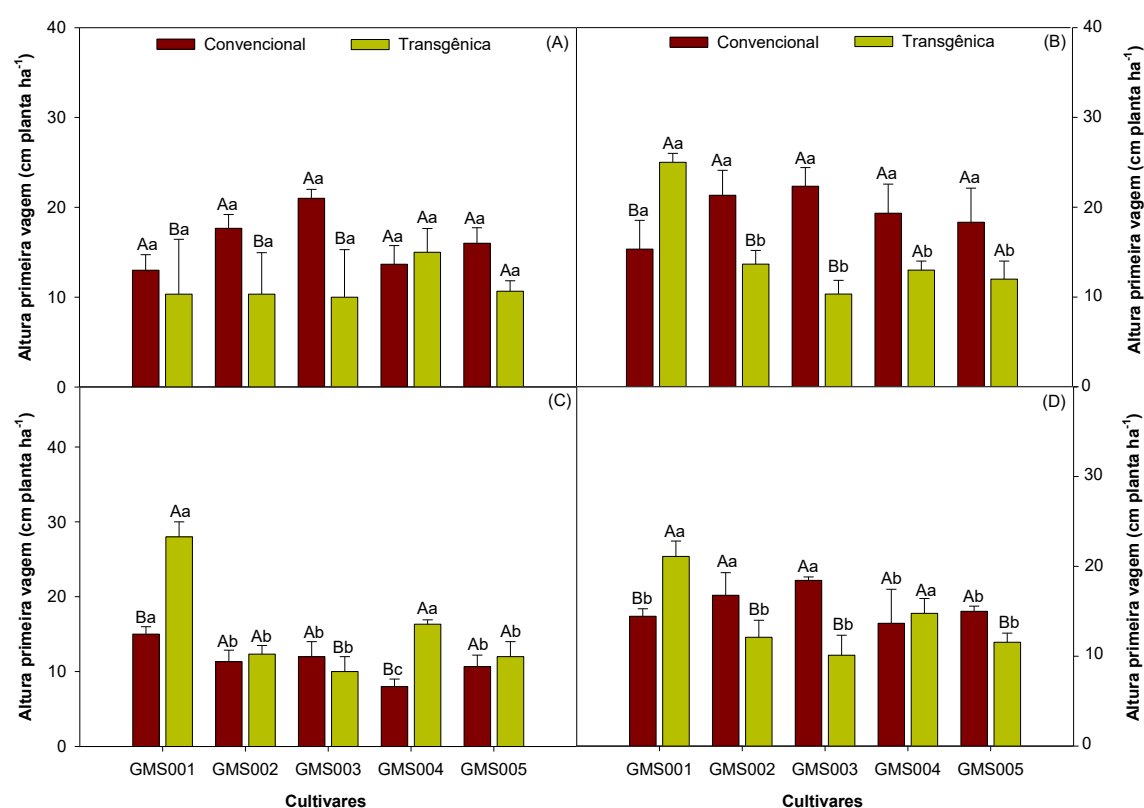


Figura 4. Altura da primeira vagem na planta de soja nas safras 19/20 (A), 20/21 (B), 21/22 (C) e média dos três anos 19/20, 20/21, 21/22 (D) das cultivares em função das tecnologias (convencional e transgênica). Letras maiúsculas nas colunas de cores diferentes comparam entre tecnologias (convencional e transgênica), e letras minúsculas nas colunas de cores iguais comparam cultivares, indicando diferenças significativas em relação ao teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). As colunas correspondem às médias de quatro repetições e desvios padrão.

Referente à altura do florescimento na safra 19/20 foi investigado que as cultivares com tecnologia convencional GMS003cv e GMS004cv sobressaíram em relação às demais. Já as com tecnologia transgênica GMS004RR e GMS005RR diferem significativamente entre

elas (Figura 5A). Pertinente às safras 20/21, 21/22 e a média dos três anos mantiveram o padrão de superioridade das cultivares convencionais GMS003cv e GMS004cv, e para as transgênicas as variedades GMS004RR e GMS005RR diferiram entre as de mesma tecnologia (Figura 5B, C e D). A relação da genética e do fenótipo da soja entre os atributos e a produção são primordialmente assertivas. Os estudos de produção apresentam que o tempo para maturação e altura da planta no florescimento, particularmente, ou a junção tempo para maturação, altura da planta no florescimento e número de nós em um índice, ajudam na apuração quanto à produção final (CARVALHO, 2002). Deste modo, as cultivares convencionais GMS003cv e GMS004cv, com característica de serem determinadas apresentou maior altura no florescimento, em contrapartida as transgênicas do mesmo hábito de crescimento determinado e ciclo tardio confirmaram a superioridade no resultado em comparação as indeterminadas. Deste modo, a diferença esta relacionada aos demais caracteres agrônômicos, não a transgenia.

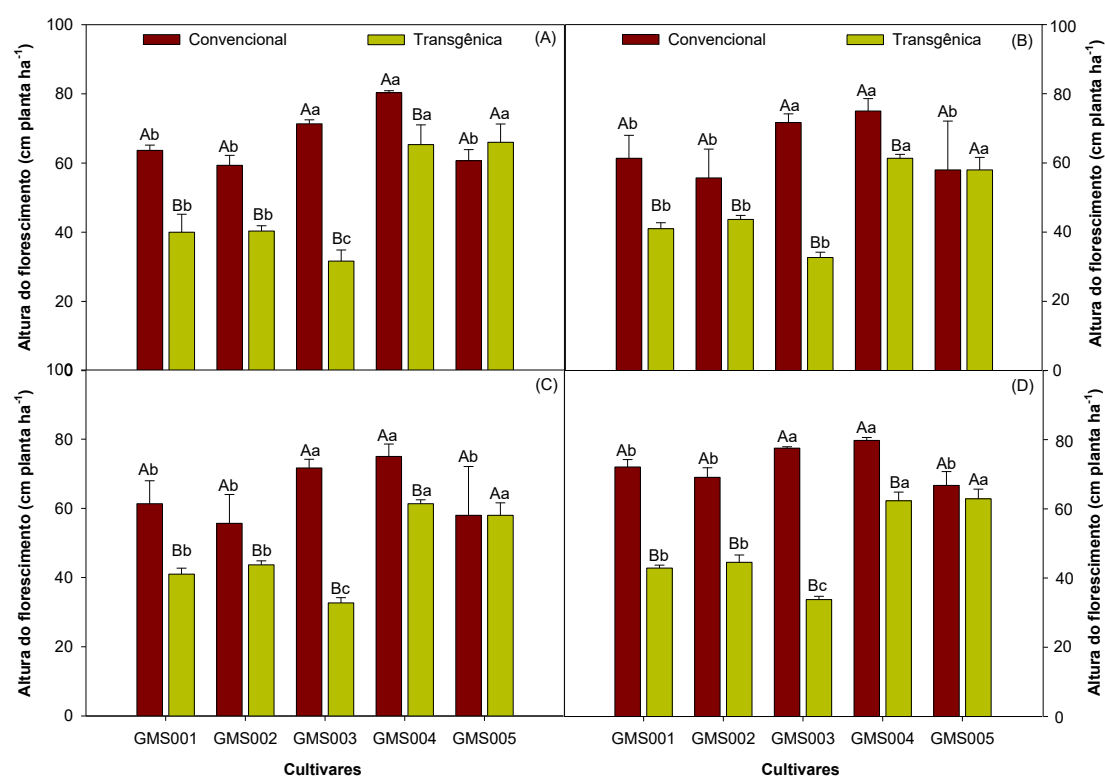


Figura 5. Altura do florescimento das plantas de soja nas safras 19/20 (A), 20/21 (B), 21/22 (C) e média dos três anos 19/20, 20/21, 21/22 (D) das cultivares em função das tecnologias (convencional e transgênica). Letras maiúsculas nas colunas de cores diferentes comparam entre tecnologias (convencional e transgênica), e letras minúsculas nas colunas de cores iguais comparam cultivares, indicando diferenças significativas em relação ao teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). As colunas correspondem às médias de quatro repetições e desvios padrão.

Em relação ao peso de 100 grãos na safra 19/20 foi observado que as cultivares GMS001RR, GMS002RR, GMS003RR e GMS004RR com tecnologia transgênica mostram resultados mais relevantes. Em contrapartida as cultivares convencionais GMS002cv e GMS003cv apresentou diferença significativa (Figura 6A). Para a safra seguinte as cultivares GMS003RR e GMS004RR com tecnologia transgênica foram superiores comparadas às demais. As cultivares convencionais GMS002cv e GMS003cv diferiu significativamente entre as de mesma tecnologia (Figura 6B). Referente à safra 21/22 as variedades com transgênica GMS001RR, GMS003RR e GMS004RR tiveram resultados mais satisfatórios para a variável avaliada. Já para as convencionais, as cultivares GMS001cv, GMS002cv e GMS003cv foi significativamente diferente das demais de mesmo pacote tecnológico (Figura 6C). Em relação à média dos três anos manteve o padrão de maior peso de 100 grãos nas cultivares transgênicas GMS001RR, GMS003RR e GMS004RR (Figura 6D). O peso médio dos grãos da leguminosa é determinado pelo genótipo, porém sofre influencia do ambiente (PANDLEY, 1973). Tanto a quantidade de grãos por vagem como também o peso, tem influencia genética substancial por esse motivo tem pouca oscilação (RAMBO, 2003). Foi verificado as correlações genéticas entre os atributos número de dias para maturação, altura de planta na maturação e peso de grãos (PELUZIO, 1997). Em suma, as cultivares transgênicas em sua maioria, tanto as de tipo de crescimento determinado e indeterminado, ou de ciclo mais curto ou tardio apresentaram superioridade em relação ao peso de 100 grãos.

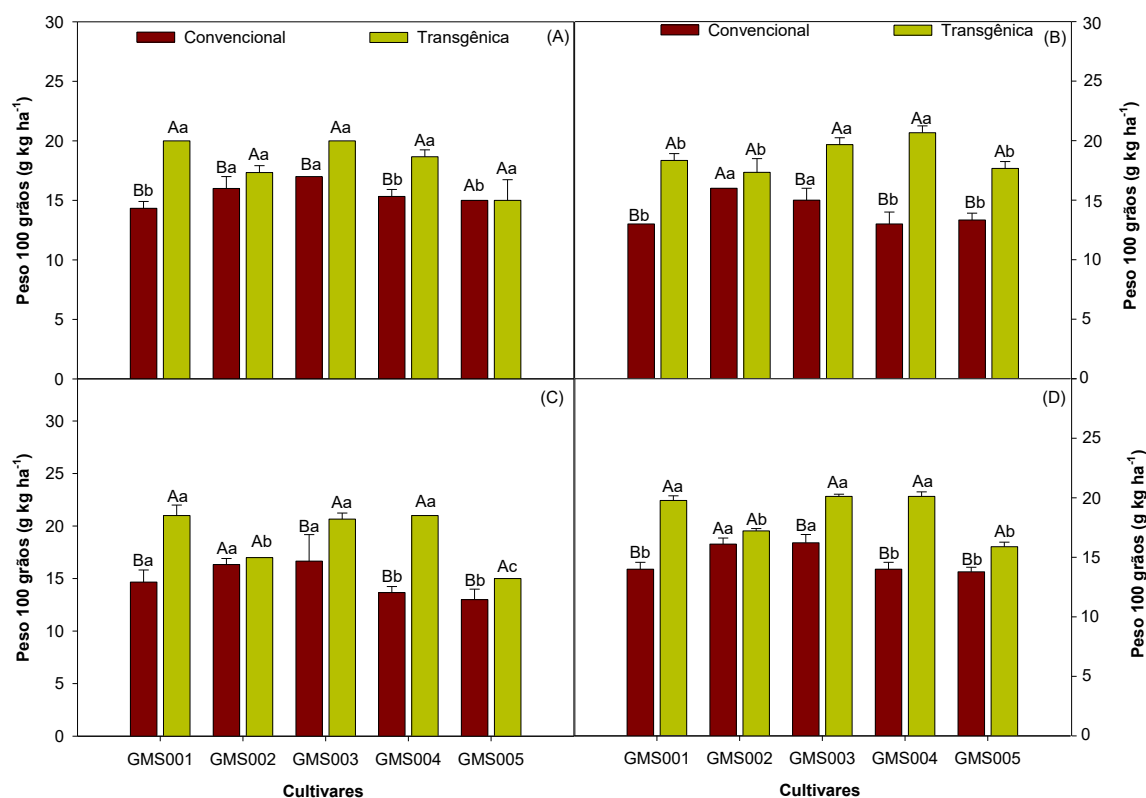


Figura 6. Massa de 100 grãos nas plantas de soja nas safras 19/20 (A), 20/21 (B), 21/22 (C) e média dos três anos 19/20, 20/21, 21/22 (D) das cultivares em função das tecnologias (convencional e transgênica). Letras maiúsculas nas colunas de cores diferentes comparam entre tecnologias (convencional e transgênica), e letras minúsculas nas colunas de cores iguais comparam cultivares, indicando diferenças significativas em relação ao teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). As colunas correspondem às médias de quatro repetições e desvios padrão.

Para a produtividade na safra 19/20 não houve diferença significativa entre os resultados avaliados (Figura 8A). Já para safra 20/21, as cultivares transgênicas GMS003RR e GMS005RR teve maior índice de produtividade. Para as cultivares convencionais a GMS002cv e GMS005cv sobressaíram sobre as de mesmo pacote tecnológico (Figura 8B). Em relação a safra 21/22, a cultivar transgênica GMS002RR obteve maior rendimento, entretanto as cultivares GMS003 e GMS005 não diferiram significativamente entre ambas as tecnologias (Figura 8C). Para as médias de produtividade de todos os anos avaliados, as cultivares convencionais GMS001cv e GMS005cv foram inferiores as demais. Para o restante das cultivares em estudo não obteve diferença significativa entre elas (Figura 8D). O aumento da produção da leguminosa é efeito do processo de melhoramento genético e do ambiente

(XIAO; TAO, 2014). Alguns pesquisadores têm mencionado que grande parte do aumento da produtividade é resultado do melhoramento genético, com a elaboração de novas variedades (RAMALHO; ARAÚJO, 2011; ROWNTREE et al., 2013), fazendo com que a outra parte responsável pelo incremento de produção seja as melhorias nas práticas agrônômicas e a correlação dos avanços agrônômicos com a genética (FERREIRA JÚNIOR et al., 2015). Os resultados obtidos nessa avaliação mostram que apresentam diferenças nas variedades GMS001 e GMS005 transgênica quanto ao parâmetro de produtividade.

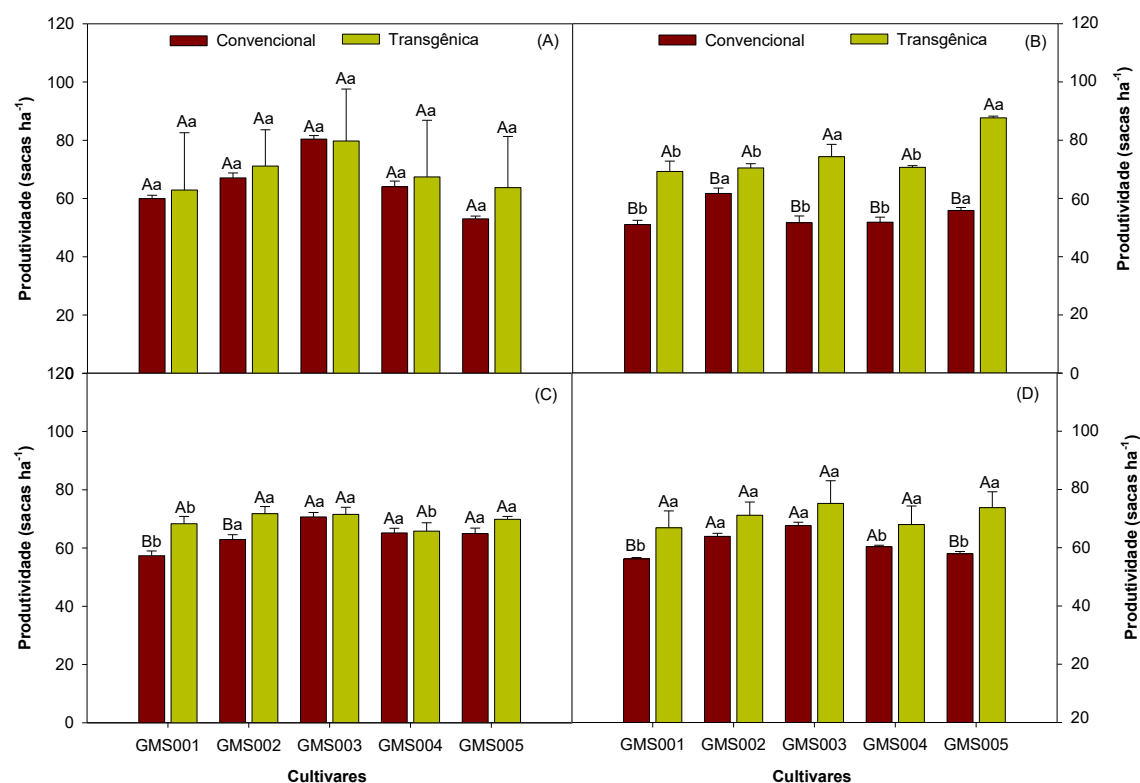


Figura 7. A Produtividade da soja nas safras 19/20 (A), 20/21 (B), 21/22 (C) e média dos três anos 19/20, 20/21, 21/22 (D) das cultivares em função das tecnologias (convencional e transgênica). Letras maiúsculas nas colunas de cores diferentes comparam entre tecnologias (convencional e transgênica), e letras minúsculas nas colunas de cores iguais comparam cultivares, indicando diferenças significativas em relação ao teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). As colunas correspondem às médias de quatro repetições e desvios padrão.

6. CONCLUSÃO

Os resultados apresentados permitem concluir haver diferença entre as tecnologias de soja transgênicas e convencionais quanto a parâmetros relacionados a produtividade para as cultivares GMS001 e GMS005. As demais cultivares avaliadas mostraram terem produtividade similar. As diferenças podem ser devido ao pacote genético e tecnológico dessas cultivares que proporcionam a expressão de diferentes características que conferem melhor produtividade, não relacionadas exclusivamente aos transgene. As cultivares convencionais, dependendo do conjunto genes que expressam, podem apresentar produtividade semelhante às transgênicas e ocupar um lugar de destaque na comercialização de soja no Brasil, atingindo um nicho de mercado diferenciado e com expectativas de melhor retorno financeiro.

REFERÊNCIAS

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

BERLATO, M.A.; FARENZENA, H.; FONTANA, D.C. Associação entre El Niño Oscilação Sul e a produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.423-432, 2005.

BISINOTTO, F. F. **Correlações entre caracteres como critério de seleção indireta, adaptabilidade e estabilidade em genótipos de soja**. 77f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

BORÉM, A.; SANTOS, F. R. **Variedades Resistentes a Herbicidas: Legislação e liberação**. In: **A ciência das plantas daninhas na sustentabilidade dos sistemas agrícolas**. XXVI CBCPD/ XVIII Congresso ALAM. 2008. p.165-178.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de plantas**. 7. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2017.

CANO, W. Industrialização e (sub)desenvolvimento. **Cadernos do Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 15, p. 139-174, 2014

CARVALHO, L. C. **Análise econômica da produção de soja RR2 PRO e soja RR1**: estudo de caso no Estado de Mato Grosso. 55 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) -Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista -UNESP, Botucatu, 2015.

CECCARELLI, S. Efficiency of Plant Breeding. **Crop Science**, v. 55, n. 1, p. 87–97, 2015.

COBB, J. N. et al. Enhancing the rate of genetic gain in public-sector plant breeding programs: lessons from the breeder's equation. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 132, n. 3, p. 627–645, 2019.

CONAB. Série Histórica. Disponível em: **Conab - Soja**. Acesso em 30 de maio 2023.

CONAB. Produção de grãos está estimada em 312,5 milhões de toneladas na safra 2022/23. Acessado em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4971-producao-de-graos-esta-estimada-em-312-5-milhoes-de-toneladas-na-safra-2022-23>. Acesso em 27 de abril 2023.

DUNCAN, A. M. Soy and human health. In: CRAIG, Winston J Vegetarian Nutrition and Wellness, p. 173, 2018.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Soja em números (2022/23). Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 21 out. 2023.

FIEL, A. A. Aspectos jurídicos e econômicos da sojicultura brasileira na economia global: uma análise do direito de propriedade do agricultor brasileiro de soja commodity padrão exportação. 2020. 187 f., il. Dissertação (Mestrado em Direito)-**Universidade de Brasília**, Brasília, 2020.

FUCK, M. P.; BONACELLI, M. B. M. As interações entre os setores público e privado no lançamento de novas cultivares de soja, milho e trigo no Brasil. In: XXIV Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, Gramado - RS, out, 2006.

GIMENEZ, JED; RAMOS JUNIOR, E. U. **Desempenho de cultivares de soja convencional e transgênica no médio norte mato-grossense, na safra 2020/2021**. XVII Jornada Acadêmica da Embrapa Soja, v. 86065, p. 15, 2022.

GUERRANTE, R. S. Transgênicos: uma visão estratégica. Rio de Janeiro: **Interciência**, 2003.

HIRAKURI, M.H; LAZZAROTTO, J.J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, v.1 n.1, p.9, 2014.

LEITÃO, F. O.; SILVA, W. H.; GRANEMANN, S. R.; RIBEIRO, J. G. B.L. Mudanças organizacionais no sistema agroindustrial (sag) da soja pós-inovação tecnológica dos transgênicos. **Brazilian Journal of Management Innovation**, v. 5, n. 3, p. 145-171, 2018.

LIMA, W. F., PÍPOLO, A.E., José Ubirajara Vieira Moreira Claudio Guilherme Portela de Carvalho Cássio Egídio Cavenaghi Prete Carlos Alberto Arrabal Arias Marcelo Fernandes de Oliveira Geraldo Estevam de Souza José Francisco Ferraz de Toledo et al. Interação genótipo-ambiente de soja convencional e transgênica resistente a glifosato, no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 6, p. 729-736, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008000600009>

LONDRES, Flávia. **Transgênicos no Brasil: as verdadeiras consequências**. Acesso em, v. 3, 2017.

MADELLA, Laura Alexandra. **Progresso genético da soja no Brasil em um programa de melhoramento comercial**. 2022. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 3 de fevereiro 2022.

MASCARENHAS, H. A. A.; TANAKA, R. T.; WUTKE, E. B.; KIKUTI, H. Nitrogênio: a soja aduba a lavoura da cana. **O Agrônomo**. Campinas, v. 1, n. 57, 2005.

MONTOYA, M. A. et al. Uma Nota Sobre Consumo Energético, Emissões, Renda e Emprego na Cadeia de Soja no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, v. 73, n. 3, p. 345-369, 2019.

MÜLLER, L. Taxonomia e morfologia. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. A soja no Brasil. 1 ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, p. 65-104, 1981.

PAVÃO, Juliane Andressa; VOESE, Simone Bernardes. ANÁLISE DOS CUSTOS E DA PRODUTIVIDADE DA SOJA CONVENCIONAL E TRANSGÊNICA NO BRASIL NOS ANOS DE 2017 E 2018. Singular. **Sociais e Humanidades**, v. 1, n. 3, 2020.

RODRIGUES, E. C., FARIAS, B. M., LADISLAU, F. V., SOUZA, J. A. DA S., MACÊDO, E. N. Influência do tempo de reação e do teor de sódio na síntese da zeólita 4A e obtenção da fase zeolítica 5A através da troca catiônica / Influence of reaction time and sodium content on

the synthesis of zeolite 4A and obtaining the zeolitic phase 5A through cation exchange. **Brazilian Journal of Development**, v.7 n. 2, p.11835–11850, 2021.

SEDIYAMA, T.; SILVA, F. L.; BORÉM, A. **Livro Soja do Plantio à Colheita** - UFV. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M. G.; SEDIYAMA, C. S.; GOMES, J. L. L. **Botânica, descrição da planta e cruzamentos artificial**. In: Cultura da Soja – I parte. Viçosa: UFV, p. 5-6, 1985.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. **Melhoramento da Soja**. In: BORÉM, A. (Ed.). Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: UFV, p. 553-604. 2005.

SIGRIST, M. S. **Mapeamento associativo de locos relacionados à produtividade de grãos em soja**. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2012.

SILVA, E.V.; DALCIN, E.; BROGIN, R.L., NUNES, M.F.; GODINHO, V.P.C. **Custos de produção de soja convencional e transgênica: oportunidades de negócios com o cultivo de soja convencional no estado de mato grosso**. Embrapa soja, 2019.

SILVA, AC da; LIMA, EPC de; BATISTA, Henrique Rogê. A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação. **V Encontro de Economia Catarinense**, 2011.

SILVEIRA, J. V. F.; RESENDE, L. M. **Estratégias de mercado no agronegócio paranaense: soja convencional vs transgênica**. Produção [online], São Paulo, v. 20, n. 1, 2010.

SOUZA, L. S. **Alimentos transgênicos: o que os alunos do curso de nutrição de uma instituição de ensino superior do Rio de Janeiro sabem sobre este tema?** 2017. 44 f Trabalho de conclusão de curso (Graduação em nutrição). Centro Universitário – Laureate International Universities, Rio de Janeiro.

TODESCHINI, M. H. et al. Soybean genetic progress in South Brazil: physiological, phenological and agronomic traits. **Euphytica**, v. 215, n. 7, p. 124, jul. 2019.

TONIETI, C.; MARIN, L.J.; OLIVEIRA, M.A.P.; VALLIN, R.O.; GREANY, S.M.; SANTANA, T.B. **Óleo de soja: transgênico ou não transgênico no Brasil**. Fundação de Ensino Octávio Bastos, 2022.

TREVISOL, Iara Taciana Gonçalves. **Análise de custos de produção da soja convencional na Fazenda São José**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Agronegócio, Faculdade Vale do Aço, Açailândia, 2022.

VOLPATO, L. **Seleção de progênies de soja para produção de grãos com uso de modelos mistos**. Dissertação, p.78, Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, MG. 2016.

VERNETTI, F. J.; JUNIOR, F. J. V. **Genética da soja: caracteres quantitativos e diversidade genética**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 221, 2009.

KAPPES, J. Fronteiras da soja no Oeste Catarinense: biopoder e difusão de transgênicos (2002-2010). Universidade Federal da Fronteira Sul, 9 de julho 2020.

XIAO, D.; TAO, F. Contributions of cultivars, management and climate change to winter wheat yield in the North China Plain in the past three decades. **European Journal of Agronomy**, v. 52, p. 112–122, 2014.

XU, Y. et al. Enhancing genetic gain in the era of molecular breeding. **Journal of Experimental Botany**, v. 68, n. 11, p. 2641–2666, 2017.