

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO  
TOCANTINS  
CAMPUS ARAGUATINS  
CURSO BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**RODRIGO BARBOSA MARQUES**

**ADAPTAÇÃO E EVOLUÇÃO DE VARIEDADES DE SOJA NO BRASIL**

**ARAGUATINS**

**2022**

**RODRIGO BARBOSA MARQUES**

**ADAPTAÇÃO E EVOLUÇÃO DE VARIEDADES DE SOJA NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal do Tocantins – *Campus Araguatins*, como exigência à obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Me. Márcio Rogério Pereira Leite

**ARAGUATINS  
2022**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins**

---

M357a Marques, Rodrigo Barbosa  
Adaptação e evolução de variedades de soja no Brasil / Rodrigo  
Barbosa Marques. – Araguatins, TO, 2022.  
37 p.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins,  
Campus Araguatins, Araguatins, TO, 2022.

Orientador: Me. Márcio Rogério Pereira Leite

1. Desenvolvimento. 2. Regiões. 3. Maturidade. I. Leite, Márcio  
Rogério Pereira. II. Título.

**CDD 630**

---

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



Ministério da Educação  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins  
*Campus Araguatins*  
Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônoma

## FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “**ADAPTAÇÃO E EVOLUÇÃO DE VARIEDADES DE SOJA NO BRASIL**”

AUTOR (A): **Rodrigo Barbosa Marques**  
ORIENTADOR (A): **Me. Marcio Rogerio Pereira Leite**  
COORIENTADOR (A): **Negrilo**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Agronomia.

Aprovado em 20 de junho de 2022.



Documento assinado eletronicamente por **Marcio Rogerio Pereira Leite, Servidor**, em 20/06/2022, às 08:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Samuel de Deus da Silva, Servidor**, em 20/06/2022, às 08:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ruy Borges da Silva, Servidor**, em 20/06/2022, às 08:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ifto.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ifto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1628621** e o código CRC **CE2A8155**.



## DEDICATÓRIA

*Aos meus amados pais, Rosirene Marques e Gercivaldo Barbosa, aos meus irmãos Gustavo Marques e Kaysson Marques, a Meus avós, Miguel Balbino e Anizia de Sousa, a minha madrinha, Aliania Barbosa, e a minha tia Ana Márcia, por serem meu alicerce.*

*Dedico*

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente à Deus que sempre esteve comigo nos momentos difíceis, me proporcionando condições de chegar a essa etapa tão importante da minha vida.

Agradecer a instituição pela estrutura e qualidade de ensino concedida a mim e a todos meus colegas.

Ao meu orientador MSc. Márcio Rogério Pereira Leite por todo o suporte durante esta etapa. Agradecer também a Cristiely Oliveira por me ajudar imensamente com a incrementação e enriquecimento do trabalho.

Aos professores que formam a banca avaliadora e aceitaram o meu convite, Ruy Borges, Samuel de Deus e Poliana Mendes Avelino.

A Karolayne por toda ajuda, apoio e parceria durante todo o processo de elaboração.

Aos meus amigos Myllenna Gonzaga e Norton Balby, que me ajudaram e motivaram durante a elaboração deste trabalho.

A todos os meus professores e colegas que tiveram participação direta na minha formação acadêmica e como pessoa.

A minha família que foi meu alicerce, batalhando sempre ao meu lado, me fornecendo todas as condições para que o atual momento se tornasse possível. Agradecer especialmente a minha mãe Rosirene Marques e ao meu pai Gercivaldo Barbosa, que batalharam bastante e me forneceram todo o suporte necessário para me fazer chegar onde estou hoje, sempre estando ao meu lado e comemorando todas as minhas conquistas pessoais e profissionais, então a eles sempre serei grato.

E a todas as pessoas que fizeram parte dessa longa jornada, os meus sinceros agradecimentos, e o meu muito obrigado.

*“Se o dinheiro for a sua esperança de independência, você jamais a terá. A única segurança verdadeira consiste numa reserva de sabedoria, de experiência e de competência.”*

**(Henry Ford)**



## RESUMO

Fazendo parte da família Fabaceae (leguminosas), e tendo em vista a sua grande versatilidade dentro do mercado consumidor, a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) desempenha papel fundamental dentro do cenário de exportação mundial. Atualmente o Brasil é o maior produtor de soja no mundo, sendo notável a sua participação direta no PIB, e desenvolvimento do agronegócio brasileiro, expandindo assim cada vez mais o seu cultivo dentro do território nacional. O grande desafio da adaptação de variedades de soja em diferentes regiões, se dá pelas grandes variações de clima, temperatura, pragas e doenças encontradas à medida que se avança em direção a diferentes níveis de latitude. O objetivo do trabalho foi avaliar as dificuldades e os meios que proporcionaram a expansão e adaptação de cultivares de soja no Brasil. A fundamentação dessa pesquisa está na abordagem exploratória de verificação qualitativa, com o levantamento de informações e propriedades que culminaram na adaptação de variedades em diversas regiões. Concluiu-se que, para o atual sucesso desta cultura dentro do cenário nacional, foi necessário a adoção de diferentes técnicas de melhoramento e tecnologias de manejo, de modo a proporcionar uma expansão da soja para diferentes regiões brasileiras, levando em consideração as dificuldades proporcionadas de acordo com as dissemelhanças latitudinais.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento. Regiões. Maturidade. Latitude.

## ABSTRACT

Being part of the Fabaceae (legumes) family, and in view of its great versatility within the consumer market, Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) plays a fundamental role within the world export scenario. Currently, Brazil is the largest soybean producer in the world, its direct participation in PIB being remarkable, and development of Brazilian agribusiness, thus increasingly expanding its cultivation within the national territory. O grande desafio da adaptação de variedades de soja em diferentes regiões, is due to the large variations in climate, temperature, pests and diseases found as one moves towards different levels of latitude. The objective of the work was to evaluate the difficulties and the means that provided the expansion of soy in Brazil. The foundation of this research is in the exploratory approach of qualitative verification, and quantitative character, due to the survey of information and properties of cultivars used in different regions according to their degree of relative maturity. It was concluded that, for the current success of this culture within the national, it was necessary to adopt different breeding techniques and management technologies, in order to provide an expansion of soy to different Brazilian regions, taking into account the difficulties provided according to the latitudinal dissimilarities.

**Key words:** Development, Regions, Maturity, Latitude.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

CTPA – Centro Tecnológico para Pesquisas Agropecuárias

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EUA - Estados Unidos da América

PJL – Período Juvenil Longo

SCIELO - Cientific Electronic Library Online

SEAGRO – Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento

USDA – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

PIB – Produto Interno Bruto

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1</b>	<b>Cultura da soja no Brasil .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2</b>	<b>Desafios entomológicos e fitopatológicos .....</b>	<b>14</b>
<b>3.3</b>	<b>Cultivares de soja: grupos de maturação e zonas de adequação .....</b>	<b>16</b>
<b>3.4</b>	<b>Estratificações ambientais para indicação de cultivares de soja .....</b>	<b>18</b>
<b>3.5</b>	<b>Grupos de maturação e sistemas de produção em soja .....</b>	<b>21</b>
<b>3.6</b>	<b>Produtividade da soja: distribuição geográfica e grupos de maturação .....</b>	<b>22</b>
<b>3.7</b>	<b>Elementos da produção, desenvolvimento e fenologia das cultivares .....</b>	<b>24</b>
<b>3.8</b>	<b>Exemplos de cultivares adaptadas para regiões norte e nordeste.....</b>	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>30</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil atualmente detém o título de maior produtor de soja do mundo, contando com uma produção total de 135,409 milhões de toneladas, em uma área de 380,502 milhões de hectares para a safra 2020/2021 (CONAB, 2021). O gradativo aumento de produção tem como causa, sobretudo, as tecnologias aplicadas, além da tecnificação do manejo cultural, aliados ao melhoramento genético de plantas, objetivando buscar superar desafios e barreiras regionais, possibilitando o seu cultivo em diversas regiões brasileiras com as mais variadas condições de clima e solo.

Nos dias atuais, a produtividade de soja compreende aproximadamente todas regiões e estados brasileiros, procedendo em alta distinção ambiental para lavoura. Essa lavoura abrange expansões territoriais com intensidade superior a 30º de latitude, sob incontáveis situações edafoclimáticas. Em decorrência à sensibilidade fenotípica da soja às modificações ambientais, especialmente à temperatura e ao fotoperíodo, o desenvolvimento e a sugestão de cultivares são regionalizados mediante agrupamentos do ambiente. Ainda, a disponibilidade hídrica é fator predominante no proveito da cultura, sendo determinado como o principal fator encarregado pelas alterações de produtividade em superfície intrarregional (LIMA, 2001). De tal modo, faz-se imprescindível entender a disposição de adaptabilidade das cultivares, regionalmente, de acordo com as propriedades, direta ou indiretamente, influenciadas pelo grupo de maturidade.

Por meio da escolha de cultivares menos compassivas a alterações fotoperiódicas, foi concebível a adequação da cultura da soja a locais de baixa latitudes, nomeadamente compreendendo as áreas sob vegetação de Cerrado (DESTRO *et al.*, 2001). Todavia, a introgressão dessa propriedade no germoplasma comercial derivou, primeiramente, no acréscimo do ciclo das cultivares voltadas para regiões de extensão agrícola, e, ainda, abrangidas como áreas de baixa produtividade e com superfície tecnológica diminuída. No decorrer dos anos, com a expansão do nível de tecnologia, especialmente em relação ao manejo cultural, correção de produtividade de solos e zoneamento agroclimático, foi admissível a utilização de cultivares de ciclo curto e mais responsivas a melhoras ambientais.

Segundo a VILELA, et al. (2016), a utilização de cultivares de ciclo precoce são as preferidas pelos produtores, de modo a viabilizarem a estratégia de um sistema de produção de duas safras no mesmo ano, melhorando assim a eficiência de

utilização do solo dentro de suas propriedades. Essa perspectiva, motivou então diversos esforços aplicados em programas de melhoramento para a seleção apropriada de linhagens mais precoces, estabilizadas e de produtividade bastante favorável. Diante disso, é admissível analisar para a seleção de novas cultivares, não apenas a produtividade, mas, sobretudo, o ciclo e, ou, a combinação destas características.

A introgressão do tipo de desenvolvimento indefinido, primeiramente na Região Sul do Brasil e, de modo recente, na região do Cerrado, tem permitido a aquisição de cultivares mais estáveis à variação na massa volumar e época de plantio. Logo, cultivares de soja com disposição ramificada têm sido as mais escolhidas em consequência à suposta plasticidade fenotípica, mesmo sob populações diminuídas. É perceptível que, as propriedades agronômicas das cultivares comerciais têm-se adaptado a sistemas agrícolas mais hábeis, com diminuição da conservação da cultura no campo e promoção ou manutenção dos coeficientes produtivos.

Desse modo, o objetivo do presente estudo foi de analisar os fatores e características que proporcionaram a adaptação e evolução de variedades de soja no Brasil.

## **2 METODOLOGIA**

Esta pesquisa é fundamentada em uma abordagem exploratória de verificação qualitativa, existindo, também, um caráter quantitativo, quando se fez o levantamento de informações e propriedades do tipo de cultivar utilizadas em diferentes regiões de acordo com seu grau de maturidade relativa. Fundamenta-se em referenciais teóricos de estudo de caso, pesquisados na base de dados do Scielo, Google Acadêmico, Conab, Embrapa e conseqüentemente a base analógica desse tipo de investigação se centraliza na exposição, análise e compreensão das informações recolhidas no decorrer do processo investigatório, procurando entendê-las de maneira contextualizada.

O principal objetivo da pesquisa recai sobre ressaltar os fatores que influenciam diretamente no desenvolvimento da cultura e quais os aspectos que proporcionaram sua expansão para diferentes regiões brasileiras.

A partir disso, o levantamento de dados necessários para esse trabalho foi utilizando o método de inclusão e exclusão, onde após uma análise secundária de todos os arquivos pesquisados houve a seleção de todos que mais obtinham dados que condiziam com a temática da pesquisa.

Posteriormente, foi realizada a análise mais profunda dos resultados, para assim compor a revisão almejada. Em seguida, foi feita a organização das informações e composição dos tópicos expostos na pesquisa para, serem então divulgados e apresentados.

## **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1 Cultura da soja no Brasil**

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das mais extraordinárias culturas atuantes na economia global. Seus grãos são abundantemente utilizados pela agroindústria, tanto na produção de óleo vegetal e nas formulações de rações para alimentação animal, indústria química e de alimentos. Nas últimas décadas, vem expandindo também o uso como fonte alternativa de biocombustível (COSTA NETO; ROSSI, 2000).

A soja exhibe como núcleo de origem e domesticação o nordeste da Ásia (China e regiões contíguas) (CHUNG; SINGH, 2008) e a sua dispersão do Oriente

para o Ocidente aconteceu por meio do comércio marítimo. No Brasil, o relato primário sobre o aparecimento da soja por meio de seu cultivo é de 1882, no estado da Bahia (BLACK, 2000). Posteriormente, foi levada por estrangeiros japoneses para São Paulo, e apenas no ano de 1914 a soja foi introduzida no estado do Rio Grande do Sul, sendo este finalmente, o local onde as variedades trazidas dos Estados Unidos, melhor se adequaram às condições edafoclimáticas, sobretudo em relação ao fotoperíodo.

A inserção de programas de melhoramento genético de soja no Brasil permitiu a melhoria da cultura para as regiões de baixas latitudes, por meio do desenvolvimento de cultivares mais adaptados por meio da inclusão de genes que atrasam o florescimento mesmo em categorias de fotoperíodo indutor, conferindo a propriedade de período juvenil alongado (FREITAS, 2011).

Todo o trabalho desses laboratórios de melhoramento nesses últimos anos vem tornando possível o progresso de novos cultivares com alta estabilidade e adequabilidade, os quais oferecem caracteres agronômicos almejavéis e elevada produtividade de grãos para as regiões consideradas fortes na lavoura no território brasileiro, além de possibilitar o seu cultivo também em regiões que antes eram consideradas inadequadas, devido principalmente as condições de solo e clima pelas diferenças de latitude. A cultura da soja tem sido vitimada por múltiplos insetos, os quais podem advir no decorrer de todo o seu período de desenvolvimento. O controle das principais pragas da soja necessita ser realizado baseado nos princípios do que chamamos de “Manejo Integrado de Pragas - MIP”, os quais versam de tomadas de decisões de controle com base no plano de ataque, na quantidade, no tamanho dos insetos pragas e conseqüentemente no estágio de desenvolvimento da planta (CHUNG; SINGH, 2008).

### **3.2 Desafios entomológicos e fitopatológicos**

O complexo de percevejos caracterizados como fitófagos (*Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii* e *Euschistus heros*) e as lagartas desfolhadoras, ou seja, que tem como base de alimentação as folhas da soja (a lagarta da soja: *Anticarsia gemmatilis* e as lagartas falsa-medideira: especialmente a *Pseudoplusia includens*) são as consideradas como as principais pragas da cultura soja no Brasil (FREITAS, 2011).



Os percevejos por se nutrirem dos grãos, atacam gravemente o seu produto e a sua categoria. Ao importunarem a murcha e mal desenvolvimento dos grãos e vagens, a planta de soja não amadurece corretamente, continuando verde no período de colheita (HOFFMANN-CAMPO *et al.*, 2000).

Segundo CONTINI *et al.*, (2022) a lagarta falsa medideira (*Chrysodeixis includens*) é uma das principais pragas da cultura da soja, devido a sua severa desfolha, comprometendo diretamente no custo final de produção.

Com o uso indiscriminado de inseticidas, houveram um aumento significativo de problemas fitossanitários na cultura da soja, gerando também uma contaminação pelos produtos utilizados, além da morte de inimigos naturais, resultando assim em um ambiente ideal para a evolução de resistência por essas pragas, de modo que a utilização de variedades resistentes, seria então uma forma de proporcionar a redução de custos e conseqüentemente a diminuição do uso descontrolado de defensivos agrícolas (CONTINI *et al.*, 2022).

O sucesso na extensão da leguminosa no território brasileiro aconteceu também pelo incremento de variedades resistentes a algumas doenças que atingem a cultura. Existem cerca de 40 doenças que prejudicam a cultura, das mais variadas etiologias. A mancha olho-de-rã (*Cercospora sojina*) apareceu em 1980 e foi a primeira doença a ocasionar perdas rigorosas na soja. Na década de 90, o Cancro-da-haste (*Diaporthe phaseolorum f. sp. meridionalis*); nematóide do cisto da soja (*Heterodera glycines*) e o oídio (*Erysiphe diffusa*), acarretaram perdas expressivas na produção (YORINORI, 2002).

Ainda conforme os estudos de Yorinori *et al.*, (2002), na safra 2000/01 foi descrito pela primeira vez um episódio de ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) em lavouras de cunho comercial de soja. Na safra 2002/03, a doença disseminou-se em praticamente todas as regiões de produção, representando uma advertência para a cultura em emprego dos prejuízos motivados (estragos de até 70% na produtividade) e do acréscimo de despesa de produção para seu controle.

Na safra 2011/12 já estavam disponíveis na classe produtora, 5 variedades de soja consideradas resistentes ao fungo *Phakopsora pachyrhizi*, ocasionador da ferrugem asiática da soja, sendo quatro variedades desenvolvidas pela Tropical Melhoramento e Genética (Soja Inox), destas, duas cultivares são convencionais (TMG 801 e TMG 803) e 2 cultivares de característica transgênica (TMG 7161RR e

TMG 7188RR) e 1 variedade convencional (BRSGO 7560) da sociedade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SEAGRO) do estado de Goiás e com o Centro Tecnológico para Pesquisas Agropecuárias (CTPA) (FREITAS, 2011).

É cabível ressaltar que novos desafios técnicos vão aparecendo todos os anos e mexendo com pesquisadores, melhoristas, técnicos e agricultores que cultivam a cultura da soja. Nas safras (2009/10 e 2010/11) determinados produtores relataram uma nova anomalia conhecida popularmente como soja louca II, o que importunou contestações e estudos exclusivos para descobrir o quebra-cabeça e explicar as causas e/ou agentes causais da anomalia que ocasionou o abortamento dos botões florais das plantas, alteração e detrimento de folhas, a formação de vagens desfiguradas e que não chegaram no ponto de maturação, impedindo sobremaneira o processo de ceifa das lavouras agredidas. É formidável referir, que esses ataques foram notados tanto em áreas cultivadas com soja convencional, quanto em áreas cultivadas com soja RR (LIU *et al.*, 2017).

Levando em consideração todos esses fatores analisados, e a grande ambição de expansão dessa cultura para outras regiões, surgiu então a nova fronteira agrônômica, essa que está se tornando cada vez mais próspera no norte e nordeste brasileiro para produção de soja. O chamado “Matopiba”, região de Cerrado que conglomerava o sul do Maranhão, o sul do Piauí, norte do Tocantins e oeste Baiano. A elevada produtividade nessas regiões se dá em consequências às boas condições edafoclimáticas, variedades adaptadas e a adoção de tecnologias no plantio da cultura (VENCATO *et al.*, 2010).

### **3.3 Cultivares de soja: grupos de maturação e zonas de adequação**

No Brasil, por diversos anos, o período de ciclo de cultivares de soja foi considerado como precoce, médio e tardio. Logo, com a clara dificuldade de discernimento do ciclo das cultivares, mediante esses singulares grupos, admitiu-se superfícies intermediárias, como superprecoce e semitardio (EMBRAPA, 2000). Aproveitando-se destas denominações foi admissível assinalar e indicar cultivares, assim como prenciar o ciclo de cada grupo em verificada localidade ou microrregião. Contudo, esses grupos são modificáveis ao longo dos locais de cultivo. Como exemplo, quando se emprega uma cultivar de ciclo médio em menores

latitudes, esta pode oferecer ciclo análogo a uma precoce. Com a extensão da cultura para novas terras, atribuindo a cada ano novas fronteiras agrícolas, as definições de ciclos superprecoce, precoce, médio, semitardio e tardio tornaram-se, de maneira inevitável, inaplicáveis; uma vez que, são inconsistentes ao longo dos ambientes, principalmente quando há grande alteração em latitude na região de cultivo.

Partindo da elaboração e adoção de um código de classificação de grupos de maturação em soja, pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), primeiramente com sete grupos – MG I a MG VII, a compreensão de recomendação de cultivares foi atualizada, tomando alcance global. Apesar disso, com o desenvolvimento de cultivares mais precoces, especialmente no norte dos EUA e Canadá, grupos mais precoces foram criados (MG 0, MG 00, MG 000). Com a extensão de cultivos para regiões tropicais, como na América do Sul e África, existiu a indigência de introduzir grupos mais tardios. De tal modo, novos grupos foram sobrepostos ao sistema, derivando em treze grupos (LIU *et al.*, 2017). Esse sistema norte-americano tem sido empregado por uma quantidade crescente de programas de melhoramento de soja, trocando, gradativamente, o sistema utilizado anteriormente no Brasil (ABDURAKHMONOV; ABDUKARIMOV, 2008).

Perante da precisão de aumentar a competência de discriminação das cultivares, segundo o número de dias do ciclo derivados até à maturação, assim como situar uma relação quantitativa em meio ao ciclo completo e a maturação referente, a escala de maturação foi readaptada. Do mesmo modo, a escala admitiu números arábicos e extensões decimais, como exemplo, o grupo de maturação de uma cultivar do grupo VII, tornou-se 7.0; a fim de que, maturações intermediárias entre grupos também puderam ser constituintes (ex. 7.5; 8.2 etc.). No Brasil, essa escala de maturação é largamente empregada para o posicionamento e indicação de cultivares, bem como para presciência do ciclo da cultura; além de ser empregado como descritor agrônômico voltado à caracterização de cultivares (LIU *et al.*, 2017).

A previsão da melhoria da cultura da soja no decorrer dos estádios fenológicos é indispensável para a aceção e adoção de competentes táticas de manejo e sistema de plantio; nomeadamente, no que se refere ao programa e cronograma de operações agrícolas, manejo fitossanitário e venda. Aliás, as datas de florescimento e de maturação são formidáveis particularidades que produzem a extensão geográfica de ajustamento de uma cultivar. À vista disso, são imperativas

no processo de admissão de cultivares e para o seu registro de uso. De tal modo, no Brasil e nos demais países de maior expressão agrícola, cultivares de soja têm sido predominantemente consideradas nesses treze grupos de maturação relativa – GMR (ALLIPRANDINI *et al.*, 2009).

No Brasil, primeiramente foram introduzidos genótipos derivados de latitudes mais baixas dos EUA, nas regiões de latitude mais altas do país (Região Sul), especialmente nas imediações do Trópico de Capricórnio (23°27'S). Para ajustamento nas Regiões Norte e Nordeste, buscou-se, sobretudo, o desenvolvimento de genótipos com a propriedade de período juvenil longo (P JL), em consequência das barreiras no porte e produtividade de cultivares subtropicais, quando cultivadas em latitudes baixas. Parcerias de genes que anunciam florescimento tardio em condições de dias resumidos, extenso período juvenil, foram identificadas em cultivares indicadas para o sul do Brasil, bem como em linhagens derivadas do leste asiático. Do mesmo modo, o melhoramento genético abrangendo esses materiais consentiu a promoção do cultivo de soja para a região do Cerrado (SPECHT *et al.*, 2014). Sendo a soja uma classe de dias breves, sendo sensível ao fotoperíodo é um dos principais obstáculos à aquisição de cultivares de extensa adequação.

No momento em que a soja é cultivada em condições de baixa latitude, o florescimento é alterado precocemente, procedendo em plantas baixas, com produtividade reduzida de maneira drástica (CARPENTIERI-PÍPOLO *et al.*, 2000); já que, a permanência dos estádios fenológicos em soja é condicionada, fundamentalmente, do fotoperíodo e da temperatura (KANTOLIC, 2008). As respostas fenotípicas a esses fatores são alteráveis entre cultivares (SETIYONO *et al.*, 2007) e determinam as suas regiões excelentes de adaptação, épocas e massa volumar apropriadas de semeadura.

### **3.4 Estratificações ambientais para indicação de cultivares de soja**

A soja era uma espécie de dias resumidos com limitada adaptação a regiões tropicais. Sabe-se, que no decorrer do processo de seleção e melhoramento genético voltado à adaptação de cultivares a climas tropicais, foi plausível a aquisição de rendimentos aceitáveis até mesmo em latitudes baixas, como já mencionado anteriormente. Em implicação do valor econômico e da consequente dispersão da cultura em várias regiões, a soja foi adaptada a variados ambientes, cujas classes de

fotoperíodo e temperatura assinalam, respeitosamente, das regiões de origem e domesticação da espécie (*Glycine max* (L.) Merrill) (SINCLAIR *et al.*, 2005).

Graças à alta reação da soja a modificações ambientais, nomeadamente a fatores como tempo, fotoperíodo, amplitude luminosa e disponibilidade hídrica, bem como a fatores edáficos, as cultivares exibem diferentes regiões excelentes de adaptação (ZDZIARSKI *et al.*, 2018). Nessa perspectiva, um dos principais caracteres intrínsecos às cultivares e que condiciona sua adequabilidade é o grupo de maturação (JIANG *et al.*, 2014). Para Cober e Morrison (2010), a variação genética conexas à fotossensibilidade e ao tipo de crescimento determinam, predominantemente, a maturação em soja, com implicações pleiotrópicas na produtividade e em outros caracteres agrônômicos, especialmente altura de planta e sensibilidade à estratificação. Do mesmo modo, essa responsividade cumpre relevante papel na adaptação de cultivares em distintas latitudes.

A dinâmica do processo de crescimento e progresso da cultura da soja é profundamente atingida pelas difíceis interações entre temperatura e fotoperíodo (COBER *et al.*, 2010). Porém, esse processo pode ser razoavelmente prenunciado conhecendo-se o grupo de maturação de cada cultivar, quando empregada em determinada região. O comprimento do estágio vegetativo é expressivamente comprometido pelo fotoperíodo (SETIYONO *et al.*, 2007), portanto, a adaptação de uma cultivar estar sujeito a depender essencialmente do ajustamento entre a dimensão do período juvenil e a ocorrência do fotoperíodo crítico na região de plantio. Dessa forma, uma cultivar adaptada oferece porte razoável, ajustado com altos níveis de produtividade, e padrão agrônômico adaptado ao manejo cultural. Impede-se, então, a incidência de plantas de porte excessivo, com elevada disposição ao acamamento, ou plantas muito baixas, com poucos nós bem-sucedidos, baixa inclusão de vagens e complexa colheita.

Primeiramente, em suas pesquisas, Scott e Aldrich no ano de 1970 indicaram uma regionalização improvável, fundamentada em grupos de maturação, para recomendação de cultivares de soja nos EUA e sul do Canadá. A sugestão compreendia desde o grupo de maturação 00, indicado para o norte, até o grupo VIII, indicado para o extremo sul dos EUA. Em seguida, Zhang *et al.* (2007) organizaram um mapeamento para recomendar cultivares de soja nos EUA, segundo os espaços de grupo de maturação relativa e a latitude. Neste caso, recomendaram o grupo 0 ao

extremo sul e VI para o norte. Notaram, então, que cultivares dos grupos mais reduzidos apresentavam pequena faixa de adaptação, ao mesmo tempo que aquelas de ciclos médios tinham adaptação extensa.

As pesquisas de Zhang *et al.* (2007) concebeu avanço relevante, no entanto, nele não foram levados em consideração os aspectos fitotécnicos, os quais podem expandir a região de adequação das cultivares precoces. Mourtzinis e Conley (2017) revisaram as zonas de adaptação para cultivares de soja de acordo com os grupos de maturação, nos EUA, avaliando as tecnologias atualizadas de cultivo. A classificação das regiões de adaptação nas distintas estratificações manifestou padrões análogos, apesar disso, há consideráveis variações na intensidade de adaptação de alguns grupos em latitudes particulares. Isso indica variação adaptativa temporal de certos grupos, provavelmente em função de adulterações do manejo cultural e avanço genético.

No Brasil, a primeira ação para indicação de cultivares de soja segundo o grupo de maturação é conferida a Penariol (2000). Nesse fato, a recomendação foi seguir cultivares cujos grupos de maturação encontram-se entre 8 e 10, a partir do extremo sul até o extremo norte do país, nesta sequência. Ainda existiu a recomendação de cultivares de grupos de maturação 7, ou superior, para a região tropical. Alliprandini *et al.* (2009), revisando os níveis de adaptação da soja conforme a maturação, recomendaram o cultivo de materiais com grupos de maturação entre 5 e 10. Nesse ponto de vista, também são indicadas cultivares com grupos de maturação a partir de 7, para a região de clima tropical, e de 5 a 7, para a região subtropical. Em seus estudos, Zdziarski *et al.* (2018), observando a adaptação de cultivares de diferentes grupos de maturação conforme as macrorregiões brasileiras (KASTER; FARIAS, 2012), alcançaram resultados similares; no entanto, aconselharam cultivares mais precoces para a região tropical. Portanto, nota-se discreta variação adaptativa temporal, ao se conferirem as sugestões, favorecendo o uso de cultivares mais precoces em menores latitudes.

A classificação das cultivares de soja na linha graduada de maturação relativa permite melhor predição de suas respostas fenotípicas em uma região ainda não conhecida. De tal modo, é possível prever a amplitude adaptativa de uma cultivar, baseando-se em seu grupo de maturação (JIANG *et al.*, 2014). Não obstante, numerosos são os fatores fitotécnicos que podem influenciar nos contornos da

adaptabilidade de uma cultivar, principalmente em relação às difíceis interações entre densidade, época de plantio e manejo cultural adotado (SPEHAR *et al.*, 2014). De modo geral, densidades de plantio mais altas são adotadas para o desenvolvimento em produtividade (PETTER *et al.*, 2016); e, ou, para a promoção da plasticidade produtiva em categoria de estresse, nomeadamente em resultado de plantios marginais, abreviados ou demorados, na estação de plantio. Para Mauad *et al.* (2011), por outro lado, não verificaram efeito do acréscimo populacional sobre a massa de grãos. Em diferentes eventos, visando à diminuição de despesas, a adoção de populações reduzidas é favorita, visando os mecanismos de equilíbrio da soja, essenciais a cada cultivar (TIRPE; TIRPE, 2011).

De modo geral, cultivos em regiões de menor latitude resultam na redução do crescimento vegetativo e do ciclo da soja. A magnitude dessa redução, entretanto, depende da sensibilidade fotoperiódica da cultivar e da temperatura atmosférica predominante; visto que em latitudes menores, a extensão do dia é menor nas estações de cultivo e as temperaturas são predominantemente elevadas (cultivos de verão). Devido a isso, o cultivo de soja na região do Cerrado brasileiro só foi aceitável devido aos esforços em seleção de linhagens com período juvenil alongado, complacentes a altas saturações de alumínio no solo e com efeito no uso de cálcio. Logo, cultivares de período juvenil longo têm sido recomendadas, pois, nesses ambientes, apresentam porte compatível à consecução de superiores níveis de produtividade (DESTRO *et al.*, 2001).

### **3.5 Grupos de maturação e sistemas de produção em soja**

Desde a fortificação do cultivo comercial de soja no Brasil e em outros países de expressão agrícola, as cultivares e o manejo associado têm passado por intensas alterações. Isto em resultado da modernização do sistema agrícola, da rotatividade e sucessão de culturas, o que tem impactado diretamente no ciclo das cultivares.

A atualização dos sistemas agrícolas de produção de soja impactou profundamente no padrão das cultivares empregadas e no manejo seguido. De tal modo, recentemente, o grupo de maturação é caráter principal na seleção e sugestão de cultivares. Nesse aspecto, o nível produtivo já não é, definitivamente, prioridade singular, em detrimento às demais propriedades almejavéis de uma cultivar, como,

por exemplo, precocidade e constância produtiva em diferentes épocas de semeadura (MOURTZINIS; CONLEY, 2017).

Nos dias contemporâneos, há uma busca consecutiva por cultivares cada vez mais precoces, cujos coeficientes produtivos sejam iguais ou mais elevados àqueles notados em cultivares mais tardias e, espontaneamente, com menores exceções às épocas de semeadura. Nesse sentido, impõe-se maior estabilidade, mediante adequação na densidade de semeadura e na produtividade dos solos.

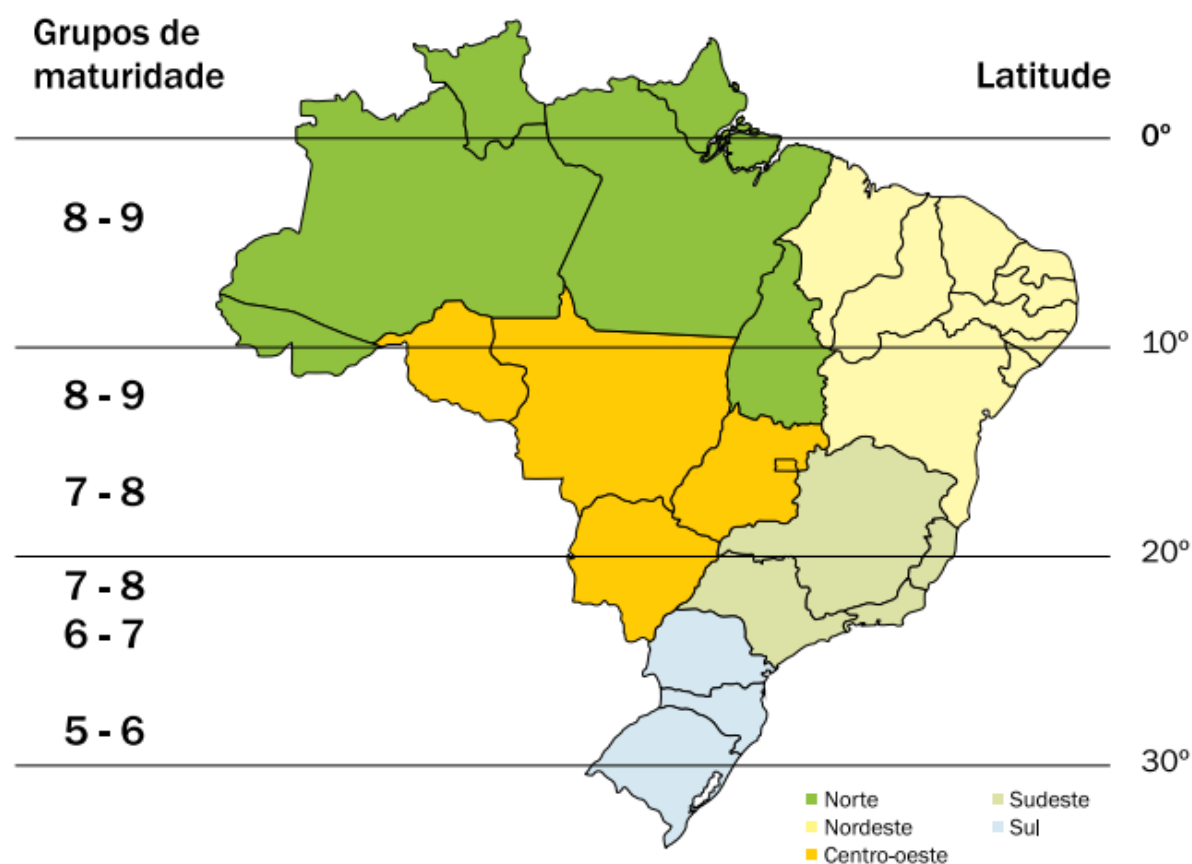
### **3.6 Produtividade da soja: distribuição geográfica e grupos de maturação**

Cultivares de tipo de crescimento indefinido, ramificadas e precoces têm sido favoritas, nos últimos anos, ao longo de distintas regiões no Brasil. Isso também transcorre da maior plasticidade fenotípica derivada das ramificações e desse tipo de desenvolvimento. Do mesmo modo, com ajustamentos discretos na população de plantas é admissível obter resultados competidores com o uso de cultivares mais precoces, em épocas de plantio desiguais e em expansões geográficas diferentes. Em correspondência, cultivares precoces não ramificadas e de crescimento determinado, frequentemente, exigem aumentos na densidade de plantas para uso em regiões de menor latitude; do mesmo modo, cooperando para vincular o cultivo, devido ao preço da semente, e abranger o risco da cultura sob condições de déficit hídrico. A utilização de linhagens de crescimento determinado, precoces e firmes, com altos níveis produtivos, é plausível; apesar disso, a frequência dessas linhagens em uma população segregante, tendo em vista o germoplasma mercantil, é menor relativamente à de linhagens com crescimento indefinido e com as mesmas propriedades. Desse jeito, justifica-se parcialmente a intensa exploração e uso de linhagens de crescimento indefinido na região brasileira do Cerrado (MOURTZINIS; CONLEY, 2017).

Afinidades entre ciclo e produtividade têm sido averiguadas em múltiplos trabalhos científicos. As cultivares que exibem florescimento e maturação tardios tendem a ser mais bem-sucedidas. Contudo, o comprimento do momento vegetativo e, também, o ciclo total não influenciam a fertilidade da soja. Possivelmente, as dissensões ressaltadas nesse sentido são decorrentes das contestações adaptativas entre as cultivares usadas em cada estudo, no decorrer dos ambientes ou categorias amostradas.



A figura 1 a seguir aborda os grupos de maturidade relativa (GMR) de acordo com a sua latitude.



**Figura 1.** Distribuição dos grupos de maturidade relativa de cultivares de soja no Brasil, em função da latitude.

Fonte: VILELA, et al., (2016)

O relato do melhoramento da soja no Brasil deu preferência, primeiramente, a aquisição de cultivares de grupos de maturação relativa entre 8.0 e 9.0 para as Regiões Norte e Nordeste (CAMPELO *et al.*, 1999). No entanto, diante da conveniência de maior exploração do período chuvoso na região do Cerrado, acompanhado da crescente busca por milho no mercado interior e exterior, os sistemas de produção foram adaptados ao cultivo de safra primária e secundária (“safrinha”). Essa atualização do sistema de produção induziu sojicultores à inevitável adoção de cultivares mais rápidas.

A eventualidade de pragas e doenças de complexo e custoso controle também contribuiu para a adoção de cultivares mais precoces, já que, quanto menor a conservação da cultura no solo, menor é sua exposição a precipitações de quebra na produção. Complementarmente, a ocorrência de veranicos em verificadas regiões,

principalmente na fase de enchimento de grãos, também concebe formidável fator limitativo a verificados grupos de maturação e épocas de semeadura, em locais que não oferecem classificação pluviométrica satisfatória durante a estação de cultivo.

O excedente pluvial na fase de maturação da soja também solicita consideráveis detrimientos na cultura, tanto em quantidade como em qualidade. De tal modo, constata-se que o grupo de maturação e a época de semeadura devem ser ajustados, visando à redução dos riscos de quebra adjuntos à produção, de maneira que estágios críticos da cultura, como florescimento, enchimento de grãos e maturação plena, não coincidam com momentos de ocorrência de fatores deteriorantes.

### **3.7 Elementos da produção, desenvolvimento e fenologia das cultivares**

O estudo dos subsídios da produção, do desenvolvimento e da fenologia na cultura da soja se fundamenta pela baixa herdabilidade da produção de grãos, entre outras causas. Portanto, se torna relevante a repetição a outras propriedades correlacionadas à produtividade no melhoramento de soja, ainda que haja caso de artifícios serem mais compassivos a alterações não genéticas do que a própria produtividade. O estudo exibido por Carneiro (2007), mostra que sob ofensa tardia de ferrugem asiática, a massa de sementes padece mais com esse estresse que a produtividade, em todas as diversas cultivares exibidas. Como advém nesse último caso, a instabilidade do elemento como indicador da potencialidade da planta, na maioria das vezes, pode ser conferida a uma eventualidade do histórico das plantas no campo.

Dentre as variáveis em pareamento com a produtividade, são exibidas à altura de planta, a permanência do ciclo e a sensibilidade ao acamamento. São exibidos ainda, o número de vagens e de nós por planta, a quantidade de vagens por nó, a massa da semente, bem como a quantidade de sementes por planta e a produção de matéria seca (RANGEL; TEIXEIRA, 2001).

A altura de planta proporciona relação apertada com o período da semeadura e o ciclo da cultivar. Ela cresce em época intermediária de semeadura e com os ciclos maiores. Quanto maior o ciclo da cultivar, mais drástica é a diminuição do porte, devida a datas extemporâneas de plantio, que nessa circunstância reflete na produtividade. Por esse motivo os genótipos de menores ciclos podem exibir mais

estabilidade da produtividade conforme a época de plantio (RANGEL; TEIXEIRA, 2001).

Decorências adquiridas por Adeniyán e Ayoola (2007) admitem conferir médias de altura de planta apropriadas a dois anos sucessivos, em que as datas de semeadura, à exceção do ano, foram conservadas. Nessa ocasião, dentro das condições analisadas, a altura de planta pouco modifica de um ano para outro, possivelmente em função de semelhantes condições de fotoperíodo, e semelhantes condições de manejo, temperatura e precipitação. Isso não se pode dizer quando se demudam as cultivares e o manejo, mesmo em se conservando as datas de plantio. Nos resultados mencionados, a altura de planta contesta até mesmo às diferenças no projeto de rotação de cultura e a plantios intercalados de outras culturas, e se comporta com alguma analogia no que se refere à relação ao número de vagens por planta.

O acamamento pode ser modificado pela época de semeadura, em cargo de precipitação. Esse fato diminuiu a produtividade em 23%, em condições de alta produtividade. A quantidade de vagens por planta é vista como um dos componentes básicos da produção, pela sua conexão com a produtividade, segundo Carpentieri-Pípulo *et al.* (2005), essa correlação lhe afere potencialidade para alicerce de escolha indireta de genótipos mais produtivos (CARPENTIERI-PÍPOLO *et al.*, 2000), entre 12 propriedades fenológicas e pertinentes à produtividade, advertem o valor da correlação entre a quantidade geral de vagens por planta e o número de vagens com um, dois e três grãos por planta, em táticas de seleção. Os estudos de Daroish *et al.* (2005) conferem o contrabalanço da produção sob condições alteradas de densidade de plantas e época de plantio, ao balanceamento no número de vagens por planta. Conforme eles, o número de vagens por planta é dependente de taxas de crescimento celular no decorrer do início da estação reprodutiva, quando são formadas as vagens.

A carência hídrica significativa durante o florescimento e enchimento de grãos (FARIAS *et al.*, 2007). Nessa etapa, a ausência hídrica ocasiona fechamento estomático, enrolamento de folhas, queda antecipada de flores, abortamento de vagens e formação de vagens vazias (FARIAS *et al.*, 2007). O número de vagens por planta apresenta correlação contrária com a massa de 100 sementes e positiva com o identificador de crescimento vegetativo. Em circunstâncias em que a população padece com um estresse tardio forte, como um ataque de ferrugem asiática exposto

nos resultados indicados por Carneiro (2007), a quantidade de vagens manifesta o potencial da cultivar, melhor do que a produtividade final.

Em médias de quatro cultivares e quatro sistemas de produção muito assinalados, proporcionados por Adeniyán e Ayoola (2007), o número de vagens se exhibe consecutivamente, em semeaduras apartadas de precisamente um ano. Este desempenho indica que essa variável pode ser bastante peculiar da época de semeadura, em anos com pouca distinção climática, conservados constantes as cultivares e o manejo da população de plantas. A mesma situação não se pode pronunciar quando se altera as cultivares e os sistemas de produção, até mesmo em relação a culturas interpostas ou em rotação, que produzem modificações expressivas nessa variável. Vale corroborar que o desempenho do número de vagens por planta proporciona alguma semelhança com a altura de planta, analisada nas mesmas condições. A quantidade de vagens por planta é atingida por sombreamento, que chega a ocasionar a queda de metade das vagens brotadas, com reflexo na produção de grãos (MBAH, 2008). De modo inclusivo, as plantas mais adensadas apresentam menores quantidades de vagens nos estratos inferiores do dossel.

O número de sementes por planta, da mesma maneira que o número de vagens, também é um bom depoimento da potencialidade da planta. Essa ocorrência se constata até mesmo nos casos em que advém estresse ambiental formidável, segundo decorrências apresentadas por Carneiro (2007). Essa permanência da variável vai depender da época de acontecimentos do estresse. Os veranicos pequenos são mais danosos à produtividade, no decorrer do período de enchimento de vagens, do que durante o florescimento. A estação longa de florescimento habilita a planta a exceder veranicos, sem danos na produtividade. Além do mais, nos casos em que acontece aborto de vagens, o número de grãos por vagem compensa parte desse estrago, onde de certo modo, a compensação é partidária, porque esse elemento possui alcance limitado, máximo determinado geneticamente (FARIAS *et al.*, 2007). O número de sementes por planta proporciona conexão negativa com a massa de 100 sementes e positiva com o índice de crescimento vegetativo.

A massa da semente também tende a contrabalançar detrimento na formação de vagens, nos casos em que acontece abortamento dessas estruturas (FARIAS *et al.*, 2007). Esse caso também diz respeito à relevância das boas precipitações no momento de enchimento de vagens. Porém, essa compensação

acontece somente em parte, porque esse artifício também possui contorno máximo determinado geneticamente (FARIAS *et al.*, 2007). Em seguida, caso o dano na formação de vagens seja muito amplo, procederá em prejuízo na produção particular por planta, em massa. A seca pode atenuar o acúmulo de massa no grão e apressar a maturação. Em contrapartida, o acréscimo no momento de enchimento de grãos promove acréscimo em sua massa particular.

A quantidade de nós tem sido conexa a horas de luz por dia, no período do desenvolvimento da haste da planta. O desenvolvimento do tipo verificado leva a rígida diminuição da dimensão da planta, com reflexo no número de nós. Em consequências adquiridas nos estudos de Pedersen e Lauer (2004), o número de nós foi normalmente acompanhado do desenvolvimento das hastes.

Todas essas variáveis exibem correlações positivas com a fertilidade, mas há efeitos de correlação contrária da produtividade com propriedades das plantas. Um deles é o volume de plantas com costume de crescimento indefinido, em consequência do acamamento precoce.

As alterações na fonte de fotoassimilados sobre a produtividade da planta têm conflito que depende do estágio em que essas alterações acontecem onde a produtividade é mais influenciada pelas modificações advindas entre os estádios R1 e R7, do que aquelas ocorridas antes (DAROISH, 2005). Outra advertência diz respeito ao tempo de conservação da alteração no regime de exercício da fonte de fotoassimilados.

A analogia entre produção total de massa e produção de grãos depende do identificador de área foliar e do percentual de assimilação líquida. Refere-se a classificação quantitativa dos tecidos que fazem parte da massa vegetal, e do grau de atividade do tecido que produz fotoassimilados (DAROISH *et al.*, 2005). Normalmente, nas semeaduras prematuras, o fragmento de matéria seca nas folhas e o identificador de área foliar são muito mais elevados que nas semeaduras demoradas. A esse respeito, existe uma circunstância exibida em que, na semeadura antecipada, o índice mais elevado de área foliar durante o início do período reprodutivo (de R1 a R5) promove mais acúmulo de matéria seca, ressaltada no começo do enchimento dos grãos (R5).

Em outra circunstância, sob altas densidades de plantas, o índice de área foliar, da emergência até a entrada do enchimento de grãos, e a percentagem de

assimilação líquida, no começo do período reprodutivo (R1 a R5) são encarregadas pelos maiores acúmulos de matéria seca, medida no início do enchimento de grãos (R5). Sobre a produção de grãos, de forma geral, a taxa de assimilação líquida (atividade da fonte), no transcorrer do momento de enchimento de grãos, não aumentou a produtividade de grãos. Em contrapartida, o índice de área foliar (dimensão da fonte) no começo do enchimento dos grãos aumentou fortemente a taxa de desenvolvimento celular, o acúmulo total de matéria seca e a produtividade de grãos (DAROISH *et al.*, 2005).

Em outras implicações, os predicados que se correlacionaram com a produção alteraram em encargo do grupo de maturação. Somente a massa de 100 sementes se correlacionou de forma positiva em uma averiguação conjunta. Nessa averiguação conjunta e entre as cultivares de ciclos precoces, a altura de inclusão de vagens se correlacionou de forma negativa. Já o número de vagens com três grãos se correlacionou negativamente com a produtividade, somente nas cultivares precoces (CARNEIRO, 2007).

Levando em consideração os estresses bióticos e a dinâmica dos artifícios da produção, a massa de sementes exibiu mais sensibilidade à ferrugem asiática do que ao coeficiente de produção, segundo dados apresentados por Carneiro (2007). Provavelmente, os demais artifícios da produção determinados anteriormente ao ataque da doença, como a quantidade de vagens e de grãos por planta tenham contribuído para diminuir o conflito da queda na massa de grãos na produtividade final da população. De fato, não existiu nenhum caso em que dois ou mais artifícios tenham sido atingidos, sem estragos na produtividade.

Consequências apresentadas por Adeniyani e Ayoola (2007) constatam que o porte de planta e a quantidade de vagens por planta foram invariáveis em semeadura de mesmo dia e mês, entre anos contínuos. Contudo, houve instabilidade da massa de 100 sementes em relação à época de plantio. Mesmo assim, na média geral de quatro cultivares em quatro distintos sistemas de produção, as médias da massa de sementes acompanharam as da produtividade e da constância do período vegetativo de um ano para outro. Quando se demudaram as cultivares e os sistemas de produção, o pareamento de médias entre essas variáveis não se conservou em todas as ocasiões. Essa observação foi sobretudo verificada em relação à permanência do período vegetativo.

Em casos em que a produtividade responde às modificações no manejo, ela costuma ser atingida sistematicamente por momento de semeadura (NUNES JÚNIOR *et al.*; 2000). De acordo com esses autores, as épocas finais de plantio são danosas à produtividade. Essa relação também se nota em condições distintas das brasileiras, como no caso descrito por Daroish *et al.* (2005). Porém a época também possui extensões mais casuais, intermediadas por estresses, sobretudo os bióticos (CARNEIRO, 2007).

O período tardio promoveu o ataque por ferrugem asiática. Ocasões antecipadas e tardias podem ter resultados semelhantes, como advém em resultados de Nunes Júnior *et al.* (2003). Os fungos *Phomopsis spp.* e *Cercospora kikuchii* refletiram nas duas épocas finais de semeadura, de maneira mais forte que em duas épocas intercessoras. Em casos muito privados de pesquisas concretizadas sobre o desempenho da cultura da soja em métodos envolvendo cultivo consorciado na África, notou-se profundas modificações na atuação da população de soja. Essas modificações derivam da intervenção entre plantas, até mesmo por alterações microclimáticas produzidas pelas outras culturas, como exemplo de milho e mandioca, com danos na produtividade da soja (MBAH *et al.*, 2008).

Em função da instabilidade dos efeitos, as propriedades mais estreitamente conexas aos métodos fisiológicos associados à produtividade são mais adequados para uso prático. A eficiência da planta é um modelo dessas propriedades. Apelar a elas é uma maneira de se refinar a procura de correlações consecutivas e, assim, mais benéficos. Outro ponto bastante relevante é a época em que a variável é determinada e sua relação com o histórico da população de plantas. Para esclarecer, em plantas submetidas ao ataque tardio por ferrugem asiática, as contestações entre as variáveis estabelecidas mais tardiamente tenderam a originar mudanças expressivas de produtividades, nos dados exibidos por Carneiro (2007). Nesse episódio, a massa de sementes proporcionou maior semelhança de desempenho com a produtividade, em relação a quantidade de vagens e de grãos.

### **3.8 Exemplos de cultivares adaptadas para regiões Norte e Nordeste**

Devido à sensibilidade da soja ao fotoperíodo, a adaptabilidade de cada cultivar depende da latitude, portanto, cada cultivar tem uma faixa limitada de adaptação em função do seu grupo de maturidade (VILELA *et al.*, 2016). Desta forma,

a tabela 1 mostra a seguir exemplos de cultivares de soja com grupos de maturidade adaptadas as regiões Norte e Nordeste do Brasil, desenvolvidas em associação com a Embrapa Solos.

**Tabela 1** — Exemplos de cultivares de soja adaptadas a região Norte e Nordeste de acordo com sua classificação de grau de maturidade relativa.

TIPOS DE CULTIVARES	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS					
	GMR	Crescimento	Porte médio (cm)	Ciclo (dias)	Fertilidade do solo	Resistência a doenças
<i>CULTIVARES CONVENCIONAIS</i>						
<b>BRS Carnaúba</b>	9.6	Determinado	75	117-133	Média/Alta	Cancro da haste, Mancha-olho-de-rã, Pústula bacteriana.
<b>BRS Sambaíba</b>	9.3	Determinado	74	107-146	Baixa/média	Cancro da haste, Mancha-olho-de-rã, Pústula bacteriana.
<b>BRS Pérola</b>	8.8	Determinado	75	108-118	Média/Alta	Cancro da haste, Pústula bacteriana, Mosaico comum.
<i>CULTIVARES TRANSGÊNICAS RR</i>						
<b>BRS 333 RR</b>	9.4	Determinado	76	118-128	Média/Alta	Cancro da haste, Mancha-olho-de-rã, Pústula bacteriana, Mosaico comum.
<b>BRS 9090 RR</b>	9.0	Determinado	83	100-127	Média/Alta	Cancro da haste, Mancha olho-de-rã, Pústula bacteriana.
<b>BRS 8890 RR</b>	8.8	Determinado	65	101-115	Média/Alta	Cancro da haste, Nematóide de cisto.
<i>CULTIVARES INTACTA RR2 PRO</i>						
<b>BRS 9383 IPRO</b>	9.3	Determinado	80	107-145	Baixa/média	Cancro da haste, Mancha-olho-de-rã, Pústula bacteriana.
<b>BRS 9180 IPRO</b>	9.1	Determinado	78	104-131	Média/Alta	Cancro da haste, Mancha-olho-de-rã, Pústula bacteriana.

Fonte: Adaptado de VILELA et al., 2016;  
GMR: Grau de Maturidade Relativa.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da extensão da cultura da soja no Brasil nas últimas décadas, deixa evidente o progresso adquirido pela cultura no agronegócio brasileiro. Nesse momento, aconteceram modificações expressivas na exploração da cultura, na qual os progressos tecnológicos permitiram o cultivo comercial da espécie em regiões de baixas latitudes. Nota-se também que, o fator genético é o que exerce mais influência sobre a produtividade e os componentes da produção no que se refere a cultivares



adaptadas a regiões do Cerrado brasileiro, isso se aliado a um bom sistema de produção, tecnologias aplicadas e época de plantio correta.

Desse modo, em consequência da sensibilidade da soja (*Glycine max*) ao fotoperíodo, a adaptabilidade de cada cultivar varia com a latitude, em outras palavras, à medida que o seu cultivo se desloca em direção ao sul ou ao norte. Assim, cada cultivar tem uma faixa limitada de adequação em função do seu grupo de maturidade.

Portanto, a latitude é um dos principais fatores para a definição da adaptação produtiva de cultivares de soja de acordo com a região que se deseja cultivá-la, respeitando o seu ciclo e índice de grau de maturidade relativa de acordo com o sistema de produção utilizado.

## REFERÊNCIAS

- ABDURAKHMONOV, I. Y.; ABDUKARIMOV, A. Application of association mapping to understanding the genetic diversity of plant germplasm resources. **International Journal of Plant Genomics**, New York, v. 2008, n. 1, p. 1-18, 2008.
- ADENIYAN, O. N.; AYOOLA, O. T. Evaluation of four improved soybean varieties under different planting date in relayed cropping system with maize under soybean/maize/cassava intercrop. **African Journal of Biotechnology**, Abraka, Nigéria, v. 6, n. 19, p. 2220-2224, out. 2007.
- ALLIPRANDINI, L. F.; ABATTI, C.; BERTAGNOLLI, P. F.; CAVASSIM, J. E.; GABE, H. L.; KUREK, A.; MATSUMOTO, M. N.; DE OLIVEIRA, M. A. R.; PITOL, C.; PRADO, L. C. Understanding soybean maturity groups in Brazil: environment, cultivar classification, and stability. **Crop Science**, New York, v. 49, n. 3, p. 801-808, 2009.
- ARATANI, R. G.; LAZARINI, E.; MARQUES, R. M. Adubação potássica na cultura da soja em duas épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.2, n.3, p.208-211, jul.-set., 2007.
- BLACK, R. J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva. In: CÂMARA G. M. S. (Ed.). **Soja: tecnologia de produção II**. Piracicaba: ESALQ, p.1-18, 2000.
- CAMPELO, G. D. A.; KIIHL, R. D. S.; DE ALMEIDA, L. A. Características agrônomicas e morfológicas das cultivares de soja desenvolvidas para as regiões de baixas latitudes. In: QUEIROZ, M. A.; GOEDERT, C.O.; RAMOS, S.R.R. (Ed.). Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o nordeste brasileiro. Petrolina-PE: Embrapa Semi-árido/Brasília-DF: **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, 1999, cap. 2, 1066 p.
- CARNEIRO, L. C. **Caracterização epidemiológica da resistência parcial e análise da tolerância de genótipos de soja à ferrugem asiática**. 2007. 75 f. Tese (Doutorado em Agronomia. Área de concentração: Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; DE ALMEIDA, L. A.; DE SOUZA KIIHL, R. A.; ROSOLEM, C. A. Inheritance of long juvenile period under short day conditions for the BR80-6778 soybean (*Glycine max (L.) Merrill*) line. **Euphytica, Wageningen**, v. 112, n. 2, p. 203-209, 2000.
- CASAROLI, D. *et al.* Radiação solar e aspectos fisiológicos na cultura de soja – uma revisão. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 14, n.2, p. 102-120. 2007.
- CHUNG, G.; SINGH, R.J. Broadening the Genetic Base of Soybean: A Multidisciplinary Approach. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Boca Raton, v. 27, n.5, p. 295-341, 2008.
- COBER, E. R.; MORRISON, M. J. Regulation of seed yield and agronomic characters by photoperiod sensitivity and growth habit genes in soybean. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v. 120, n. 5, p. 1005-1012, 2010.

CONAB. **Produção de grãos tem previsão de aumento de 5,7%, chegando a 271,7 milhões de toneladas**, 12 maio 2021. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3989-producao-de-graos-tem-previsao-de-aumento-de-5-7-chegando-a-271-7-milhoes-de-toneladas>>. Acesso em: 16 fev. 2022.

CONTINI, R. E.; WILLE, C. L.; MAFRA, A. S.; FRANCO, C. R. CHARACTERIZATION OF THE RESISTANCE OF *Chrysodeixis includens* TO DIAMIDES. **Rev. Caatinga**, Mossoró, v. 35, n. 2, p. 288 – 298, abr. – jun., 2022.

COSTA NETO, P. R. & ROSSI, L. F. S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura. **Química Nova**, v.23, p. 4, 2000.

DAROISH, M.; HASSAN, Z.; AHAD, M. Influence os Planting Dates and Plant Densities on Photosynthesis Capacity, Grain and Biological Yield of Soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] in Karaj, Iran. **Journal of Agronomy**, Tehran, Iran, v.4, n.3, p.230-237, 2005.

DESTRO, D.; CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; KIIHL, R. D. S.; ALMEIDA, L. Photoperiodism and genetic control of the long juvenile period in soybean: a review. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 1, n. 1, p. 72-92, 2001.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil-2000/2001. Londrina: **Embrapa Soja**/Fundação MT, 2000, 255 p

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. Ecofisiologia da soja. Londrina: **Embrapa Soja**, 2007. 9 p. (Circular técnica, n. 48).

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.12; 2011 Pág.1

GODOI, C. R. C. de.; DUARTE, J. B.; PINHEIRO, J. B. Genetic dissimilarity in tropical soybean genotypes. In: **WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE**, 9., 2013. Durban, Abstracts... Durban: WSRC, 2013, p. 17-22. 2013.

HOFFMANN-CAMPO, C.B.; *et al.* Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. Circular Técnica **EMBRAPA-CNPSO**, n.30, p.1-70, 2000.

JIANG, B.; NAN, H.; GAO, Y.; TANG, L.; YUE, Y.; LU, S.; MA, L.; CAO, D.; SUN, S.; WANG, J. Allelic combinations of soybean maturity loci E1, E2, E3 and E4 result in diversity of maturity and adaptation to different latitudes. **Plos Genetics**, San Francisco, v. 9, n. 8, p. 1-11, 2014.

KANTOLIC, A. G. Control ambiental y genético de la fenología del cultivo de soja: impactos sobre el rendimiento y la adaptación de genotipos. **Revista de la Facultad de Agronomía**, Buenos Aires, v. 20, n. 1, p. 63-88, 2008.

KASTER, M.; FARIAS, J. R. B. Regionalização dos testes de valor de cultivo e uso e da indicação de cultivares de soja: Terceira aproximação. Londrina: **Embrapa Soja**, 2012. 60 p.

LIMA, E. V. Alterações dos atributos químicos do solo e resposta da soja à cobertura vegetal e à calagem superficial na implantação do sistema de semeadura direta 125p. Dissertação (Mestrado) - **Universidade Estadual Paulista**, Botucatu, 2001.

LIU, X.; WU, J.-A.; REN, H.; QI, Y.; LI, C.; CAO, J.; ZHANG, X.; ZHANG, Z.; CAI, Z.; GAI, J. Genetic variation of world soybean maturity date and geographic distribution of maturity groups. **Breeding Science**, Tokyo, v. 67, n. 3, p. 221-232, 2017.

MAUAD, M.; SILVA, T. L. B.; NETO, A. I. A.; ABREU, V. G. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Agrarian**, Jaboticabal, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2011.

MBAH, E. U.; MUONEKE, C. O.; OKPARA, D. A. Evaluation of cassava (*Manihot esculenta* (Crantz) planting methods and soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] sowing dates on the yield performance of the component species in cassava/soybean intercrop under the humid tropical lowlands of southeastern Nigeria. **African Journal of Biotechnology**. Abraka, Nigéria, v. 8, n. 1, p. 042-047, jan. 2008.

MEOTTI, G. V.; BENIN, G.; SILVA, R. R.; BECHE, E.; MUNARO, L. B. Sowing dates and agronomic performance of soybean cultivars. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 1, p. 14-21, 2012.

MOURTZINIS, S.; CONLEY, S. P. Delineating soybean maturity groups across the United States. **Agronomy Journal**, Madison, v. 109, n. 4, p. 1397-1403, 2017.

NUNES JUNIOR, J. *et al.* Avaliação de onze cultivares de soja em quatro épocas de semeadura e em três densidades de plantio. In: REUNIAO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIAO CENTRAL DO BRASIL, 22., 2000, Cuiabá. Resumos... Londrina: **Embrapa Soja**, 2000. p.117

PEDERSEN, P.; LAUER, J.G. Soybean Growth and Development in Various Management Systems and Planting Dates. **Crop Science**, Madison, v. 44, p. 508-515, 2004.

PENARIOL, A. Soja: cultivares no lugar certo. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v. 90, n. 2, p. 13-14, 2000.

PETTER, F. A.; DA SILVA, J. A.; ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R.; PACHECO, L. P.; DE ALMEIDA, F. A. Elevada densidade de semeadura aumenta a produtividade da soja? Respostas da radiação fotossinteticamente ativa. **Bragantia**, Campinas, v. 75, n. 2, p. 173- 183, 2016.

RANGEL, M. A. S.; TEIXEIRA, M. do R. de O. Influência da população de plantas e de épocas de semeadura sobre o comportamento da soja, em Dourados, MS, safra 2000/2001. Dourados: **Embrapa Pecuária Oeste**, 2001. 4 p. (Comunicado Técnico, 50).

SCOTT, W. O.; ALDRICH, S. R. Modern soybean production. Illinois: **Department of Crop Extension of the Illinois University**, 1970. 192 p.

SETIYONO, T.; WEISS, A.; SPECHT, J.; BASTIDAS, A.; CASSMAN, K. G.; DOBERMANN, A. Understanding and modeling the effect of temperature and day-

length on soybean phenology under high-yield conditions. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 100, n. 2-3, p. 257-271, 2007

SINCLAIR, T.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J.; NEPOMUCENO, A. Comparison of vegetative development in soybean cultivars for low-latitude environments. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 92, n. 1, p. 53-59, 2005.

SPECHT, J. E.; DIERS, B. W.; NELSON, R. L.; FRANCISCO, J.; DE TOLEDO, F.; TORRION, J. A.; GRASSINI, P. Yield gains in major US field crops: Soybean. *Agronomy Journal*, Madison, v. 33, n. 2, p. 311-356, 2014.

SPEHAR, C. R.; FRANCISCO, E. R.; PEREIRA, E. A. Yield stability of soybean cultivars in response to sowing date in the lower latitude Brazilian Savannah Highlands. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 153, n. 6, p. 1059-1068, 2014.

TIRPE, G.; TIRPE, O. Growth and yield responses of soybean to row spacing and seeding rate. *Analele Universității din Oradea, Fascicula: Ecotoxicologie, Zootehnie și Tehnologii de Industrie Alimentară*, Oradea, v. 10, n. 1, p. 377-384, 2011.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Production, Supply and Distribution Online.

VENCATO, A. Z., *et al.* **Anuário Brasileiro da Soja 2010**. Santa Cruz do Sul: Ed. Gazeta Santa Cruz, p. 144, 2010.

VILELA, G. F. *et al.* Cultivares de soja: Macrorregiões 4 e 5 norte e nordeste do Brasil, Londrina, PR: **Embrapa soja**. p. 8-47, 2016.

YAMANAKA, N. *et al.* Correlação entre 21 características observadas em 225 genótipos de soja do noroeste da China. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4., 2006, Londrina. Resumos... Londrina: **Embrapa Soja**, 2006. p.103-104.

YORINORI, J. T., *et al.* Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, nas safras 2000/01 e 2001/02. *Anais, Congresso Brasileiro de Soja*, Foz do Iguaçu, PR. p. 94, 2002.

ZDZIARSKI, A. D.; TODESCHINI, M. H.; MILIOLI, A. S.; WOYANN, L. G.; MADUREIRA, A.; STOCO, M. G.; BENIN, G. Key soybean maturity groups to increase grain yield in Brazil. **Crop Science**, New York, v. 58, n. 3, p. 1155-1165, 2018.

ZHANG, L.; KYEI-BOAHEN, S.; ZHANG, J.; ZHANG, M.; FREELAND, T.; WATSON, C.; LIU, X. Modifications of optimum adaptation zones for soybean maturity groups in the USA. **Crop Management**, Lismore, v. 6, n. 1, p. 1-11, 2007.