

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

GELSON GERALDO

**ONTOGENIA E DESEMPENHO DE CULTIVARES DE SOJA EM FUNÇÃO DOS
GRUPOS DE MATURIDADE RELATIVA (GMR)**

DOIS VIZINHOS

2021

GELSON GERALDO

**ONTOGENIA E DESEMPENHO DE CULTIVARES DE SOJA EM FUNÇÃO DOS
GRUPOS DE MATURIDADE RELATIVA (GMR)**

**Ontogene and performance of soybean cultivars as a function of relative
maturity groups (RMG)**

Trabalho de conclusão de curso de graduação em
Agronomia apresentada como requisito para obtenção
do título de Bacharel em Agronomia da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador (a): Carlos André Bahry

Coorientador (a): Ângela Aparecida Carleso

DOIS VIZINHOS

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

GELSON GERALDO

**ONTOGENIA E DESEMPENHO DE CULTIVARES DE SOJA EM FUNÇÃO DOS
GRUPOS DE MATURIDADE RELATIVA (GMR)**

Trabalho de conclusão de curso de graduação em
Agronomia apresentada como requisito para obtenção
do título de Bacharel em Agronomia da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador (a): Carlos André Bahry
Co-orientadora (o): Ângela Aparecida Carleso

Data de aprovação: 04 dezembro 2021

Carlos André Bahry
Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Anelise Tessari Perboni
Doutorado em Fisiologia Vegetal
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Jessica Aparecida Käffer Escher
Graduação em Agronomia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Angela Aparecida Carleso
Graduação em Agronomia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

DOIS VIZINHOS

2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por me permitir mais uma conquista em minha vida.

Agradeço aos meus pais, Otavio Sozzo da Silva e Julimar Nunes de Oliveira, por terem me apoiado e motivado nos desafios durante toda a minha graduação.

Agradeço em especial ao professor Dr. Carlos André Bahry, por ter me ajudado sempre que necessitei, me auxiliando como orientador, tendo paciência e dedicação para realização do meu trabalho, e pelos ensinamentos a mim prestados.

Agradeço aos meus amigos de graduação, em especial ao que compuseram o grupo de pesquisa em soja e aos funcionários da UNEP por me auxiliarem na condução e avaliação do experimento.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Dois Vizinhos, a todos os professores que fizeram parte da minha caminhada durante a minha graduação.

E por fim agradeço a todos que direta ou indiretamente ajudaram na condução deste trabalho, o meu muito obrigado!

RESUMO

O potencial produtivo da soja pode variar em função dos diferentes grupos de maturidade relativa (GMR), sendo que, quanto menor o ciclo, mais sensíveis aos fatores do ambiente as cultivares estão, pela redução de dias entre os diferentes estádios de desenvolvimento. Cultivares de ciclo mais longo tem maior plasticidade, e, com isso, podem apresentar maior potencial produtivo em condições edafoclimáticas amplas. O objetivo do trabalho foi de avaliar a influência da duração, em dias, entre os estádios de desenvolvimento de cultivares de soja de diferentes GMR sobre o índice de colheita e o desempenho da cultura, em duas safras. O experimento foi conduzindo na Estação Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos, nas safras 2017/18 e 2018/19. Para tanto foram avaliados em campo 36 genótipos contrastantes para GMR. O intervalo entre os estádios de desenvolvimento foi determinado entre: emergência (VE) - início de florescimento (R1), R1 - início de formação de vagem (R3), R3 - grão perceptível ao tato (R5), R5 - maturidade fisiológica (R7). Além disso, avaliou-se os componentes de rendimento, o índice de colheita e a produtividade de grãos. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso. Os dados foram submetidos à análise de variância, e depois à correlação de Pearson. Em relação às variáveis analisadas apenas na 18/19 influenciaram na produtividade. Já em relação aos estádios de desenvolvimento, ciclo e grupos de maturidade relativa, influenciaram apenas nos componentes altura de planta e inserção do primeiro legume. Existe uma grande variabilidade entre os genótipos de soja quanto ao valor encontrado de índice de colheita em um determinado ambiente.

Palavras-chave: ciclo da soja; estádios de desenvolvimento; componentes de rendimento; índice de colheita.

ABSTRACT

The productive potential of soybean may vary depending on the different groups of relative maturity (GMR), and the shorter the cycle, the more factors affecting the environment, such as cultivars, due to the reduction of days between the different stages of development. Longer-cycle cultivars have greater plasticity, and, therefore, may have greater productive potential in broad edaphoclimatic conditions. The aim of this work was to evaluate the influence of duration, in days, between the development stages of soybean cultivars of different GMR on the harvest index and crop performance, in two crops. The experiment was conducted at the Experimental Station of the Federal Technological University of Paraná - Campus Dois Vizinhos, in the 2017/18 and 2018/19 seasons. For that, 36 contrasting genotypes for GMR were taken in the field. The interval between the development stages was determined between: emergence (VE) - beginning of flowering (R1), R1 - beginning of pod formation (R3), R3 - tactile grain (R5), R5 - physiological maturity (R7) in addition, yield components, harvest index and grain yield were evaluated. The design used was randomized blocks. Data were prepared using analysis of variance, and then Pearson correlation. Regarding the variables analyzed, only in 18/19 led to productivity. Regarding the development stages, cycle and related maturity groups, they only impacted the height and insertion components of the first legume. There is great variability among soybean genotypes regarding the value found for the harvest index in a given environment.

Keywords: soybean cycle; stages of development; yield components; harvest index.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação da Estação Experimental (UTFPR-DV) e local de condução do experimento em ambas as safras	23
Figura 2. Média de temperatura média (°C) e precipitação (mm) do período compreendido entre outubro e abril para os dois anos agrícolas (2017/18 e 2018/19). UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2021	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos estádios vegetativos e reprodutivos da soja.....	17
Tabela 2 - Número médio em dias para a soja passar de um estágio fenológico para o seguinte	18
Tabela 3. Cultivares de soja de diferentes GMR testadas	24
Tabela 4 - Correlação de Pearson entre os parâmetros produtivos, ciclo e grupos de maturidade relativa de cultivares de soja, safra 2017/18	28
Tabela 5 - Correlação de Pearson entre os parâmetros produtivos, ciclo e grupos de maturidade relativa de cultivares de soja, safra 2018/19	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GMR	Grupo de maturidade relativa
V	Vegetativo
R	Reprodutivo
VE	Emergência
IC	Índice de colheita
MS	Massa seca
NLP	Número de legumes por planta
NGP	Número de grãos por planta
AP	Altura de planta
APV	Altura da primeira vagem
MMG	Massa de mil de grãos
PROD	Produtividade;
PG	Peso de grãos
PP	Peso da palha
MI	Massa inicial
MC	Massa corrigida
UI	Umidade inicial
UC	Umidade corrigida
AU	Área útil
DBA	Delineamento de blocos ao acaso

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	Objetivo.....	12
1.2	Justificativa.....	12
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1	Ecofisiologia da soja.....	14
2.2	Estádios de desenvolvimento da soja.....	15
2.3	Grupos de maturidade relativa.....	18
2.4	Índice de colheita.....	19
2.5	Produtividade de grãos.....	21
2.6	Ecofisiologia da soja.....	22
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1	Localização e caracterização da área experimental.....	23
3.2	Condução do experimento.....	24
3.3	Variáveis analisadas.....	25
3.3.1	Intervalo entre estádios de desenvolvimento.....	25
3.3.2	Componentes de rendimento.....	26
3.3.3	Índice de colheita.....	26
3.3.4	Produtividade e massa de mil grãos.....	26
3.4	Delineamento experimental e análise estatística.....	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1	Safra 2017/18.....	28
4.2	Safra 2018/19.....	30
5	CONCLUSÕES.....	13
	REFERÊNCIAS.....	14

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* L.) está entre as mais relevantes no cenário agrícola mundial, devido a sua produção em escala global e importância econômica. Na safra 2019/2020, a produção de soja no mundo chegou a 337,2 milhões de toneladas, em uma área plantada de 122,6 milhões de hectares. No Brasil, a produção chegou a 124,8 milhões de toneladas numa área de 36,9 milhões de hectares. No estado do Paraná, a produção ficou em 21,5 milhões de toneladas numa área pouco maior que 10 milhões de hectares (CONAB, 2020).

Conforme Zanon et al. (2015), o aumento de área e da produtividade de soja no Brasil, e no Paraná, se deve à incorporação de novas tecnologias de produção nos últimos anos. Por exemplo, a utilização de cultivares de ciclo mais curto (GMR < 6.4) e com hábito de crescimento indeterminado, substituindo as cultivares de ciclo médio ou longo e com hábito de crescimento determinado (BARNI; MATZNAUER, 2000).

Além disso, no mesmo estado, o aumento de áreas cultivadas com soja é devido ao fato que muitos produtores vêm realizando semeaduras mais cedo (final de setembro e início de outubro) e tardias (final de dezembro e janeiro), permitindo duas safras em uma mesma estação de cultivo (MEOTTI et al., 2012).

Durante o período de cultivo da soja, a intensidade de radiação solar, o fotoperíodo e a temperatura média do ar aumentam nos meses de setembro a dezembro e começam a diminuir a partir de janeiro - fevereiro. A duração das fases e do ciclo de desenvolvimento da soja é regulada pelo fotoperíodo e pela temperatura (KANTOLIC, 2008), e varia conforme o genótipo e o estágio de desenvolvimento da cultura (SETIYONO et al., 2007).

Trabalhos desenvolvidos por Kantolic e Slafer (2005) e Meotti et al. (2012) tiveram como objetivo conhecer os estádios de desenvolvimento mais críticos da cultura, bem como determinar componentes de rendimento, sob diferentes condições ambientais. Esse tipo de estudo visa identificar a resposta de diferentes cultivares de soja em relação às condições edafoclimáticas as quais estão expostas, permitindo que a assistência técnica e os produtores rurais consigam definir melhor suas práticas de manejo para alcançar maiores produtividades.

Normalmente, quando se acompanha a fenologia de uma determinada espécie, considera-se, principalmente, sua “idade fisiológica” e não apenas sua “idade cronológica” (CÂMARA, 1998). Ainda segundo o autor, para identificar os estádios de

desenvolvimento são considerados todos os fatores que afetam o desempenho da cultura, sejam eles derivados do manejo ou, principalmente, do ambiente.

No caso da soja, Fehr e Caviness (1977) elaboraram uma escala fenológica alfanumérica, dividida em duas grandes fases: vegetativa (V) e reprodutiva (R). Além disso, outras subdivisões, em estádios reprodutivos específicos, foram feitas, para a facilitar o manejo da cultura, até o ponto de colheita (NOGUEIRA et al., 2009).

É fundamental conhecer bem a fenologia da soja, e a resposta das diferentes cultivares para os mesmos estádios, visando buscar melhorias que possam ajudar nas práticas de manejo, de modo que atendam às necessidades específicas de cada genótipo, possibilitando assim a construção de uma lavoura mais eficiente e com alto rendimento (SANTORO, 2020).

Dentre os fatores ambientais, o fotoperíodo, a temperatura e a disponibilidade hídrica são os que mais afetam o desenvolvimento e, conseqüentemente, a produtividade da soja (FARIAS et al., 2007).

Desempenho este que pode ser avaliado pelo índice de colheita (IC), que é a razão entre rendimento de grãos e matéria seca total da planta e, por consequência, determina a eficiência produtiva das plantas, pois mede a proporção dos fotoassimilados que são direcionados aos grãos (SINCLAIR, 1998). Da mesma forma, a produtividade de grãos poder ser afetada por fatores edafoclimáticos que por sua vez, interferem no porte das plantas e na duração do ciclo (AMORIM et al., 2011; PERINI et al., 2012). Parte inicial do texto, na qual devem constar o tema e a delimitação do assunto tratado, objetivos da pesquisa e outros elementos necessários para situar o tema do trabalho. Após o início de uma seção, recomenda-se a inserção de um texto ou, no mínimo, uma nota explicativa sobre a seção iniciada.

1.1 Objetivo

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência da duração em dias entre os estádios de desenvolvimento de cultivares de soja de diferentes grupos de maturidade relativa sobre o índice de colheita e o desempenho da cultura, em duas safras.

1.2 Justificativa

Identificar a relação existente entre GMR das cultivares e a duração entre estádios de desenvolvimento específicos sobre o índice de colheita da cultura e a

produtividade de grãos é uma informação importante para que os produtores rurais possam fazer a melhor escolha dos genótipos para a sua realidade, diante das repostas destes às variações edafoclimáticas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Ecofisiologia da soja

Em condições de campo, a soja está sujeita à influência de diversos fatores edafoclimáticos e de manejo, bem como, as suas interações, que serão determinantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas (OLIVEIRA, 2010), afetando, por consequência, a produtividade de grãos.

Entre os fatores ambientais que mais influenciam no desenvolvimento da cultura estão o fotoperíodo, a temperatura e a disponibilidade hídrica (OLIVEIRA, 2010). Esses fatores exercem influência sobre o número de primórdios reprodutivos e a taxa de desenvolvimento, e com isso apresentam reflexos na estatura de planta, no ciclo e no potencial produtivo da cultura (RODRIGUES et al., 2006; JIANG et al., 2011).

Ao longo do desenvolvimento das plantas, a resposta ao fotoperíodo e à temperatura são diferentes, pois em algumas fases ou subperíodos esta é incapaz de perceber esses sinais (RODRIGUES et al., 2001).

A temperatura é o principal fator ambiental para que a planta atinja o estado juvenil e, influenciando no seu porte, na altura de inserção de primeira vagem e em outras características que irão afetar a produtividade de grãos (EMBRAPA, 2011).

No início da fase vegetativa, temperaturas muito elevadas aceleram a respiração e prejudicam a síntese e a translocação de carboidratos para os meristemas. Essa alteração, em muitas cultivares, acaba comprometendo o crescimento e antecipando o processo reprodutivo (EMBRAPA, 2011). Quando ocorrem temperaturas muito baixas, acaba diminuindo o acúmulo de matéria seca, retardando a entrada da planta no período reprodutivo (DAROISH et al., 2005).

O fotoperíodo curto juntamente com temperatura alta, segundo Kunz et al. (2014), controla a indução floral e, por consequência, afeta o crescimento e o desenvolvimento das plantas. O fotoperíodo crítico é definido como a quantidade de horas de luz acima ou abaixo da qual o florescimento das plantas que respondem ao fotoperíodo é induzido.

Cada cultivar tem o seu fotoperíodo crítico, ou seja, cultivares de período juvenil curto apresentam certa capacidade de percepção fotoperiódica a partir do surgimento das folhas unifolioladas, quando alteração no fotoperíodo que seja menor à quantidade de luz necessária, induzira a planta florescer (SEDIYAMA et al., 2015).

Em plantas com período juvenil longo, a percepção à indução ao florescimento pode ocorrer a partir da 5ª - 7ª folha trifoliolada, ou seja, enquanto a planta não atinge esse estágio de desenvolvimento, ela não será induzida ao florescimento, mesmo que tenha atingido seu fotoperíodo crítico (SEDIYAMA et al., 2015).

Em relação à água, apesar do vasto conhecimento para o cultivo da soja, a disponibilidade hídrica durante a estação de crescimento ainda é a principal limitação para expressar o potencial de rendimento da cultura (FARIAS et al., 2001), já que a planta de soja é composta por 90% de água, atuando em todos os processos fisiológicos e bioquímicos (EMBRAPA, 2011).

Assim, a disponibilidade de água é um fator determinante para um bom desenvolvimento, principalmente em dois períodos críticos: germinação/emergência e floração/enchimento de grãos (NAOE et al., 2017).

Na fase reprodutiva, após o florescimento da cultura, a deficiência hídrica prolongada reduz drasticamente a produtividade. Portanto, nessa fase, é importante que a disponibilidade hídrica seja em torno de 7 a 8 mm dia-1 (FARIAS et al., 2007), principalmente em cultivares com arquitetura mais eficiente na captação de luz, em decorrência de maiores taxas de fotossíntese e transpiração (CASAROLI et al., 2007).

Déficit hídrico prolongado nas duas fases mais cruciais da cultura (floração e enchimento de grãos) provoca alterações fisiológicas na planta, como fechamento estomático e o enrolamento de folhas, conseqüentemente, ocorrerá queda prematura destas, abortamento de vagens e redução da produtividade (EMBRAPA, 2011).

Dessa forma, a precipitação é um dos fatores meteorológicos de suma importância para esta cultura, uma vez que a falta ou o excesso, dependendo da fase fenológica em que a cultura se encontra, pode ocasionar grandes prejuízos, tanto no acúmulo de matéria seca como na produtividade e qualidade dos grãos (FLUMIGNAN et al., 2015).

Sendo assim, o estudo da fenologia da cultura da soja tem grande importância, pois permite estabelecer relação entre os fatores climáticos, as alterações sazonais e o ciclo de desenvolvimento da planta (VENTURA et al., 2009).

2.2 Estádios de desenvolvimento da soja

Para melhorar a eficiência dos cultivos, é essencial que haja o entendimento de como as plantas crescem e se desenvolvem em uma lavoura. Para tal entendimento foi desenvolvido uma metodologia de descrição única e universal

proposta por Fehr e Caviness (1977), que é a mais utilizada no mundo inteiro por apresentar todas essas características (CÂMARA, 1998).

A classificação referente ao desenvolvimento da soja ajuda a identificar mais precisamente o estágio de desenvolvimento em que uma planta ou uma lavoura se encontra. A exatidão no saber é de suma importância, pois facilita na hora de uma recomendação de um agroquímico, pois a aplicação em um estágio não apropriado pode gerar graves consequências (econômicas, ecológicas e sanitárias) (DALLACORT et al., 2006).

Esse sistema separa os estágios de desenvolvimento em dois períodos, vegetativo e reprodutivo. Sendo que o período vegetativo, denominado pela letra V, inicia com a emergência das plântulas, até o desenvolvimento completo das folhas, classificados por subdivisões de V1, V2, V3...Vn, em que ocorre o início do florescimento (NOGUEIRA et al., 2009; THOMAS, 2018) (Tabela 1).

Tabela 1 - Descrição dos estádios vegetativos e reprodutivos da soja

Estádio	Subtítulo	Descrição
Vegetativo		
VE	Emergência	Cotilédones acima da superfície do solo
VC	Estádio cotiledonar	Folhas unifolioladas com as margens não mais se tocando
V1	Primeiro nó	Folhas unifolioladas desenvolvidas
V2	Segundo nó	Folha trifoliolada desenvolvida no nó acima das folhas unifolioladas
V3	Terceiro nó	Três nós do caule com folhas desenvolvidas começando com o nó das folhas unifolioladas
Vn	"n" nó	"n" número nós do caule com folhas desenvolvidas começando com o nó das folhas unifolioladas
Reprodutivo		
R1	Início do florescimento	Uma flor aberta em qualquer nó do caule
R2	Florescimento pleno	Uma flor aberta em um dos dois últimos nós do caule com folha desenvolvida
R3	Início da formação de legumes	Um legume com 5 mm num dos quatro últimos nós do caule com folha desenvolvida
R4	Formação de legumes	Um legume com 2 cm num dos quatro últimos nós do caule com folha desenvolvida
R5	Início do enchimento de grãos	Grãos com 3 mm num legume dos quatro últimos nós do caule com folha desenvolvida
R6	Máximo volume de grãos	Legume contendo ao menos um grão verde que ocupa toda a cavidade, num dos quatro últimos nós do caule com folha desenvolvida
R7	Maturação fisiológica	Um legume normal, no caule, que atingiu a cor de legume maduro
R8	Maturação	95% dos legumes atingiram a cor de legume maduro (perda total da clorofila)

Fonte: Adaptado de Fehr e Caviness (1977)

Na fase reprodutiva, que inicia com o florescimento, os estádios são denominados pela letra R, seguida por números que vão do um ao oito (R1, R2, R3, ...R8, neste período a planta vai do florescimento-maturação com a formação do legume, o enchimento do grão e a maturação da planta, sendo que cada subperíodo descreve o momento de desenvolvimento da cultura, ou seja, florescimento (R1 e R2), desenvolvimento da vagem (R3 e R4), desenvolvimento do grão (R5 e R6), maturidade fisiológica (R7), maturação plena (R8), quando a soja apresenta menos de 15% de umidade (NOGUEIRA et al., 2009; THOMAS, 2018) (Tabela 1).

O número de dias necessário para que as plantas de soja passem de um estádio para outro são representados na Tabela 2, segundo a classificação de Fehr e Caviness (1997).

Tabela 2 - Número médio em dias para a soja passar de um estágio fenológico para o seguinte

Estádios	Número médios de dias	Intervalo de dias
Semeadura-VE	10	5-15
VE-VC	5	3-10
VC-V1	5	3-10
V1-V2	5	3-10
V2-V3	5	3-8
V3-V4	5	3-8
V4-V5	5	3-8
V5-V6	5	2-5
Acima de V6	3	2-5
R1-R2	0-3	0-7
R2-R3	10	5-15
R3-R4	9	5-15
R4-R5	9	4-26
R5-R6	15	11-20
R6-R7	18	9-30
R7-R8	9	7-18

Fonte: Adaptado de Fehr e Caviness (1977)

O ciclo da soja inicia com a germinação das sementes e finaliza com a maturação dos grãos. O período da germinação dura em torno de dois dias. Após a germinação, a emergência ocorre de cinco a sete dias, após a semeadura. Na fase vegetativa, a presença de folhas unifoliadas ocorre durante quatro a seis semanas e caem com o início da floração, concomitante ao processo de crescimento e desenvolvimento da parte aérea e radicular (CÂMARA, 1998).

O início do florescimento (R1) ocorre de 40 a 70 dias após a semeadura, com duração de 30 a 40 dias. A transição entre a floração e a frutificação pode ocorrer, em média, de 7 a 15 após o início do florescimento. Por fim, a maturidade fisiológica ocorre de 40 a 70 dias após o início da frutificação (CÂMARA, 1998).

Os estádios de desenvolvimento são importantes para caracterizar e estabelecer a organização do seu sistema de produção, se ajustando em duas fases, e sua duração está ligada ao melhoramento genético de plantas e aos fatores ambientais que interferem no desenvolvimento de folhas, flores, vagens e sementes (BARROS; SEDIYAMA, 2009).

2.3 Grupos de maturidade relativa

Os grupos de maturidade relativa são definidos por meio da duração do ciclo de cada cultivar de soja em relação ao número de dias entre a emergência e a

maturidade fisiológica do grão. O GMR considera as respostas que as cultivares têm em relação ao fotoperíodo e à temperatura do ar (TRENTIN et al., 2013; BEXAIRA et al., 2018; ZANON et al., 2018).

Essa classificação adotada no Brasil advém de um modelo desenvolvido nos Estados Unidos e utilizado, também, no Canadá e na Argentina (POEHLMAN, 1987), por ter permitido representar, de forma mais precisa, o ciclo da soja (BEXAIRA et al., 2018).

Alliprandini et al. (2009) avaliaram cultivares comerciais de soja com o objetivo de verificar a interação entre genótipo x ambiente (latitude e altitude) e, dessa forma, determinar grupos de maturidade relativa. Essas cultivares servem como “cultivares padrão” em programas de melhoramento, em que são definidos os grupos de maturidade e cultivares para cada região brasileira.

A classificação de genótipos de soja em grupos de maturidade diferentes é de grande importância para a avaliação, seleção e produção de cultivares em diferentes regiões do país e do mundo (CAVASSIM, 2014). Dessa forma, cultivares com diferentes GMR, quando cultivadas em um mesmo local, vão apresentar ciclos distintos (ZANON et al., 2015).

As cultivares de soja foram separadas em grupos de acordo com a condição climática que mais podem se adaptar, levando em consideração a latitude e fotoperíodo, por exemplo. Segundo Monsoy (2016), quanto menor for o GMR, mais precoce é a cultivar.

Os GMR recomendados para a Região Sul, segundo Alliprandini et al. (2009), são os maiores que 6.0; 6.1-6.5; 6.6-6.9; e 7.0-8.0, em que os GMR menores que 6.0, são considerados superprecoces com ciclo médio de 110 dias, os cultivares de 6.1 a 6.5 considerados precoces, tem ciclo de até 115 dias, as cultivares semiprecoces representadas pelos GMR 6.6 a 6.9 tem ciclo entre 116 e 125 dias, já os de ciclo considerado médio levam de 126 a 137 dias entre a semeadura e a maturação fisiológica e pertencem ao grupo 7.0-8.0.

2.4 Índice de colheita

O aumento expressivo na produção de grãos, nas últimas décadas, é atribuído a uma série de fatores, mas o aumento no índice de colheita das culturas (IC) pode ter sido um dos principais (KEMANIAN et al., 2007).

O entendimento dos processos de alocação de matéria seca durante o ciclo da soja, sobretudo os fatores e processos relacionados à partição de fotoassimilados para o grão e palha, são de grande importância, tanto para o melhoramento como para o manejo, com o intuito de aumentar o rendimento de grãos (DURÃES et al., 2002).

Ainda segundo o autor, o IC é utilizado como um indicador sobre a eficiência da planta quanto à partição dos fotoassimilados, que foram destinados à produção de grãos. Esse pode ser expresso em relação ao percentual entre a massa de grãos produzida e a massa seca total da planta. A síntese, translocação e acúmulo de fotoassimilados na planta são controlados geneticamente e influenciados por fatores ambientais (DURÃES et al., 2002). As adversidades ambientais geralmente resultam em IC menor, ou seja, o IC de uma cultura é altamente influenciado pelos fatores como densidade de semeadura, disponibilidade hídrica, nutrientes e temperatura (DUARTE; KAPPES., 2015).

Para Boote et al. (2003), em modelos de simulação de crescimento de plantas, ao IC é atribuído a vários traços genéticos, que passam de dez na cultura da soja, os quais estão associados com o desenvolvimento da cultura. Além das características da duração do ciclo, como a fase de enchimento de grãos, a interação genótipo x ambiente também afeta o IC.

Lawn e James (2011) observaram que o IC é inversamente proporcional à duração do ciclo. Isso pode estar relacionado ao tempo em que as plantas estão propensas ao ataque de pragas e, com isso, há a redução do rendimento e, por consequência, do IC (LUDWIG et al., 2011).

Esses autores também identificaram efeito significativo entre cultivar e o manejo de fungicida sobre o IC, informação esta que confirma o que foi apresentado por Boote et al. (2003), em que o IC é influenciado pela interação genótipo x ambiente.

Ainda segundo Boote et al. (2003), o IC aumenta proporcionalmente com o aumento da duração do período reprodutivo da planta, atingindo valores próximos a 0,6 sob condições de desenvolvimento ótimas. Sob condições de estresse, como baixa disponibilidade hídrica e mobilidade de nitrogênio, esse valor de IC é reduzido.

Quanto aos valores de IC encontrados na literatura, esses são bem amplos. Masoumi et al. (2011) e Ghassemi-Golezani et al. (2011), avaliando diferentes níveis de disponibilidade hídrica para a cultura da soja obtiveram valores de IC de 0,21 a 0,50 e de 0,48 a 0,51 em seus respectivos trabalhos.

Kuss et al. (2008), avaliando uma cultivar sob diferentes populações de plantas e estratégias de manejo de irrigação obtiveram valores de 0,41 e 0,49. Ludwig et al. (2011), avaliando quatro cultivares de soja com diferentes manejos de herbicida e fungicida, obtiveram valores de IC de 0,31 a 0,56.

2.5 Produtividade de grãos

A produtividade de grãos é resultado da interação entre o genótipo e o ambiente, além de práticas de manejo que auxiliam no processo para potencializar ou não a produtividade. Antes mesmo de colocar a semente no solo, a produtividade é definida a partir da escolha do cultivar (ZANON et al., 2018).

A data de semeadura possui influência no porte; quando este é reduzido a produtividade pode ser menor; além da colheita dificultada. Do contrário, quando o porte das plantas é maior, pode ocorrer o acamamento destas, o que prejudica o processo de colheita e a produtividade (GARCIA, 1979; VENTURA et al., 2009).

A produtividade da soja é o resultado da combinação de três componentes do rendimento principais: número de legumes por unidade de área, número de grãos por legume e peso médio dos grãos (BÁEZ et al., 2020).

O número de legumes é determinado pelo balanço entre a produção de flores por planta e a proporção que está se desenvolve até o legume. O número de grãos por legume é mais influenciado pela genética do que pelo ambiente de cultivo, enquanto o peso dos grãos é geneticamente determinado, porém, sofre influência do ambiente, principalmente durante o período de formação dos grãos (LIMA et al., 2009).

Conhecendo quais componentes têm influência na produtividade, também se torna importante conhecer em que fase do desenvolvimento da planta que será determinado tal componente, e por isso, cada estágio é importante e desempenha papel vital na produtividade (REZENDE; CARVALHO, 2007).

O conhecimento sobre o momento em que os componentes de rendimento são definidos e quais fatores podem afetá-los é um ponto importante e que deve ser observado pelo produtor, pois assim, consegue definir práticas de manejo mais adequadas para tal situação e, assim, fazer que cada componente expresse o seu máximo potencial e alcance maiores produtividade (SMIDERLE et al., 2019).

2.6 Ecofisiologia da soja

Em condições de campo, a soja está sujeita à influência de diversos fatores edafoclimáticos e de manejo, bem como as suas interações, que serão determinantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas (OLIVEIRA, 2010), afetando, por consequência, a produtividade de grãos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Dois Vizinhos, Unidade de Ensino e Pesquisa de Culturas Anuais (Figura 1).

Figura 1 - Representação da Estação Experimental (UTFPR-DV) e local de condução do experimento em ambas as safras

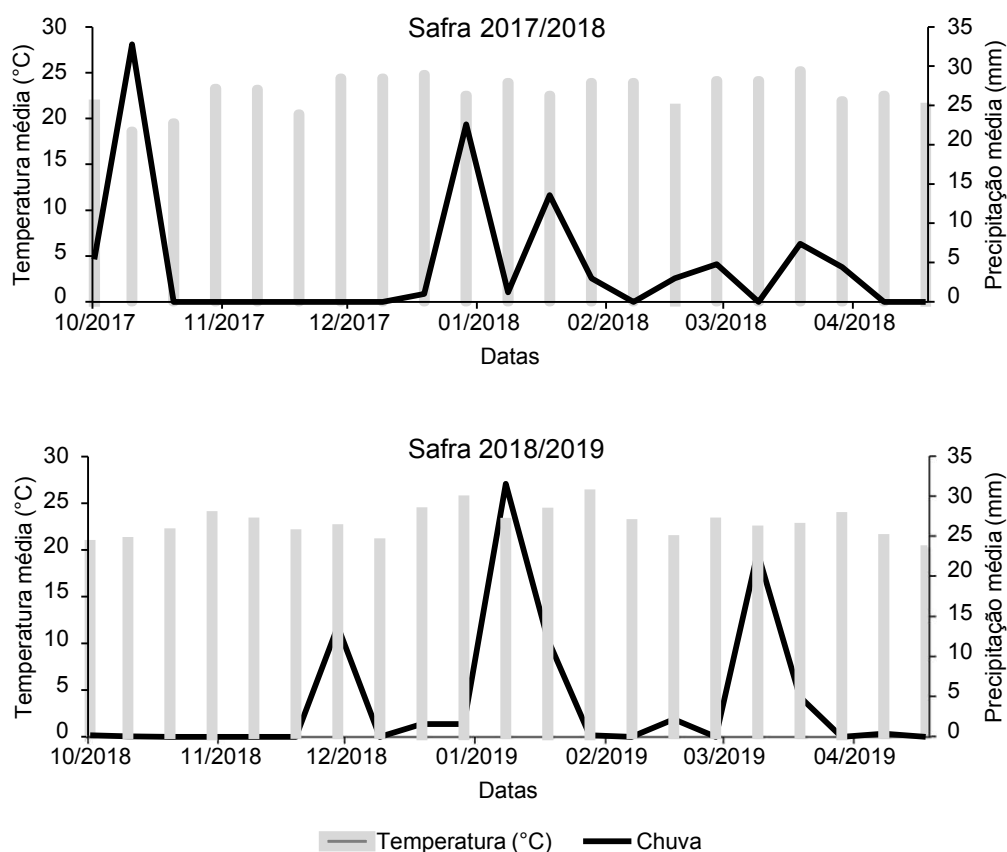


Fonte: Google Maps (2021)

A altitude média do local é de 509 metros, com Latitude entre 25°44'03" e 25°46'05" Sul e Longitude entre 53°03'01" e 53°03'10" W. O solo do local do experimento é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, com relevo suave e textura muito argilosa (BHERING et al., 2008).

O clima da região é classificado por Köppen como Cfa (subtropical úmido) sem estação seca definida (ALVARES et al., 2013). Os valores médios de temperatura máxima e mínima (°C) e pluviosidade (mm), entre outubro e abril nas safras 2017/18 e 2018/19, estão representados na Figura 2, com dados obtidos da estação meteorológica do INMET - Instituto Nacional de Meteorologia localizada na UTFPR - Campus Dois Vizinhos.

Figura 2. Média de temperatura média (°C) e precipitação (mm) do período compreendido entre outubro e abril para os dois anos agrícolas (2017/18 e 2018/19). UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2021.



Fonte: INMET (2018)

3.2 Condução do experimento

O experimento foi conduzido a campo com 36 cultivares de soja (Tabela 3), nas safras 2017/18 e 2018/19.

Previamente à semeadura foi realizada a dessecação da área utilizando 3 litros de glifosato + 1,5 litros de 2,4-D por hectare, 15 dias antes desta.

As sementes utilizadas foram tratadas com produto contendo fungicida e inseticida à base de piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil, dosagem de 200 mL por 100 quilos de sementes. Além disso, foi utilizado o inoculante *Bradyrhizobium japonicum*, na dosagem de 2 mL kg⁻¹ de semente.

Tabela 3. Cultivares de soja de diferentes GMR testadas

Tecnologia	Grupos de Maturação				
	4.8 - 5.0	5.1 - 5.5	5.6 - 6.0	6.1 - 6.5	6.6 - 7.0
I ^{PRO} ®		NS 5445	TMG 2158	CD 202	PONTA

		DM 53I54	NS 5727	NS 6909	DM 66I68
		ELITE	NS 5959	M 6210	
			DM 5958	M 6410	
			M 5838	DM 6563	
			M 5917	LG 60163	
			M 5947	TMG 7062	
			BS 2606	TMG 7063	
				DM 61I59	
				AS 3610	
	P 95Y72	P 95R51	96Y90	TMG 7262	POTÊNCIA
RR®	NS 4823	P 95Y52	APOLO	VMAX	
		CD 216	ATIVA	NA 5909	
CONVENCIONAL				BRS 284	

Fonte: Autor (2021)

A semeadura ocorreu em 06 de outubro na safra 2017/18 e em 20 de outubro na safra 2018/19, com auxílio de semeadora de plantio direto de cinco linhas com espaçamento de 0,45 cm entre linhas. A adubação de base se deu a partir da aplicação de 418 Kg por hectare de superfosfato simples.

Quando as plantas de soja se encontravam em V3 foram aplicados 133 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio à lanço. O manejo de daninhas, pós-emergência, se deu com a aplicação de 3 litros de glifosato por hectare em V4, com à exceção do cultivar convencional, em que houve arranquio manual de plantas daninhas.

O controle de insetos foi realizado em um primeiro momento por meio de monitoramento e quando necessário, foi aplicado inseticida do grupo piretróide para o controle de *Diabrotica speciosa* (vaquinha), na fase vegetativa e inseticida dos grupos piretróide + neonicotinóide para o controle de percevejos, na fase reprodutiva. Para o manejo de doenças foi aplicado fungicida à base de azoxistrobina e benzovindiflupir + adjuvante.

3.3 Variáveis analisadas

3.3.1 Intervalo entre estádios de desenvolvimento

As avaliações do intervalo, em dias, entre os estádios de desenvolvimento dos 36 genótipos de soja foram realizadas a partir da emergência, seguindo a escala de Fehr e Caviness (1977). Foram avaliados os estádios: emergência (VE) - florescimento (R1), R1 - formação de vagem (R3), R3 - enchimento de grãos (R5); R5 - maturidade fisiológica (R7).

3.3.2 Componentes de rendimento

Os componentes de rendimento avaliados foram: altura de planta (AP) (cm), altura de inserção de primeiro legume na haste principal (APL) (cm), número de legumes por planta (NLP), número de grãos por planta (NGP) e número de grãos por legume (NGL). Estes foram determinados a partir da coleta aleatória de cinco plantas por parcela, para cada cultivar.

3.3.3 Índice de colheita

Determinado a partir da pesagem, em separado, da massa seca da palha (hastes + legumes) provenientes das plantas e dos grãos das plantas usadas para determinação dos componentes de rendimento (item 5.3.2). Estes foram colocados para secar em estufa a 65 °C por 72 horas. O cálculo do IC se deu a partir da equação:

$$IC = \frac{PG}{(PG + PP)}$$

Em que:

IC: Índice de colheita;

PG: Peso dos grãos;

PP: Peso da palha.

3.3.4 Produtividade e massa de mil grãos

A produtividade de grãos foi obtida de todas as parcelas trilhadas onde foram limpas, e a umidade corrigida para 12%, como segue:

$$MC = \frac{MI * (1000 - UI)}{(1000 - UC)} \quad Prod. = \frac{MC * 10000}{AU}$$

Em que:

MI: massa inicial (Kg);

MC: massa corrigida (Kg);

UI: Umidade inicial (%);

UC: Umidade corrigida (%);

Prod.: Produtividade (kg ha⁻¹);

AU: Área útil (m²).

A área colhida ou área útil de cada parcela foi de 2,7 m², sendo 3 linhas de 2 metros, descartando-se as linhas da bordadura de cada lado e 0,5 metro de borda de

cada linha colhida. Os resultados de produtividade foram expressos em kg de grãos por hectare (kg ha^{-1}).

A massa de mil grãos foi determinada a partir do produto trilhado em cada parcela, a partir de três repetições de cem grãos, extrapolando o resultado para massa de mil grãos (MMG).

3.4 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso (DBA). Para a avaliação do intervalo de dias entre estádios de desenvolvimento adotou-se como unidade experimental uma planta de soja, totalizando cinco repetições por cultivar.

Para os componentes de rendimento foram coletadas 5 plantas que constituíram a repetição, totalizando três repetições por cultivar. A produtividade e a massa seca de grãos foi determinada por meio da área útil colhida.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e de homogeneidade. Após a análise de variância, realizou-se a análise de correlação de Pearson entre as variáveis respostas exploradas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Safra 2017/18

Na Tabela 4 estão apresentadas as correlações obtidas no estudo, para a safra 2017/18, com ênfase para as mais fortes ($>0,7$); buscando manter, também, as principais variáveis.

Ao avaliar a correlação entre a altura de plantas e as demais variáveis se observa que os maiores valores de correlação foram observados para GMR e, para o intervalo entre os estádios VE-R3, $0,76^{***}$ (Tabela 4).

De uma forma geral, plantas de ciclo mais longo tendem a apresentar maior porte, condicionados à maior duração da fase vegetativa. Também, a AP leva à maior altura de IPL. No presente estudo, essa correlação foi observada, porém, menos evidente.

Tabela 4 - Correlação de Pearson entre os parâmetros produtivos, ciclo e grupos de maturidade relativa de cultivares de soja, safra 2017/18

Variáveis	IPL	NLP	NGP	IC	PV	VE-R3	VE-R5.1	VE-R7	CICLO	GMR
IPL	1,00	0,082	-0,0056	-0,77^{***}	0,67 ^{***}	0,76 ^{***}	0,66 ^{***}	0,68 ^{***}	0,67 ^{***}	0,62 ^{***}
NLP		1,00	0,97^{***}	-0,011	0,032	0,20 [*]	0,12	0,15	0,13	0,11
NGP			1,00	0,057	-0,05	0,16	0,092	0,089	0,058	0,065
IC				1,00	-0,63 ^{***}	-0,76^{***}	-0,74^{***}	-0,70^{**}	-0,68 ^{***}	-0,65 ^{***}
PV					1,00	0,57 ^{***}	0,55 ^{***}	0,74^{***}	0,76^{***}	0,57 ^{***}
VE-R3						1,00	0,80^{***}	0,78^{***}	0,70^{***}	0,76^{***}
VE-R5.1							1,00	0,76^{***}	0,70^{***}	0,71^{***}
VE-R7								1,00	0,96^{***}	0,89^{**}
CICLO									1,00	0,87^{***}
GMR										1,00

Fonte: Autor (2021)

No trabalho realizado por Espindola et al. (2008), verificou-se que os fatores ambientais bem como as práticas de manejo influenciaram na altura de planta e, de maneira semelhante, na altura de inserção de primeiro legume, em que todas as cultivares testadas apresentaram valores reduzidos dessas variáveis.

Para o número de legumes por planta (NLP) a correlação com a variável número de grãos por planta (NGP) foi alta e forte, $0,97^{***}$.

O número de legumes por planta apresenta alta flutuação, a depender do cultivar, da população de plantas, das condições de manejo e clima, sendo

considerado o componente que mais interfere na produtividade final de uma lavoura (PEIXOTO et al., 2000).

O índice de colheita apresentou correlação forte e negativa com as variáveis representadas pelos estádios fenológicos VE-R3, VE-R5.1 e VE-R7, conseqüentemente o ciclo e GMR, ou seja, quanto maior o ciclo das cultivares, em função da maior duração dos intervalos entre estádios de desenvolvimento, especialmente na fase vegetativa, menor será o IC. Porém, apesar de o IC fazer uso do peso de grãos para seu cálculo, não se observou correlação entre este e a produtividade de grãos

A variável ciclo tem correlação forte e positiva com o grupo de maturação relativa de 0,87*** (Tabela 5). Já em relação ao ciclo observa-se as correlações mais fortes e positivas em relação aos intervalos de desenvolvimento, para o intervalo entre VE-R7 e PV ($r= 0,96^{***}$), ($r= 0,76^{***}$). Ciclos maiores apresentam períodos vegetativos maiores. Também a variável PV apresentou correlação alta com a variável GMR ($r= 0,57^{***}$).

Em relação ao GMR, houve forte correlação positiva com o ciclo de desenvolvimento das plantas ($r= 0,87^{***}$). Todavia, Zanon et al. (2018), relata em sua pesquisa que para o aumento da produtividade de soja, a época de semeadura é essencial, pois quando combinado as melhores condições ambientais com os períodos críticos de desenvolvimento dela, proporciona rendimentos potenciais em diferentes GMR.

Na pesquisa realizada por Fruet et al. (2019), com objetivo de determinar a produtividade de diferentes cultivares de soja com distintos grupos de maturidade relativa, em seis épocas de semeadura, se verificou que, a produtividade de grãos é influenciada por diversos fatores. Diante disso, a escolha de uma cultivar com grupo de maturação adequado e a determinação da melhor época de semeadura são fatores indispensáveis para alcançar altos rendimentos. Ainda segundo os autores, os GMR 6.8 e 6.2, e as épocas de semeadura de outubro, novembro e dezembro, proporcionaram maiores produtividade de grãos, sendo que a cultivar pertencente ao GMR 6.8 alcançou 6.5 mg ha⁻¹, quando semeada em outubro.

O rendimento final da safra 2017/18 não foi alterado pela duração dos estádios de desenvolvimento, ciclo ou GMR.

4.2 Safra 2018/19

As análises referentes a correlação linear de Pearson (r) para a safra 2018/19, estão apresentadas na Tabela 6. Os estádios de desenvolvimento, como consequentemente o ciclo e os GMR apresentaram correlação positiva em relação aos componentes de rendimentos AP e IPL, aos demais não houve correlação significativa. Porém os estádios, como também o ciclo e os GMR influenciaram negativamente na produtividade. Já em relação ao IC, todos os estádios de desenvolvimento, como o ciclo e os GMR tiveram correlação forte negativamente. Para rendimento de grãos o IC teve correlação positiva significativa (Tabela 6).

Em com relação a componentes de rendimento, houve uma forte interação positiva entre NGP com NLP assim como na safra anterior. Para o número de legumes por planta (NLP) a correção com a variável número de grãos por planta (NGP) foi alta e forte, com 0,91*** de correlação (Tabela 5). Esses dados corroboram com a pesquisa realizada por Smiderle et al. (2019).

Tabela 5 - Correlação de Pearson entre os parâmetros produtivos, ciclo e grupos de maturidade relativa de cultivares de soja, safra 2018/19

	IPL	NLP	NGP	PV	VE-R3	VE-R5.1	VE-R7	CICLO	GMR
NLP			0,91***	0,36***	0,33***	0,39***	0,33***	0,30***	0,40***
IC				-0,70***	-0,74***	-0,75***	-0,59***	-0,67***	-0,65***
PV					0,85***	0,85***	0,79***	0,78***	0,75***
VE-R3						0,92***	0,85***	0,85***	0,79***
VE-R5.1							0,85***	0,82***	0,82***
VE-R7								0,91***	0,85***
CICLO									0,87***
GMR									1,00

Fonte: Autor (2021)

Smiderle et al. (2019) ao testarem a correlação entre os componentes de produção e diferentes densidades de plantas, observaram uma correlação positiva entre os componentes NLP com o NGP, quando testado densidade de 12 plantas m⁻¹. Tal correlação ocorreu devido a eficiência de utilização da energia solar, que foi mais bem distribuída sobre as folhas, resultando em maior concentração de assimilados nos grãos.

Esses resultados de correlação também se assemelham aos obtidos por Nogueira et al. (2012), ao avaliarem cultivares de soja em duas épocas de semeadura

(fevereiro e dezembro), verificaram que a correlação entre a produtividade dos grãos e o número de legumes por plantas foram altas, positivas e significativas.

O ciclo das cultivares avaliadas teve correlação forte e positiva com o grupo de maturação relativa de 0,87*** o mesmo apresentado na primeira safra avaliada (Tabela 6). Assim como apresentou correlação forte e positiva com o PV, destacando entre os subperíodos uma forte interação positiva entre o ciclo e os mesmos subperíodos que obtiveram correlação forte e positiva com o GMR.

Em relação ao GMR assim como na safra anterior, houve uma interação forte e positiva ao ciclo das plantas, com destaque ao PV. Com relação aos subperíodos o GMR apresentou interação forte e positiva com VE a R3, VE a R5 e VE a R7.

Brustcher et al. (2020) ao avaliarem a ontogenia de cultivares de soja de diferentes grupos de maturação, e sua relação com o desempenho da cultura, entre os estádios: Emergência (VE) – Início do florescimento (R1); R1 – Início de formação de vagens (R3); R3 – início de enchimento de grãos (R5.1); R5.1 – R7 (início da maturidade fisiológica); R7 – maturação de colheita (R8), duração em dias acumulada, fotoperíodo no início do florescimento e produtividade de grãos. Concluíram que, as cultivares não diferiram entre si quanto ao fotoperíodo crítico exigido para florescer. Para se obter maiores produtividades, deve-se selecionar cultivar com maior duração no período de enchimento de grãos.

A segunda safra (2018/2019) avaliada teve comportamento semelhante a primeira (2017/2018) em para as correlações formadas e a magnitude dessa correlação. Outro fator observado foi que os coeficientes de correlação para a segunda safra avaliada foram superiores ou iguais a primeira.

Entender o comportamento das variáveis em diferentes grupos de maturidade, pois a correlação entre as características agrônômicas se faz necessária já que permite identificar o grau de interferência de uma variável sobre a outra (ZUFFO et al., 2016). Esse tipo de estudo permite identificar quais cultivares são mais adequadas para o cultivo em uma determinada região, levando em consideração as características edafoclimáticas, bem como pode auxiliar no processo de seleção e melhoramento genético de cultivares.

5 CONCLUSÕES

Em relação aos dois anos se consegue se observar uma similaridade entre os dois cultivos em relação a algumas variáveis. Aonde quanto maior for o período vegetativo até a fase reprodutiva (VE- R7) maior foi a inserção do primeiro legume, menor índice de colheita, maior ciclo e maior GMR.

Os estádios de desenvolvimento, ciclo e GMR tiveram correlação negativa no rendimento de grãos na safra 2018/19.

Por fim, existe uma grande variabilidade entre os genótipos de soja quanto os valores encontrados para IC em um determinado ambiente

REFERÊNCIAS

- ALLIPRANDINI, L. F.; ABATTI, C.; BERTAGNOLLI, P. F.; CAVASSIM, J. E.; GABE, H. L.; KUREK, A.; MATSUMOTO, M. N.; OLIVEIRA, M. A. R. de; PITOL, C.; PRADO, L. C.; STECKLING, C. Understanding soybean maturity groups in brazil: environment, cultivar classification and stability. **Crop Science**, v. 49, p. 801-808, 2009.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. v. 22, n. 6, p. 711-728. 2013.
- AMORIM, F. A.; HAMAWAKI, O. T.; SOUSA, L. B.; LANA, R. M. Q.; HAMAWAKI, C. D. L. Época de semeadura no potencial produtivo de soja em Uberlândia-MG. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 1793-1802, 2011.
- BÁEZ, M. S. A.; PETRY, M. T.; CARLESSO, R.; BASSO, L. J.; RODRIGUES DA ROCHA, M.; RODRIGUEZ, G. J. Balanço hídrico e produtividade da soja cultivada sob diferentes níveis de déficit hídrico no Sul do Brasil. **Investigación Agraria**, v. 22, n. 1, p. 3-12, 2020.
- BARN, N. A.; MATZNAUER, R. Ampliação do calendário de semeadura da soja no Rio Grande do Sul pelo uso de cultivares adaptados aos distintos ambientes. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 6, n. 2, p. 189-2003, 2000.
- BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T. **Luz, umidade e temperatura**. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). Tecnologias de produção e usos da soja. Londrina: Mecenias, 2009. Cap. 3. p. 17-27.
- BEXAIRA, K. P.; STRECK, N. A.; ZANON, A. J.; ROCHA, T. S. M. da; RICHTER, G. L.; SILVA, M. R. da; TAGLIAPIETRA, E. L.; WEBER, P. S.; DUARTE JUNIOR, A. J.; CERA, J. C.; RIBAS, G. G.; UHRY JUNIOR, D.F.; MEUS, L.D.; ALVES, A.F.; BALEST, D. Grupo de maturidade relativa: Variação no ciclo de desenvolvimento da soja em função da época de semeadura. **Anais ... VIII Congresso Brasileiro de Soja**. Goiânia – GO, Brasil. 2018.
- BHERING, S.B.; SANTOS, H.G.; BOGNOLA, I.A.; CÚRCIO, G.R.; MANZATTO, C.V.; CARVALHO JUNIOR, W.; CHAGAS, C.S.; ÁGLIO, M.L.D.; SOUZA, J.S. **Mapa de solos do Estado do Paraná: legenda atualizada**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/IAPAR. 2008. 74 p.
- BOOTE, K. J.; JONES, J. W.; BATCHELOR, W. D.; NAFZIGER, E. D.; MYERS, O. Genetic coefficients in the CROPGRO–soybean model. **Agronomy Journal**, v. 95, p. 32-51, 2003.
- CÂMARA, G. M. **Soja: tecnologia da produção**. Piracicaba: ESALQ/Departamento de Agricultura. 1998
- CASAROLI, D.; FAGAN, E. B.; MEDEIROS, S. P.; MANFRON, P.A.; DOURADO NETO, D.; DE JONG VAN LIER, Q.; MÜLLER, L.; MARTIN, T. N. Radiação solar e aspectos fisiológicos na cultura de soja: uma revisão. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v. 14. n. 2, p. 102-120, 2007.

CAVASSIM, J. E. **Classificação em grupos de maturidade relativa para a soja comparando metodologias de estabilidade**. 2014. 109 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2014.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos> Acesso em 06 abr. 2020.

DALLACORT, R.; FREITAS, P. S. L.; FARIA, R. T.; GONSALVES, A. C. A.; REZENDE R.; BERTONHA, A. Utilização do modelo cropgro-soybean na determinação das melhores épocas de semeadura da cultura da soja, na região de Palotina, estado do Paraná. **Acta Scientiarum**, v. 28, n. 4, p. 583-589, 2006.

DAROISH, M.; HASSAN, Z.; AHAD, M. Influence of planting dates and plant densities on photosynthesis capacity, grain and biological yield of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] in Karaj, Iran. **Journal of Agronomy**, v.4, n.3, p.230-237, 2005.

DUARTE, A. P.; KAPPES, C. **Evolução dos sistemas de cultivo de milho no Brasil**. Informações Agrônomicas. Nº 152, 2015.

DURÃES, F. O. M.; SANTOS, M. X.; GAMA, E. E. G.; MAGALHÃES, P. C.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; GUIMARÃES, C. T. **Fenotipagem associada a tolerância a seca em milho para uso em melhoramento, estudos genômicos e seleção assistida por marcadores**. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 35). 2004. 20 p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologia de Produção de soja** – Região Central do Brasil 2012 e 2013. Londrina, PR: Embrapa Soja 2011^a. 2011. 264 p.

ESPINDOLA, S. M. C. G.; BISINOTTO, F. F.; FERREIRA JR, J. A.; CUNHA, F. A. G.; ALVES, G. A.; RESENDE, V. O.; HAMAWAKI, O. T. **Avaliação do desempenho produtivo de linhagens de soja para a região do Cerrado**. In: Simpósio Internacional Savanas Tropicais II, Brasília-DF. Simpósio. 2008, p.7.

FARIAS, J. R. B.; ASSAD, E. D.; ALMEIDA, I. R.; EVANGELISTA, B. A.; LAZZAROTTO, C.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 3, p. 415-421, 2001.

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

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **State of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11p. (Special report 80).

FLUMIGNAN, D. L.; ALMEIDA, A. C. S.; GARCIA, R. A. **Necessidade de irrigação complementar da soja na Região Sul de Mato Grosso do Sul**. Embrapa, Mato Grosso do Sul, set. 2005.

FRUET, B. L.; ZANON, A. J.; TAGLIAPIETRA, E. L.; BEXAIRA, K.P.; RICHTER, J. L.; WEBER, P. S.; ROCHA, T. S. M.; TONETTO, F.; SARI, L. A.; SANTOS, R. G.; CARBONARI, R.; SOUZA, P. M. Produtividade de cultivares de soja em função do

grupo de maturação e épocas de Semeadura. **42ª Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul**, Três de Maio – RS, Brasil, 2018.

GARCIA, A. **Estudo do índice de colheita e outras características agronômicas de dez cultivares de soja (*Glycine max* (L.) menti) e de suas correlações com a produção de grãos, em duas épocas de semeaduras**. 1979. 76 p Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1979.

GHASSEMI-GOLEZANI, K.; FARSHBAF-JAFARI, S.; SHAFAGH-KOLVANAGH, J. Seed priming and field performance of soybean (*Glycine max* L.) in response to water limitation. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v. 39, n. 2, p. 186-189, 2011.

HEIFFIG, L. S.; CÂMARA, G. M. de S. **Soja: colheita e perdas**. Piracicaba: ESALQ, 2006, p.37.

JIANG, Y.; WU, C.; ZHANG, L.; HU, P.; HOU, W.; ZU, W.; HAN, T. Long-day effects on the terminal inflorescence development of a photoperiod-sensitive soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] variety. **Plant Science**, v.180, p.504-510, 2011.

KANTOLIC, A. G. Control ambiental y genético de la fenología del cultivo de soja: impactos sobre elrendimiento y laadaptación de genótipos. **Revista da Facultad de Agronomía UBA**, v. 28, p.63-88, 2008.

KEMANIAN, A. R.; STÖCKLE, C. O.; HUGGINS, D. R.; VIEGA, L. M. A simple method to estimate harvest index in grain crops. **Field Crops Research**, v. 103, n. 3, p. 208-216, 2007

KUNZ, J.; CARLESSO, R.; PETRY, M.T.; GATTO, J. C.; AITA, R.; ANTONELLO, M. C. **Simulação do efeito da temperatura e do fotoperíodo na fenologia da cultura da soja**. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/269046112_Simulacao_do_Efeito_da_Temperatura_e_do_Fotoperiodo_na_Fenologia_da_Cultura_da_Soja. Acesso em: 11 jan. 2021.

KUSS, R. C. R. KÖNIG, O.; COSTA DUTRA, L. M.; BELLÉ, R. A.; ROGGIA, S.; STURMER, G. R. Populações de plantas e estratégias de manejo de irrigação na cultura da soja. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, p. 1133-1137, 2008.

LAWN, R. J.; JAMES, A. T. Application of physiological understanding in soybean improvement. I. Understanding phenological constraints to adaptation and yield potential. **Crop and Pasture Science**, v. 62, n. 1, p. 1-11, 2011.

LIMA, E. V.; CRUSCIOL, C. A. C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Características agronômicas, produtividade e qualidade fisiológica da soja “safrinha” sob semeadura direta, em função da cobertura vegetal e da calagem superficial. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 69-80, 2009.

LUDWIG, M. P.; LUCCA FILHO, O. A.; BAUDET, L.; DUTRA, L. M. C.; AVELAR, S. A. G.; CRIZEL, R. L. Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n.3, p.395-406, 2011.

MASOUMI, H.; DARVISH, F.; Daneshian, J.; Normohammadi, G.; Habibi, D. Effects of water deficit stress on seed yield and antioxidants content in soybean (*Glycine max* L.) cultivars. **African Journal of Agricultural Research**, v. 6, n. 5, p. 209-1218, 2011.

MEIER, C.; MEIRA, D.; MARCHIORO, V. S.; OLIVOTO, T.; KLEIN, L. A.; MORO, E. D.; LUNKES, A.; RIGATTI, A.; BELLO, R. F.; BUENO, R. B.; SOUZA, V. Q. Performance agrônômica e correlação linear entre componentes de rendimento da soja em segunda safra. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 4, p. 933-941, 2019.

MEOTTI, G. V.; BENIN, G.; SILVA, R. R.; BECHE, E.; MUNARO, L. B. Épocas de semeadura e desempenho agrônômico de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 14-21, 2012.

MONSOY. **A importância do posicionamento de cultivares de soja para o sucesso da cultura**. Disponível em:

<http://www.monsoy.com.br/site/wpcontent/uploads/2016/08/job_02_97_informativos_tecnicos4_ano4_n9_ok_atualizado_ok.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2021.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre: Evangraf, 2005.

NAOE, A. M. L.; PELUZIO, J. M.; SOUSA, J. P. Estresse Ambiental na cultura da soja. **Revista de Integralização Universitária**, v. 12, n. 16, 2017.

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T.; BARROS, B. H.; TEIXEIRA, R. C. **Morfologia, crescimento e desenvolvimento**. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). Tecnologias de produção e usos da soja. Londrina: Mecenias, p. 7-16, 2009.

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T.; SOUSA, L. B.; HAMAWAKI, O. T.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, D. G.; MATSUO, E. Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 6, p.877- 888, 2012.

OLIVEIRA, A. B. **Fenologia, desenvolvimento e produtividade de cultivares de soja em função de épocas de semeadura e densidades de plantas**. 2010. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

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

PERINI, L. J.; FONSECA JÚNIOR, N. S.; DESTRO, D.; PRETE, C. E. C. Componentes da produção em cultivares de soja com crescimento determinado e indeterminado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 1, p. 2531-2544, 2012.

POEHLMAN, J. M. **Breeding soybean**. In: POEHLMAN, J. M. (Ed.) Breeding field crops. 3° ed. Van Nostrand Reinhold, New York. 1987. p.421-450.

REZENDE, P. M.; CARVALHO, E. A. Avaliação de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) para o Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.6, p.1616-1623, 2007.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; LHAMBY, J. C. B.; BERTAGNOLI, P. F.; LUZ, J. S. Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 431-437, 2001.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; LHAMBY, J. C. B.; TEIXEIRA, M. C.; GUARESCHI, R. **Efeito da temperatura e do fotoperíodo na duração e na taxa de crescimento de grãos de soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 28p (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online, 35).

SANTORO, M. **Como se desenvolve uma planta de soja**. Lavoura10, 2020. Disponível em: < <https://blog.aegro.com.br/ciclo-da-soja/>>. Acesso em: 11 jan. 2021.

SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. **Soja: do Plantio à Colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015. 333 p.

SETIYONO, T. D.; WEISS, A.; SPECHT, J.; BASTIDAS, A. M.; 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**, v. 100, p. 257-271, 2007.

SINCLAIR, T. R. Historical changes in harvest index and crop nitrogen accumulation. **Crop. science**, v. 38, p. 638-643, 1998.

SMIDERLE, O. J.; SOUZA, A. G.; GIANLUPPI, V.; GIANLUPPI D.; COSTA, K. N. A.; GOMES, H. H. S. Correlação entre componentes de produção de soja BRS tracajá e diferentes densidades de plantas no cerrado Roraima. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 9, n. 1, p. 34-40, 2019.

THOMAS, A. L. **Soja - Tipos de crescimento da planta**. Porto Alegre: UFRGS, 2018.

TRENTIN, R.; HELDWEIN, A. B.; STRECK, N. A.; TRENTIN, G.; SILVA, J. C. Subperíodos fenológicos e ciclo da soja conforme grupos de maturidade e datas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.7, p.703-713, 2013.

VENTURA, F.; MARLETTO, V.; TRAINI, S.; TOMEI, F.; BOTARELLI, L.; PISA, P. R. Validation of development models for winter cereals and maize with independent agrophenological observations in the BBCH scale. **Italian Journal of Agrometeorology**. v. 3, p. 17-26, 2009.

ZANON, A. J.; SILVA, M. R.; TAGLIAPIETRA, E. L.; CERA, J. C. **Ecofisiologia da soja: visando altas produtividades**. 1ª ed., Santa Maria, 136 p., 2018.

ZUFFO, A. M.; GESTEIRA, G. S.; ZUFFO JÚNIOR, J. M.; ANDRADE, F. R.; SOARES, I. O.; ZAMBIAZZI, E. V.; GUILHERME, S. R.; SANTOS, A. S. Caracterização biométrica de frutos e sementes de mirindiba (*Buchenavia tomentosa* Eichler) e de inajá (*Attalea maripa* [Aubl.] Mart.) na região sul do Piauí, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 1, p.455-472, 2016.

ZUFFO, A. M.; RIBEIRO, A. B. M.; BRUZI, A. T.; ZAMBIAZZI, E. V.; FONSECA, W. L. Correlações e análise de trilha em cultivares de soja cultivadas em diferentes densidades de plantas. **Revista Cultura Agrônômica**, v. 27, n. 1, p. 78-90, 2018.