**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Caracterização de variedades cultivadas de soja de diferentes grupos de
maturação em função dos atributos morfológicos, fenológicos e a
produtividade**

Victor Hugo Rodrigues Florencio

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

**Piracicaba
2017**

Victor Hugo Rodrigues Florencio
Engenheiro Agrônomo

**Caracterização de variedades cultivadas de soja de diferentes grupos de
maturação em função dos atributos morfológicos, fenológicos e a produtividade**

Orientador:
Prof. Dr. **KLAUS REICHARDT**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA DIBD/ESALQ/USP

Florencio, Victor Hugo Rodrigues

Caracterização de variedades cultivadas de soja de diferentes grupos de maturação em função dos atributos morfológicos, fenológicos e a produtividade / Victor Hugo Rodrigues Florencio. - - Piracicaba. 2017

68 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. *Glycine max* (L.) Merrill 2. Ambiente de produção 3. Crescimento I. Título

**Aos meus pais Rosely e Edivaldo
à minha avó Isaura Lorette Rodrigues e ao meu avô Antônio Arroio Rodrigues (in
memorian), dedico.**

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder saúde e força durante essa longa caminhada.

Aos meus pais Rosely e Edivaldo e ao meu irmão Vinicius, pelo amor, amizade, companheirismo, exemplo de trabalho e por nunca me deixarem desistir.

À Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) e ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela oportunidade de realização do mestrado.

Ao meu orientador professor Dr. Klaus Reichardt, pela orientação, disponibilidade nos momentos de dúvida e por me incentivar frente às dificuldades do projeto.

Ao professor Dr. Durval Dourado Neto, pela idealização do projeto e esclarecimentos ao longo do trabalho, e pelo aprendizado participando de algumas atividades do Gfasp. Agradeço aos amigos Guilherme, Felipe e Thaise aos estagiários e aos demais integrantes do grupo pelo apoio, aprendizado e momentos de descontração.

As empresas TMG (Tropical melhoramento Genético) e Brasmax por conceder as sementes dos experimentos.

Ao João Gabriel e ao Cleiton, pela contribuição com o experimento no município de Leme.

Ao Guilherme, Felipe e Renan pela amizade e pelas valiosas contribuições durante o desenvolvimento do trabalho.

Ao Dr. André pelo apoio com a estatística do trabalho.

Aos professores Rafael Otto, Ricardo Victória, Pedro Jacob Christoffoleti, Durval Dourado Neto e Sônia Maria de Stefano Piedade pela contribuição na minha formação acadêmica.

Aos amigos Plinio e o pessoal da Republica Área 51 pela amizade, apoio e companheirismo nos momentos de trabalho e descontração.

Aos amigos Bruno, Magrelo, Gustavo, Vitor, Adair, João Pedro, Bito, Rene, Bill, Zoio, Zan, Buxexa, Renan, Marcos por fazer meus dias mais leves e engraçados.

Aos amigos do laboratório multiusuário Renan, Danyllo, Thaise, Jack, Laís, Neto, Thalita pelo apoio e momentos de descontração.

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia Luciane, pelo auxílio em todos os momentos de dúvida e pela amizade.

A todos os funcionários da Escola que contribuíram para a realização deste projeto, especialmente à equipe do Departamento de Produção Vegetal e aos funcionários da Biblioteca Central.

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABELAS	11
1. INTRODUÇÃO	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1. Rendimento de grãos.....	15
2.2. Morfologia	16
2.3. Ecofisiologia	18
2.4. Componentes de produtividade.....	19
2.5. Índice de área foliar e biomassa da parte aérea.....	20
2.6. Acamamento	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1. Caracterização do local do experimento	23
3.2. Delineamento experimental	25
3.3. Instalação e condução dos experimentos	26
3.4. Avaliações	28
3.4.1. Índice de área foliar.....	28
3.4.2. Massa seca da parte aérea	28
3.4.3. Massa de mil grãos.....	29
3.4.4. Altura de inserção de primeiro vagem	29
3.4.5. Altura da planta	29
3.4.6. Acamamento	29
3.4.7. Número total de vagens e grãos por planta	29
3.4.8. Produtividade	30
3.4.9. Fenologia.....	30
3.4.10. Balanço hídrico climatológico	30
3.4.11. Ciclos	30
3.5. Análise estatística.....	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1. Ciclos	33
4.2. Características morfológicas em r ₅	37
4.3. Componentes de produtividade da soja	41

4.3.1. Município de piracicaba	43
4.3.2. Município de leme	47
4.4. Interação entre os locais	51
5. CONCLUSÕES	55
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
REFERÊNCIAS	58

RESUMO

Caracterização de variedades cultivadas de soja de diferentes grupos de maturação em função dos atributos morfológicos, fenológicos e a produtividade

Devido à importância socioeconômica da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), a compreensão dos fatores que compõem a produtividade e as estratégias que visam maior rentabilidade do sistema se tornam cada vez mais presentes na agricultura moderna. O presente trabalho caracterizou aspectos de fenologia, crescimento e produtividade de variedades cultivadas de soja de diferentes grupos de maturação. Foram realizados dois experimentos em campo, no município de Leme e Piracicaba, ambos em São Paulo: o primeiro teve como objetivo estimar características agronômicas em R₈ (maturidade plena), assim como a produtividade; e o segundo também estimou a produtividade, características agronômicas em R₈ e R₅ (enchimento de grãos) e a duração de alguns estádios fenológicos de desenvolvimento da cultura. As variáveis analisadas foram: índice de colheita, índice de área foliar, biomassa da parte aérea, número de vagens e grãos por planta, massa de mil grãos, altura de planta, altura de inserção de primeira vagem, duração em dias do período vegetativo e reprodutivo, número de dias da emergência a colheita, produtividade e acamamento. Para este estudo foram utilizadas doze variedades cultivadas de soja de diferentes grupos de maturação, no ano agrícola de 2016/17. A produtividade das variedades cultivadas variou com os grupos de maturação e com os locais de cultivos, evidenciando o comportamento diferencial dos materiais em cada local. Em Piracicaba, o acamamento reduziu a produtividade de variedades cultivadas de soja de ciclo tardio semeadas em outubro em condições de irrigação. Enquanto em Leme, a variedade cultivada TMG 1180, colhida no dia 21 de março, produziu 4.760 kg.há⁻¹, sendo uma alternativa viável para o plantio da primeira safra.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merrill; Ambiente de produção; Crescimento

ABSTRACT

Characterization of cultivated soybean varieties of different maturation groups in function of the morphological, phenological and productivity attributes

Due to the socioeconomic importance of the soybean crop (*Glycine max* (L.) Merrill), the understanding of the factors that compose the productivity and the strategies that view greater profitability of the system become more and more present in modern agriculture. The present work characterized aspects of phenology, growth and yield of cultivated soybean varieties from different maturation groups. Two experiments were carried out in the field, in the municipality of Leme and Piracicaba, both in São Paulo : the first had as objective to estimate agronomic characteristics in the R₈ growth stage (harvest maturity), as well as productivity; and the second also estimated yield, agronomic characteristics at R₅ (grain filling) and R₈, and the duration of some phenological stages of crop development. The variables analyzed were: harvest index, leaf area index, shoot biomass, number of pods and grains per plant, mass of one thousand grains, plant height, height of first pod insertion, duration in days of the vegetative and reproductive periods, number of days from emergence to harvest, yield and lodging. For this study, twelve cultivated soybean varieties of different maturation groups were cultivated in the agricultural year 2016/17. The yield of cultivated soybean varieties varied with maturation groups and crop sites, showing the differential behavior of the materials at each site. In Piracicaba, lodging reduced the productivity of cultivated varieties of late-group soybean planted in October under irrigation conditions. While in Leme, the cultivated variety TMG 1180, harvested on March 21, yielded 4,760 kg.h⁻¹, being a viable alternative for planting of the first season.

Keywords: *Glycine max* (L.) Merrill; Production environment; Growth

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Valores médios mensais de precipitação e temperatura (máxima e mínima). piracicaba/sp, no período de 22 outubro de 2016 a 23 março de 2017.....	24
FIGURA 2. Valores médios mensais de precipitação e temperatura (máxima e mínima). município de araras/sp, no período de 22 outubro de 2016 a 23 março de 2017.....	24
FIGURA 3. Balanço hídrico climatológico do município de LEME/ SP.....	34
FIGURA 4. Temperaturas semanais médias em graus celsius em ambas as localidades. da 4 ^a a 13 ^a semana de desenvolvimento dos genótipos.	34
FIGURA 5. Fotoperíodo medido do início ao final do ciclo de desenvolvimento dos genótipos em ambas as localidades.	35
FIGURA 6. análises de regressão entre o índice de colheita (ic) de grãos de soja em função da massa total da parte aérea (a), do índice de área foliar (b) e da produtividade (c), em PIRACICABA/ SP.....	40
FIGURA 7. Análises de regressão entre produtividade (kg.ha ⁻¹) de grãos de soja em função da mmg (a); e da mmg em função do ngp (b), em LEME/ SP.	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características químicas das amostras do solo da área do experimento realizado em PIRACICABA/SP, 2016/17.	25
Tabela 2. Características químicas das amostras do solo da área do experimento realizado em LEME/SP, 2016/17.....	25
Tabela 3. Variedades cultivadas de soja, ciclos, grupo de maturação (GM) e tipo de crescimento, descritos pelos fabricantes, utilizado nos experimentos de campo em Piracicaba e Leme (SP).	26
Tabela 4. Descrição dos produtos aplicados na cultura de soja no período experimental para manejo de pragas e doenças em PIRACICABA/ SP.....	27
Tabela 5. Descrição dos produtos aplicados na cultura de soja no período experimental para manejo de pragas e doenças em LEME/ SP.	27
Tabela 6. Genótipos, Grupo de Maturação (GM), Ciclo total em dias (emergência/maturidade de colheita), Grupo de Classificação (precoce, médio, tardio) dos ensaios experimentais em ambas as localidades, São Paulo, ano agrícola 2016/2017.....	33
Tabela 7. Genótipos, Grupo de Maturação (GM), dias do período vegetativo (Diasveg.), dias do período reprodutivo (Diasreprod.) do ensaio experimental em PIRACICABA/SP, ano agrícola 2016/2017.	36
Tabela 8. Resumo da análise de variância (QM) de três características morfológicas, coletadas em R5; e a produtividade estimada em R8, avaliadas em doze genótipos de soja de diferentes grupos de maturação, no ano agrícola 2016/2017, em PIRACICABA/ SP, 2017.	37
Tabela 9. Índice de área foliar (IAF, m ² .m ⁻²), massa seca da parte aérea (MSPA, g) e índice de colheita (IC, g.g) de plantas de soja coletados no estágio de desenvolvimento R5 e a produtividade (Kg.ha ⁻¹) estimada em R8 de diferentes genótipos e grupos de maturação, obtidos no ano agrícola 2016/2017. PIRACICABA, SP.	38
Tabela 10. Resumo da análise de variância (QM) de quatro características agronômicas, avaliadas em doze genótipos de soja de diferentes grupos de maturação, ano agrícola 2016/2017, em ambas as localidades, 2017.....	41
Tabela 11. Resumo da análise de variância (QM) de três características agronômicas, avaliadas em doze genótipos de soja de diferentes grupos de maturação, ano agrícola 2016/2017, em ambas as localidades, 2017.....	42
Tabela 12. Vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (kg.ha ⁻¹) dos genótipos de diferentes grupos de maturação, ano agrícola 2016/2017, ESALQ, em PIRACICABA/ SP.....	43
Tabela 13. Altura de plantas (ALT), inserção de primeira vagem (INS) e nota de acamamento (A), dos genótipos de diferentes grupos de maturação, obtidos no ensaio experimental, ano agrícola 2016/2017, ESALQ, em PIRACICABA/ SP.....	45
Tabela 14. Vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), grãos por vagem (GV), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (kg.ha ⁻¹) dos genótipos de diferentes grupos de maturação, ano agrícola 2016/2017, em Leme/ SP.....	47

Tabela 15. Altura de plantas (ALT, cm), altura de inserção de primeira vagem (INS, cm) e notas de acamamento (A), dos genótipos de diferentes grupos de maturação, ano agrícola 2016/2017, Leme/ SP..... 48

Tabela 16. Resumo da análise de variância (QM) da interação de 4 características agronômicas, avaliadas em doze genótipos de soja de diferentes grupos de maturação, ano agrícola 2016/2017, em dois locais, Piracicaba e Leme (SP), 2017. 51

Tabela 17. Resumo da análise de variância (QM) da interação de 4 características agronômicas, avaliadas em doze genótipos de soja de diferentes grupos de maturação, ano agrícola 2016/2017, em dois locais, Piracicaba e Leme (SP), 2017. 51

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max (L.) Merrill*), cultura que hoje apresenta grande importância socioeconômica, principalmente para o Brasil, sendo um dos principais produtos exportados. Tem como centro de origem a China e serve como base de alimentação de diversas populações ao longo da história, sendo considerado um grão sagrado por muitas civilizações.

No cenário global de demanda por alimento a soja está se tornando cada vez mais importante e, com a população mundial tendendo a nove bilhões de pessoas até 2050, a maximização do uso de recursos na produção de alimentos, principalmente de maneira sustentável, é cada vez mais importante (FAO, 2015). Pelo fato da soja possuir um amplo espectro de utilização na indústria alimentícia e ser um dos alimentos mais consumidos no mundo, ela está inserida neste contexto, e a melhor compreensão dos fatores que são responsáveis pela formação da produtividade da cultura é fundamental, visando à maximização na utilização de área e o aumento na produtividade do sistema como um todo.

Para o Brasil a estimativa de produção desta oleaginosa é de 114 milhões de toneladas, representando 56,8% da área total cultivada do país, permanecendo como a principal responsável pelo aumento de área cultivada (CONAB, 2017). O aprimoramento de tecnologias envolvidas no processo produtivo da cultura fez com que o Brasil alcançasse a posição de segundo maior produtor mundial. Este aumento de produção está relacionado à expansão de demanda, devido ao aumento do poder aquisitivo da população e ao potencial de compra nos principais países importadores de soja e seus derivados.

O conhecimento das correlações diretas e indiretas sobre determinado componente da produção, em especial a produtividade de grãos, permite ao melhorista utilizar essas informações adicionais para descartar ou promover com maior precisão os genótipos de interesse (PANDINI, 2002).

O sistema de sucessão de soja na safra de verão com milho na safra de inverno pode ser uma boa alternativa na geração de renda e aproveitamento de área. Porém em alguns momentos de mercado, devido às baixas no preço do milho, este sistema é pouco lucrativo, possibilitando assim novas alternativas que busquem o aproveitamento sustentável de área, no entanto visando maior rentabilidade do sistema.

A utilização de variedades cultivadas de soja de ciclo mais longo, que em certas situações inviabiliza o plantio de milho na segunda safra, pode ser uma alternativa viável em momentos de prospecções de baixos preços dos grãos de milho no mercado futuro. Permitindo maiores ganhos na produtividade da soja, e um posterior manejo sustentável da

área de cultivo, como a utilização de cobertura verde, por exemplo, que podem agir no controle de pragas e doenças e atuam na reposição de nutrientes no solo.

Devido à suma importância da cultura da soja, o presente trabalho avaliou aspectos morfológicos, componentes de produtividade e a fenologia de variedades cultivadas de soja de diferentes grupos de maturação, com o intuito de compreender mais sobre os fatores que formam a produtividade da soja, e quais as suas relações com a produtividade.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Rendimento de grãos

A produtividade de uma cultura é definida pela interação entre o genótipo da planta, o ambiente de produção e o manejo. A produtividade está diretamente relacionada com o acúmulo de matéria seca, por isso conhecer práticas culturais compatíveis com a produção econômica visando o acúmulo de matéria seca é fundamental para aumentar os rendimentos de grãos. As principais práticas de manejo que devem ser consideradas são época de semeadura recomendada para a região de produção; a escolha dos cultivares mais adaptados; o uso de espaçamentos e densidades adequados; o monitoramento e controle das plantas daninhas, pragas e doenças e a redução ao mínimo das possíveis perdas de colheita (RITCHIE et al., 1994).

De acordo com Guimarães (2008) os fatores climáticos que condicionam o ambiente são determinantes no grau de adaptação dos indivíduos. Segundo Yuyama (1991), para uma planta manifestar o seu máximo potencial genético, caracterizado pelo seu melhor crescimento e desenvolvimento, diversos fatores ambientais podem influenciar diretamente no processo, como fotoperíodo, temperatura, radiação solar, nutrientes e vento. As causas dos baixos níveis de rendimento de grãos podem ser atribuídas ao fator de aptidão climática e edáfica da região e ao nível de tecnologia aplicada (CÂMARA, 1998).

Em relação à água, o seu excesso ou déficit no solo pode influenciar o crescimento e o desenvolvimento das plantas de soja (BARNI, 1978). A disponibilidade hídrica nos períodos de maior demanda pela cultura é imprescindível para alcançar o resultado esperado, pois ela participa de todos os processos metabólicos que vão estabelecer o crescimento e o desenvolvimento, além de determinar o período de crescimento da cultura (DOORENBOS; KASSAM, 1994). Porém quando o déficit hídrico ocorre nos primeiros estádios de desenvolvimento vegetativo, a soja recupera-se melhor do que outras culturas (DOSS & THURLOW, 1974).

A temperatura é o fator principal para a planta atingir o estado juvenil e assim influencia o rendimento de grãos, o porte da planta, a altura de inserção de primeira vagem e outras características da planta de soja (BERGAMASCHI et al., 1977). Segundo Marcos Filho (1986) as temperaturas baixas podem provocar atrasos nas diferentes fases, enquanto o aumento excessivo pode provocar florescimento precoce, distúrbios na frutificação e acelerar a maturação dos grãos, ocasionando reduções na produção. A soja melhor se adapta a

temperaturas do ar entre 20°C e 30°C; a temperatura ideal para seu crescimento e desenvolvimento está em torno de 25°C (EMBRAPA, 2003).

A época de semeadura é um fator limitante em relação a rendimento, afetando de forma acentuada na arquitetura e no comportamento da planta. Ela depende do fotoperíodo, pois a soja floresce em dias curtos, com menos de 13 horas de duração. Por isso, o período mais recomendável para as condições brasileiras de semeadura dessa cultura se estende de outubro a dezembro (NAKAGAWA et al., 1983; EMBRAPA, 1996).

Existe um amplo número de cultivares com épocas de plantio distintas e indicadas para diferentes regiões do Brasil. Por este fato, são importantes os ensaios regionais de avaliação de cultivares de soja, realizados em diferentes épocas em uma mesma região (PEIXOTO et al., 2000).

Quando esses fatores estiverem em condições desfavoráveis, podem reduzir a produtividade. Para se obter alta produtividade, a utilização de sementes de qualidade oriundas de boa procedência está entre as técnicas de cultivo fundamentais, que permitem o abastecimento de uma população de plantas adequada no campo (FRAGA, 1980 e SEDIYAMA, 1972).

Um ideótipo desejável de planta de soja, para proporcionar rendimentos elevados, deve reunir: estatura de planta igual ou superior a 0,65 m; inserção dos primeiros legumes superior a 0,10 m da superfície do solo; resistência a doenças, insetos, pragas, nematóides, acamamento e deiscência; boa qualidade fisiológica da semente; adaptação às condições locais de ambiente e sistema agrícola; alta capacidade de extração de fósforo; além de tolerância a deficiências e excessos hídricos (COSTA, 1996).

2.2. Morfologia

A altura da planta e a inserção de primeiro legume são aspectos importantes a serem considerados em relação à produtividade, controle de doenças e plantas daninhas, acamamento e eficiência no índice de colheita. De acordo Abel (1968) e Saccol (1975) plantios tardios, bem como os precoces, normalmente originam plantas com porte mais baixo do que na época considerada ideal de plantio.

As semeaduras mais tardias realizadas em regiões mais quentes permitem que a planta de soja atinja porte razoável, com menor redução no seu potencial de produção. Assim, visando o rendimento da cultura, as cultivares de ciclo longo são mais vantajosas para semeaduras tardias em locais quentes, pois, nessas condições, os precoces, mesmo contando

com boa disponibilidade térmica e hídrica, têm seu porte e altura de inserção das primeiras vagens consideravelmente reduzidos, aumentando as perdas de colheita (BERGAMASCHI et al., 1977).

Vários autores verificaram redução na altura das plantas de soja, devido à menor duração do período vegetativo, relacionada a atrasos na semeadura (BHERING, 1989; CÂMARA, 1991; MARCOS FILHO, 1986; SEDIYAMA et al., 1972; TRAGNAGO & BONETTI, 1984).

Dentre outros fatores que podem influenciar na altura e inserção de primeira vagem, a fertilidade do solo, umidade, temperatura e estande populacional estão entre os aspectos que podem, e quando não bem ajustados podem impactar no índice de colheita. Dos fatores ambientais, o fotoperíodo exerce maior influência, pois os cultivares de hábito determinado completam o seu crescimento vegetativo no início do florescimento, que é variável em função do fotoperíodo (LAWN & BYTH, 1973). Mesmo os cultivares insensíveis ao fotoperíodo para o florescimento têm sua altura influenciada pelo mesmo (CRISWELL & HUME, 1972; GUTHRIE, 1972; POLSON, 1972).

A altura de inserção da primeira vagem pode ser característica do próprio cultivar. Entretanto, quando o plantio é realizado em época inadequada, a altura da planta é reduzida, havendo tendência do desenvolvimento de vagens próximas ao solo. Os fatores ambientais ou práticas culturais que afetam a altura da planta também podem influenciar consideravelmente a altura de inserção da primeira vagem (SEDIYAMA et al., 1972). O cultivar escolhido para cultivo em um determinado local deve apresentar altura de inserção da primeira vagem de pelo menos 10 a 12 cm. No entanto, para a maioria das condições das lavouras de soja, a altura mais satisfatória está em torno de 15 cm, embora com o uso de colhedoras mais aperfeiçoadas possa ser efetuada uma boa colheita, com plantas apresentando inserção de vagens desde os 10 cm (SEDIYAMA et al., 1989).

A cultura da soja é muito sensível ao comprimento do dia, ou melhor, à extensão do período de ausência de luz para a indução floral. Portanto, o efeito típico do fotoperíodo na soja é a redução do período compreendido entre a emergência das plântulas e o início do florescimento e, conseqüentemente, do ciclo da cultura. Quando um cultivar é levado para regiões com menor latitude ou quando a semeadura é atrasada, resultado pode ser de plantas mais baixas, com menor altura de inserção da primeira vagem, redução na área foliar e menor produtividade (GREEN et al., 1965 e SEDIYAMA et al., 1972).

No estado do Paraná estudos têm mostrado que a época de semeadura ideal está entre final de outubro e final de novembro, e que fora desse período a lavoura pode ser

comprometida economicamente. Isto, porque ocorrem alterações na altura da planta, na altura de inserção das primeiras vagens, no número de ramificações, no diâmetro do caule e no acamamento. Essas características estão também relacionadas com a população e com as cultivares (EMBRAPA, 1999).

A população é um fator determinante no arranjo de plantas em determinado ambiente, podendo alterar negativamente o crescimento da soja. Segundo Gaudêncio et. al (1990) a melhor população de plantas deve possibilitar, além do alto rendimento, altura de planta e de inserção da primeira vagem adequadas à colheita mecanizada, com o mínimo acamamento. Esta é uma tendência atual na cultura da soja, em que as densidades populacionais menores, em torno de 10 a 15 plantas m^{-1} , vêm sendo utilizadas com sucesso, pois além de não reduzirem significativamente a produtividade, proporcionam redução nos custos de produção pela redução nos gastos com sementes (TOURINO, 2002).

A colheita mecânica pode ser dificultada, pela semeadura em época inadequada podendo causar redução drástica no rendimento, de tal modo que as perdas na colheita podem chegar a níveis elevados, devido ao baixo porte das plantas (EMBRAPA, 1996).

2.3. Ecofisiologia

O fotoperíodo e a temperatura são, notadamente, fatores importantes para o desenvolvimento da soja, exercendo influência sobre o número de primórdios reprodutivos e a taxa de desenvolvimento, com reflexos sobre a estatura de planta, o ciclo e o potencial de produtividade da cultura (BRACCINI et al., 2004; RODRIGUES et al., 2006; JIANG et al., 2011). No entanto existe grande variabilidade entre as variedades cultivadas quanto à sensibilidade ao fotoperíodo e à temperatura, sendo que a primeira é considerada o principal fator determinante da adaptação das cultivares (RODRIGUES et al., 2001; CARVALHO et al., 2002).

Ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura a resposta aos fatores, fotoperíodo e temperatura, é diferente, pois existem subperíodos nos quais a planta é incapaz de perceber esses sinais. Segundo Setiyono (2007) a duração das fases e o ciclo total da planta, emergência a colheita, é regulada pela temperatura e o fotoperíodo e varia de acordo com o genótipo e o estágio de desenvolvimento da cultura.

O subperíodo vegetativo pode ser definido como pré-indutivo ou juvenil. Nesse período, entre a emergência e a primeira folha verdadeira (estádio V_1) as plantas de soja são incapazes de perceber estímulo ao fotoperíodo. A partir daí, dependendo do genótipo, a planta

adquire a capacidade de perceber os estímulos (maturação), que induzem as transformações de seus meristemas vegetativos em reprodutivos (fase indutiva). Com o início da diferenciação do primórdio floral até a floração (antese) (subperíodo pós-indutivo), ocorre o desenvolvimento dos primórdios florais (organogênese floral) (MEOTTI, 2012).

A duração dos subperíodos de desenvolvimento da cultura varia com genótipo e grupo de maturação, e esta diretamente relacionada com as diferentes sensibilidades fototérmicas de cada material. No entanto nas cultivares sensíveis, a resposta ao fotoperíodo é quantitativa, e não absoluta, o que significa que a floração ocorrerá de qualquer modo.

Existem diferenças quanto à sensibilidade fototérmica entre as cultivares de ciclo precoce, médio e tardio. Cultivares de maturação tardia, por exemplo, são geralmente mais sensíveis ao fotoperíodo do que cultivares precoces (LAWN & BYTH, 1973; MAJOR et al., 1975). Já as cultivares com grupos de maturação baixos é mais dependente da temperatura do ar que do fotoperíodo até o início do enchimento de grãos (SINCLAIR et al., 2005).

Com relação à temperatura, Garner & Allard (1930) concluíram que em ambientes com fotoperíodo constante ela influencia grandemente o tempo de florescimento. Segundo Pascale (1969), existe uma relação inversa entre a temperatura média e o número de dias necessários para a floração. Dessa forma, temperaturas mais baixas causam aumento no período para que ocorra o florescimento. Parker & Borthwick (1943) observaram que a indução floral foi ótima quando a temperatura nas folhas estava entre 21 e 27 °C à noite, e que acima dos 27 °C poucos primórdios florais foram formados.

2.4. Componentes de produtividade

Componentes de produtividade tais como, número total de vagens, número total de grãos por planta e massa de mil grãos podem apresentar variabilidade entre indivíduos de uma população em função de vários fatores, que vão desde a implantação da cultura (influenciando o número de plantas por área), até a disponibilidade de assimilados (modificada pelo arranjo de plantas) (DALCHIAVON, 2012).

O número de ramos por planta, comprimento de ramos e números de nós férteis, têm relação com o potencial produtivo da planta de soja, uma vez que representam maior superfície fotossintetizante e também é potencialmente produtiva por meio do número de locais para surgimento de gemas reprodutivas. Entretanto, segundo Navarro Júnior & Costa (2002) o número e comprimento de ramos podem representar demanda adicional que desvia

os fotoassimilados que, de outra forma, seriam aproveitados na fixação e na produção de estruturas reprodutivas.

Uma das características que se relacionam com o potencial produtivo da soja é o número de vagens por planta, que é determinado pelo balanço entre a produção de flores por planta e a proporção destas que se desenvolvem até vagem. Já o número de flores por planta, é determinado pelo número de flores por nó e pelo número de nós por planta (JIANG & EGLI, 1993). Nos nós se desenvolvem as gemas reprodutivas, assim a redução no número de ramificações reduz o número de nós potenciais e, conseqüentemente, o número de vagens (BOARD & SETTINI, 1986).

Um dos componentes da produção da planta que contribui para maior tolerância à variação na população é o número de vagens por planta, que varia ao aumento ou redução da população (PEIXOTO, et. al., 2000). A variação no número de vagens por planta em função da densidade de semeadura também foram observados por Peixoto et al. (2000) e Tourino et al. (2002).

A variável biológica número de grãos por planta esta ligada ao número de vagens por planta, segundo Heiffig (2002) redução no número total de vagens afeta diretamente o número de grãos por vagem. Já o peso médio dos grãos é uma característica determinada geneticamente, sendo essa influenciada por fatores ambientais (PANDEY & TORRIE, 1973). Segundo Egli et al. (1987) a formação de vagens pode ser prejudicada pela limitação de fotoassimilados o que pode limitar fisicamente o tamanho do grão.

Segundo Dalchiavon (2012) o número de vagens por planta e a massa de grãos por planta correlacionaram-se de forma direta com a produtividade da soja, demonstrando serem os melhores componentes para estimá-la.

2.5. Índice de Área Foliar e Biomassa da parte aérea

Índice de área foliar (IAF) é a relação entre a área foliar das plantas e a área do terreno ocupada pela cultura, sendo considerado um parâmetro indicativo de produtividade (FAVARIN et al., 2002). É uma medida necessária para a maioria dos estudos agrônômicos e fisiológicos envolvendo crescimento vegetal (BLANCO e FOLEGATTI, 2003) e na avaliação de várias práticas culturais (FAVARIN et al., 2002; TAVARES-JÚNIOR et al., 2002).

Alguns trabalhos, como o de Gonzále et al.(1988) descreveram os maiores valores numéricos de IAF por ocasião do início da granação das vagens (estádio R₅). Entretanto o início da granação das vagens intensifica-se a demanda da planta por água, nutrientes e

fotoassimilados. Esses fatores, essenciais à produção, são preferencialmente direcionados aos grãos em formação, não só para atendimento do acúmulo crescente de matéria seca, mas também, da biossíntese de óleo e de proteína nas sementes. No que se refere à interceptação da radiação solar o valor $IAF = 4$ é considerado ótimo, pois para valores acima disso a radiação absorvida não aumenta mais.

Segundo Heiffig (2006) o índice de área foliar de a cultivar MG/BR 46 (Conquista) é máximo no estágio fenológico correspondente ao início da granação das vagens (R_5), nos espaçamentos de 0,20 a 0,60 m entre linhas. E que devido à alta plasticidade desta cultivar o índice de área foliar aumenta proporcionalmente com o aumento da população de plantas.

2.6. Acamamento

Acamamento prejudica a colheita mecanizada, causado decréscimo no índice de colheita. Ele está relacionado com alguns fatores, como espaçamento densidade de plantio, arranjo populacional e principalmente adaptação do cultivar a determinado ambiente. A resistência da planta ao acamamento é grandemente influenciada pelo tipo de solo e condições de desenvolvimento da cultura (GUIMARÃES, 2008). Geralmente, as plantas de soja apresentam maior acamamento em solos férteis e argilosos, com umidade abundante, do que em solos leves ou arenosos (SEDIYAMA et al., 1989).

O espaçamento entre as linhas e a densidade de plantas podem ser manipulados, com a finalidade de estabelecer o arranjo mais adequado à obtenção de maior produtividade e adaptação à colheita mecanizada (TOURINO, 2002). Plantas distribuídas de forma desuniforme implicam aproveitamento ineficiente dos recursos disponíveis, como luz, água e nutrientes. No caso da soja, o acúmulo de plantas em alguns pontos pode provocar o desenvolvimento de plantas mais altas, menos ramificadas, com menor produção individual, diâmetro de haste reduzido, e, portanto, mais propensas ao acamamento (ENDRES, 1996).

O número de plantas por metro linear deve ser seguido de acordo com a recomendação de cada cultivar, a utilização de populações muito acima do recomendado, além de não resultar em acréscimos em produtividade, pode aumentar custo de produção e implicar em maior taxa de acamamento, prejudicando, assim, o índice de colheita. Por outro lado, espaços vazios deixados na linha, além de facilitar o desenvolvimento de plantas daninhas, levam ao estabelecimento de plantas de soja com porte reduzido (TOURINO, 2002). Sendo assim, os espaçamentos entre as linhas, utilizados na cultura da soja, variam entre 40 e 60 cm

(EMBRAPA, 1997), e as maiores produtividades foram constatadas nos menores espaçamentos (CARDOSO & REZENDE, 1987; GARCIA, 1992).

Devido à redução do espaçamento entre linhas, o aumento da densidade nas linhas e, principalmente, o aumento da competição intraespecífica têm sido considerados responsáveis pelo aumento da altura das plantas e do índice de acamamento (MARCHIORI, 1998; MARTINS, 1999).

De acordo com Nakagawa et al., (1983), o acamamento pode refletir na produtividade da soja, pois dificulta a colheita e favorece o surgimento de doenças no campo, danificando os grãos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização do Local do Experimento

Foram realizados dois experimentos de campo, um deles foi conduzido na área experimental do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), em Piracicaba, SP (22°42’ S 47°30’ O, 546 m alt.). O segundo experimento foi realizado em uma lavoura comercial no município de Leme, SP (22°11’ S 47°23’ O, 619 m de altitude).

O clima de Piracicaba é classificado como Cwa, segundo a classificação de Köppen, com verão chuvoso e seca no período de inverno, a temperatura média anual está em torno de 23,86°C, tendo, as temperaturas máximas e mínimas médias de 34,89°C e 11,55°C, respectivamente. A precipitação pluvial média anual é da ordem de 776,442 mm, no entanto a irrigação complementar foi realizada na área, através de pivô central, quando necessária (LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE BIODISSISTEMAS, 2017). O solo é classificado como Latossolo vermelho distrófico argiloso, profundo, de textura muito argilosa e boa drenagem (HEIFIG, 2002).

O clima de Leme é classificado como tropical chuvoso Cwa, segundo a classificação de Köppenn, mesotérmico com verões quente e úmido e inverno seco, apresentando temperatura média anual em torno de 26,1°C, com, as temperaturas máximas e mínimas médias de 34,3°C e 17,7°C, respectivamente. A precipitação pluvial anual esta em torno 971,5 mm.

As temperaturas máximas, mínimas diárias, precipitação e a análise de solo dos dois locais dos experimentos registrados em Piracicaba e Leme podem ser visualizadas nas Figuras 1 e 2 e Tabela 1 e Tabela 2, respectivamente.

Figura 1. Valores médios mensais de precipitação e temperatura (máxima e mínima).
Piracicaba/SP, no período de 22 outubro de 2016 a 23 março de 2017.

Figura 2. Valores médios mensais de precipitação e temperatura (máxima e mínima).
Município de Araras/SP, no período de 22 outubro de 2016 a 23 março de 2017.

Tabela 1. Características químicas das amostras do solo da área do experimento realizado em PIRACICABA/SP, 2016/17.

Ano	pH	M.O	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	Soma	CTC	Sat.	Sat	S
	CaCl ₂		resina						bases (S.B.)		base s	Al	SO ₄
2016/17		g dm ⁻³	mg dm ⁻³								V%	m %	mg dm ⁻³
0-20	5,3	21	41	7	38	13	34	0	58	92	63	0	11

Análises realizadas no laboratório agrotécnico Pirasolo em Piracicaba, SP.

Tabela 2. Características químicas das amostras do solo da área do experimento realizado em LEME/SP, 2016/17.

Ano	pH	M.O	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	Soma	CTC	Sat.	Sat	S
	CaCl ₂		resina						bases (S.B.)		base s	Al	SO ₄
2016/17		g dm ⁻³	mg dm ⁻³								V%	m %	mg dm ⁻³
0-20	5,1	21	4	2	20	9	33	1	31,3	64	63	0	6

Análises realizadas no laboratório do Departamento de solos da universidade de São Carlos, campos de Araras, SP.

3.2. Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, cujos tratamentos foram dispostos em uma estrutura fatorial 2 x 12, compreendendo 2 locais no ano agrícola 2016/2017 e 12 variedades cultivadas de soja, todas transgênicas com tolerância ao Glifosato (Roundup Ready®), que foram selecionadas por representar diferentes ciclos, grupos de maturação (GM) e tipos de crescimento, cujas descrições encontram-se na tabela abaixo.

Tabela 3. Variedades cultivadas de soja, ciclos, grupo de maturação (GM) e tipo de crescimento, descritos pelos fabricantes, utilizado nos experimentos de campo em Piracicaba e Leme (SP).

Cultivares	Maturação	GM	Tipo de Crescimento
BMX ⁽¹⁾ Elite rr ⁽³⁾	Precoce	5,5	Indeterminado
TMG ⁽²⁾ 7161 rr		6,1	Indeterminado
TMG 7262 rr		6,2	Semi-determinado
BMX Garra rr		6,3	Indeterminado
TMG 1264 rr		6,4	Indeterminado
BMX Potencia rr	Médias	6,7	Indeterminado
TMG 1067 rr		6,7	Determinado
BMX Ícone rr		6,8	Indeterminado
BMX Power rr		7,3	Indeterminado
BMX Raça rr	Tardias	7,7	Indeterminado
TMG 1179 rr		7,9	Determinado
TMG 1180 rr		8	Semi-determinado

⁽¹⁾ BMX – Brasmax; ⁽²⁾ TMG – Tropical Melhoramento e Genética.

⁽³⁾ rr – Gene de tolerância ao glifosato.

Fonte: Elaboração do Autor.

3.3. Instalação e Condução dos experimentos

Nos dois locais o preparo do solo foi realizado dias antes da semeadura e constituiu-se de uma aração, seguida de duas gradagens e a abertura de sulcos de semeadura, realizada por tração mecânica. Para os dois locais foram realizadas aplicação previa de calcário na dosagem de 500 kg.há⁻¹ em Piracicaba e 300 kg.há⁻¹ em Leme, e a adubação seguiu as exigências da análise de solo e foi realizada momentos antes da semeadura, aplicando-se 250 kg.há⁻¹ da formulação NPK 0-20-20 em Piracicaba e 350 Kg.há⁻¹ da formulação 10-10-10 em Leme (SP), distribuídos e incorporados manualmente aos sulcos de semeadura.

A semeadura foi realizada nos dias 22 e 28 de outubro em Piracicaba e Leme, respectivamente, no ano agrícola de 2016/17. As sementes foram tratadas com Piraclostrobina, Tiofanato Metílico e Fipronil na dosagem de 200 ml/100 kg de sementes e inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*, utilizando-se o inoculante turfoso na proporção de 250g de inoculante por 50 kg de semente (600.000 bact./semente), um dia antes da semeadura. Para todas as variedades cultivadas a data de semeadura respeitou o período ideal recomendado pelo fabricante para as regiões onde foram instalados os experimentos. A semeadura baseou-se na maior densidade populacional recomendada (380 mil planta. há⁻¹)

para todos os tratamentos. Posteriormente, o desbaste foi realizado em ambos os locais deixando-se a densidade de plantas recomendada pelo fabricante para cada tratamento.

As parcelas experimentais foram constituídas por cinco fileiras de cinco metros de comprimento, espaçadas por 0,45 metros, utilizando-se como área útil as três fileiras centrais, com eliminação de um metro em cada extremidade das mesmas a título de bordadura.

O manejo da cultura foi realizado segundo a escala fenológica proposta por Fehr e Caviness (1977), sendo necessárias aplicações de herbicida, inseticida e fungicida. As datas, princípios ativos e doses de produto comercial utilizados em cada local estão descritos nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4. Descrição dos produtos aplicados na cultura de soja no período experimental para manejo de pragas e doenças em PIRACICABA/ SP.

Data	Princípio ativo	Dose de produto comercial
18 de novembro	Glifosato	3000 ml há ⁻¹
23 de novembro	Glifosato	3000 ml há ⁻¹
27 de Novembro	Piraclostrobina + Fluxapiroxade	120 ml há ⁻¹
	Acetamiprido + Alfa-Cipermetrina	45 ml há ⁻¹
	Piraclostrobina + Fluxapiroxade	150 ml há ⁻¹
21 de Dezembro	Clorfenapir	500 ml há ⁻¹
	Teflubenzuron	150 ml há ⁻¹
	Piraclostrobina + Fluxapiroxade	150 ml há ⁻¹
31 de Dezembro	Clorfenapir	500 ml há ⁻¹
	Teflubenzuron	150 ml há ⁻¹
20 de Janeiro	Piraclostrobina + Fluxapiroxade	150 ml há ⁻¹
15 de Fevereiro	Piraclostrobina + Fluxapiroxade	150 ml há ⁻¹

Fonte: Elaboração do Autor.

Tabela 5. Descrição dos produtos aplicados na cultura de soja no período experimental para manejo de pragas e doenças em LEME/ SP.

Data	Princípio ativo	Dose de produto comercial
25 de novembro	Glifosato	3000 ml há ⁻¹
7 de Dezembro	Azoxistrobina + Benzovindiflupir	200 ml há ⁻¹
	Clorpirifós	1000 ml há ⁻¹
26 de Janeiro	Trifloxistrobina + Protiocanazol	400 ml há ⁻¹
	Tiametoxam + Lambda-Cialotrina	250 ml há ⁻¹
15 de Fevereiro	Piraclostrobina + Fluxapiroxade	150 ml há ⁻¹

Fonte: Elaboração do Autor

Foi efetuada a colheita manual, nos meses de fevereiro e março, quando as plantas se encontravam no estágio R₈, na sua maturidade plena ou maturidade a campo, quando 95% das vagens tinham atingido a cor da vagem madura, com haste principal, ramificações secas e desfolhadas, com umidade em torno de 13 a 15%.

3.4. Avaliações

No ensaio experimental em Piracicaba foram avaliadas as seguintes características em R₈ (maturação plena): número de vagens e grãos por planta, massa de mil grãos, número total de dias da emergência a maturidade de colheita (Ciclos), número de dias do período vegetativo (emergência de plantas/ início da floração) e reprodutivo (floração/maturidade fisiológica), altura de planta, altura de inserção do primeiro legume, acamamento e rendimento de grãos (kg.há⁻¹); a biomassa total da parte aérea, índice de área foliar, índice de colheita foram avaliados no estágio de desenvolvimento R₅ (enchimento de grãos). Em Leme as características avaliadas em R₈ foram: número de vagens e grãos por planta, massa de mil grãos, número total de dias da emergência a maturidade de colheita (Ciclos), altura de planta, altura de inserção da primeira vagem, balanço hídrico climatológico, acamamento e rendimento de grãos (kg.há⁻¹).

3.4.1. Índice de área foliar

O índice de área foliar foi obtido através da coleta das folhas de três plantas ao acaso na área experimental útil, no estágio de desenvolvimento R₅ (início do enchimento de grãos), que foram medidas por um integrador de área foliar Li-COR modelo LAI 2000.

3.4.2. Massa seca da parte aérea

A massa seca total da parte aérea foi obtida através da coleta de três plantas ao caso na área experimental útil, no estágio R₅ (início do enchimento de grãos), posteriormente as diferentes partes das plantas (caule, folha e fruto) foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufas de circulação forçada de ar a 65°C ± 5°C, até atingirem a massa constante.

3.4.3. Massa de mil grãos

A massa de mil grãos foi realizada por ocasião da colheita, em cinco plantas ao acaso em cada parcela dentro da área experimental útil, e a sua determinação foi de acordo com a regra para análise de sementes (BRASIL, 1992).

3.4.4. Altura de inserção de primeiro vagem

A avaliação da altura de inserção da primeiro vagem foi realizada, por ocasião da colheita, em cinco plantas ao acaso em cada parcela dentro da área experimental útil, considerando a distância entre o colo da planta e o ponto de inserção da primeiro vagem da planta amostrada, tomada com trena em cm.

3.4.5. Altura da planta

A altura foi realizada por ocasião da colheita, em cinco plantas ao acaso, em cada parcela dentro da área experimental útil, considerando a distância entre a base da planta e seu ápice. As medidas foram tomadas em cm, esticando as plantas amostradas e determinando a altura com trena de forma a aumentar a homogeneidade no parâmetro de coleta dos dados.

3.4.6. Acamamento

O acamamento foi avaliado utilizando-se a escala proposta por Bernard et al. (1965), em que: 1 - todas as plantas eretas; 2 - algumas plantas inclinadas ou ligeiramente acamadas; 3 - todas as plantas moderadamente inclinadas ou 25 a 50% das plantas acamadas; 4 - todas as plantas consideravelmente inclinadas ou 50 a 80% das plantas acamadas; e 5 - todas as plantas acamadas.

3.4.7. Número Total de Vagens e Grãos por planta

A determinação do número total de vagens e grãos por planta foi realizado por ocasião da colheita (R_8), em cinco plantas coletadas ao acaso dentro da área experimental útil.

3.4.8. Produtividade

A produtividade de grãos foi obtida do produto colhido manualmente na área útil das parcelas com umidade corrigida para 13% como segue:

$$MC = \frac{(100 - UI) \times MI}{100 - UC} \quad (1)$$

Em que:

MI – massa inicial (kg);

MC – massa corrigida (kg);

UI – Umidade inicial;

UC – Umidade corrigida;

Os resultados de produtividade são apresentados em kg.há⁻¹.

3.4.9. Fenologia

Foram estimados os números em dias do período vegetativo e reprodutivo de cada variedade cultivada do experimento, com base na escala fenológica de Fehr e Caviness (1977) para avaliar o crescimento das plantas.

3.4.10. Balanço Hídrico Climatológico

Para o cálculo do balanço hídrico de cultura e do armazenamento de água no solo, foram utilizados os métodos de Thornthwaite e Mather (THORNTHWAITE-MATHER, 1955), onde os dados foram inseridos no *software* do Departamento de ciências exatas/ Área de Física e Meteorologia da ESALQ/USP (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002).

3.4.11. Ciclos

As variedades cultivadas de soja foram classificadas em três grupos em relação ao ciclo de maturidade para a região sudeste de São Paulo, grupo I (ciclo curto), cultivares precoce com até 120 dias de ciclo total (emergência/ maturidade de colheita), grupo II (ciclo médio), cultivares entre 120 e 130 dias de ciclo total, grupo III (ciclo tardio), cultivares maiores que 130 dias de ciclo total (KASTER, 2011).

3.5. Análise Estatística

Os resultados obtidos foram avaliados através do Teste de normalidade de Shapiro-Wilks. Quando diferenças significativas foram detectadas, as medidas foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 10% de probabilidade. Em alguns dados foi realizada análise de regressão e a avaliação de correlações diretamente e inversamente proporcionais.

Todas as análises foram realizadas utilizando o *software* R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Ciclos

Tabela 6. Genótipos, Grupo de Maturação (GM), Ciclo total em dias (emergência/maturidade de colheita), Grupo de Classificação (precoce, médio, tardio) dos ensaios experimentais em ambas as localidades, São Paulo, ano agrícola 2016/2017.

Tratamentos	GM	Locais			
		Piracicaba		Leme	
		Ciclo	Grupo de Classificação	Ciclo	Grupo de Classificação
BMX ⁽¹⁾ Elite	5.5	113	precoce	117	precoce
TMG ⁽²⁾ 7262	6.2	113	precoce	117	precoce
TMG 1264	6.4	113	precoce	129	médio
TMG 7161	6.1	113	precoce	117	precoce
BMX Garra	6.3	130	médio	129	médio
BMX Ícone	6.8	130	médio	129	médio
BMX Potencia	6.7	130	médio	129	médio
BMX Power	7.3	130	médio	129	médio
BMX Raça	7.6	130	médio	138	tardio
TMG 1067	6.7	130	médio	129	médio
TMG 1179	7.9	143	tardio	138	tardio
TMG 1180	8.0	143	tardio	138	tardio
Média	-	..	-	..	-

⁽¹⁾ BMX – Brasmax; ⁽²⁾ TMG – Tropical Melhoramento e Genética.

Nos dois locais os tratamentos apresentaram o mesmo comportamento em relação à duração do ciclo, com exceção de dois materiais, os genótipos TMG (Tropical melhoramento genético) 1264, que foi de ciclo precoce em Piracicaba e médio Leme, e BMX (Brasmax) Raça, que foi de ciclo médio em Piracicaba e tardio em Leme. Este comportamento pode estar relacionado com fatores edafoclimáticos.

Em Piracicaba o experimento foi irrigado, através de pivô central, visando manter o solo na capacidade de campo, não havendo déficit hídrico em nenhum momento do desenvolvimento dos tratamentos. Contudo o excesso hídrico no solo é fator limitante na cultura da soja. Diante de tal fato, podem ocorrer alterações no ciclo da cultura, pois há quebra no crescimento da planta, alterando sua qualidade e produtividade.

Já em Leme o balanço hídrico foi realizado com o intuito de estimar a disponibilidade de água durante o desenvolvimento dos materiais, e como observado no gráfico houve déficit

hídrico em dois momentos, um deles crucial no desenvolvimento dos genótipos, entre o florescimento e a formação de vagem. Segundo alguns autores a deficiência hídrica prolongada após o início do florescimento reduz drasticamente a produtividade, e que a disponibilidade de água nessa fase tem de ser de 7 a 8 mm/ dia (FARIAS, et al 2007).

Figura 3. Balanço hídrico climatológico do Município de Leme/ SP.

Fonte: Elaboração do Autor

Figura 4. Temperaturas semanais médias em graus Celsius em ambas as localidades. Da 4ª a 13ª semana de desenvolvimento dos genótipos.

Fonte: CCA Araras/ LCE 306 - ESALQ

Figura 5. Fotoperíodo medido do início ao final do ciclo de desenvolvimento dos genótipos em ambas as localidades.

Fonte: Elaboração do Autor

Os principais fatores a serem considerados na cultura da soja são umidade, temperatura e fotoperíodo (OLIVEIRA, 2010). Temperaturas baixas aumentam e temperaturas altas diminuem o número de dias entre a emergência e o florescimento (RODRIGUES et al., 2001; COOPER, 2003; EMBRAPA SOJA, 2010). Enquanto o fotoperíodo controla a indução floral, com reflexo na duração do período vegetativo e do ciclo (OLIVEIRA, 2010). Em ambos os locais também foi realizado o estudo desses fatores climáticos, com o intuito de observar diferenças entre os ensaios experimentais. No entanto observa-se que os valores são bem próximos, não resultando diferenças entre os locais quanto a estes fatores. A tabela a seguir mostra algumas diferenças entre o número de dias dos períodos vegetativos e reprodutivos das cultivares do experimento localizado em Piracicaba.

Tabela 7. Genótipos, Grupo de Maturação (GM), dias do período vegetativo (Dias_{veg.}), dias do período reprodutivo (Dias_{reprod.}) do ensaio experimental em PIRACICABA/SP, ano agrícola 2016/2017.

Tratamentos	Ciclo	Dias Veg.	Dias Reprod.
BMX ⁽¹⁾ Elite(5.5) ⁽³⁾	precoce	36	77
TMG ⁽²⁾ 7262(6.2)	precoce	34	79
TMG 1264 (6.4)	precoce	34	79
TMG 7161(6.1)	precoce	32	81
BMX Garra(6.3)	médio	36	94
BMX Ícone(6.8)	médio	39	91
BMX Potencia(6.7)	médio	39	91
BMX Power(7.3)	médio	40	90
BMX Raça(7.6)	médio	44	86
TMG 1067 (6.7)	médio	45	85
TMG 1179(7.9)	tardio	59	84
TMG 1180(8.0)	tardio	55	88
Média	-	41	85

⁽¹⁾ BMX – Brasmax; ⁽²⁾ TMG – Tropical Melhoramento e Genética.

⁽³⁾ Grupo de Maturação.

Nota-se que mesmo pertencendo ao mesmo ciclo de maturidade houve diferenças entre o número de dias do período vegetativo e reprodutivo para cada genótipo do ensaio, e que conforme mais tardio o ciclo de maturidade do tratamento, maior o seu período vegetativo. Cada cultivar de soja tem uma resposta típica à época de semeadura, em termos de crescimento de planta e partição do ciclo pelo florescimento (MARTIGNONE et al., 2006). Cultivares de mesmo ciclo, semeadas juntas, florescem em épocas diferentes, na medida em que se encerram os seus períodos juvenis, sob dias de comprimentos inferiores ao seu fotoperíodo crítico (TECNOLOGIAS..., 2008).

4.2. Características Morfológicas em R₅

Tabela 8. Resumo da análise de variância (QM) de três características morfológicas, coletadas em R₅; e a produtividade estimada em R₈, avaliadas em doze genótipos de soja de diferentes grupos de maturação, no ano agrícola 2016/2017, em PIRACICABA/ SP, 2017.

Fonte de Variação	Quadrado Médio			
	IAF	MSPA	IC	Prod.
Variedades	11,21***	1295,67***	0,036***	998831,07**
Rep.	2,4	368,61	0,005	529076,82ns
Resíduos	2,91	226,83	0,008	553879,14

*** Significativo 1% ** Significativo 5% ns. Não significativo.

IAF – Índice de Área Foliar MSPA (m.m⁻²) – Massa Seca da Parte Aérea (g) IC – Índice de Colheita Prod. – Produtividade (kg.há⁻²).

O maior índice observado de IAF foi 11,7 m.m⁻², obtido na cultivar TMG 1180, genótipo de maturidade tardia. Todos os genótipos de maturidade precoce apresentaram os menores valores de IAF. O rendimento máximo da soja é determinado pela otimização da capacidade da planta na interceptação da radiação solar e ou acúmulo de matéria seca durante o estágio vegetativo e o reprodutivo, sendo neste último, dependente, também, de outros fatores como condições meteorológicas, data de semeadura, genótipo, fertilidade do solo, população de plantas e espaçamento entre linhas (WELLS, 1991 e 1993). Segundo Pires et al. (1998) área foliar e índice de área foliar, podem resultar em aumento no rendimento de grãos.

Tabela 9. Índice de área foliar (IAF, $\text{m}^2.\text{m}^{-2}$), massa seca da parte aérea (MSPA, g) e índice de colheita (IC, g.g) de plantas de soja coletados no estágio de desenvolvimento R_5 e a produtividade ($\text{Kg}.\text{ha}^{-1}$) estimada em R_8 de diferentes genótipos e grupos de maturação, obtidos no ano agrícola 2016/2017. PIRACICABA, SP.

Tratamentos	Ciclo	IAF	MSPA	IC	Produtividade
BMX Elite(5.5) ⁽¹⁾	precoce	5,81 c	37,91 c	0,53 a	4003,8 b
TMG 7262(6.2)	precoce	5,85 c	42,2 c	0,49 a	3468,9 b
TMG 1264(6.4)	precoce	7,24 c	42,97 c	0,49 a	3685,9 b
TMG 7161(6.1)	precoce	6,19 c	37,42 c	0,53 a	4134,2 b
BMX Garra(6.3)	médio	7,26 c	37,75 c	0,52 a	4055,6 b
BMX Ícone(6.8)	médio	7,16 c	38,11 c	0,58 a	5003,3 a
BMX Potencia(6.7)	médio	7,7 c	39,42 c	0,55 a	4770,9 a
BMX Power(7.3)	médio	8,9 b	50,24 c	0,44 a	4663,4 a
BMX Raça(7.6)	médio	7,77 c	59,45 b	0,47 a	4223 b
TMG 1067(6.7)	médio	6,52 c	64,14 b	0,53 a	5051,5 a
TMG 1179(7.9)	tardio	9,17 b	87,26 a	0,3 b	3161,5 b
TMG 1180(8.0)	tardio	11,7 a	83,19 a	0,27 b	3033,4 b
CV(%)	-	28,86	32,30	25,34	24,08

(1) Grupo de Maturação.

(2) Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 10%.

O presente trabalho observou que os genótipos que apresentaram os maiores valores de produtividade, foram os genótipos com valores de IAF entre 6,52 e 8,90 $\text{m}^2.\text{m}^{-2}$. Para as condições do experimento estes valores de IAF podem ter contribuído para maior produtividade de grãos e foram próximos aos valores observados por Bakhshandeh et al. (2011) na cultura da soja, de 7,33 a 9,22 $\text{m}^2.\text{m}^{-2}$.

O índice de área foliar (IAF) foi denominado por Watson (1947) como sendo a razão entre a área foliar do dossel e a unidade de superfície projetada no solo ($\text{m}^2.\text{m}^{-2}$), é uma variável biofísica que esta diretamente relacionada com a transpiração e a produtividade da cultura. Apesar de alguns autores relatarem que o aumento do IAF esta relacionado com o aumento do rendimento de grãos da cultura, se aumento pode favorecer condições de formação de um microclima favorável ao desenvolvimento de pragas e doenças. Heiffig et al. (2006) trabalharam com diversas populações e espaçamentos entre plantas de soja e ressaltaram que o rápido fechamento nas entrelinhas estabelece condições de menor circulação de ar e maior umidade, o que pode favorecer a incidência de doenças, bem como prejudica a penetração de água.

O genótipo que obteve o maior valor observado de IAF foi o tratamento de ciclo tardio, que também se destacou no grupo dos genótipos de menor IC e menor produtividade. Este fato pode estar relacionado com o grupo de maturação alto deste genótipo, que obteve em campo mais de 55 dias de período vegetativo e 143 dias de ciclo total. Zanon et al (2015) trabalhando com treze cultivares de soja no Rio Grande do Sul observaram menor IAF das cultivares atualmente semeadas (indeterminadas de grupo de maturação baixo), quando comparado às cultivares tradicionalmente semeadas no Sul do Brasil até os anos 2000 (tipo determinado e grupo de maturação maior que 6.5) ,e que estas cultivares modernas são mais eficientes em produtividade.

Como observado no trabalho existe uma faixa de IAF que tende a maior produtividade dos tratamentos no ensaio. Os valores abaixo de $6,52 \text{ m.m}^{-2}$ também não resultam em altos IC e produtividade, e a possível causa é que o IAF baixo faz com que a planta tenha uma menor quantidade de folhas que possam fornecer fotoassimilados para o desenvolvimento dos componentes de produtividade. Outro fato a ser relacionado ao IAF baixo é que ele requer maiores cuidados de assistentes técnicos e produtores de soja em relação a insetos desfolhadores e doenças com a ferrugem, devido a menor oferta de folhas na sua estrutura morfológica. Segundo Zanon (2015) a baixa contribuição do IAF das ramificações pode estar associado ao encurtamento de ciclo, devido a atrasos na semeadura, ou ser atribuído a uma característica genética do material.

Trabalhando com cultivares de soja em casa de vegetação Câmara (1997) verificou que quando maior a duração do subperíodo da emergência a floração, maior é a altura de planta, e conseqüentemente maior é o acúmulo de fotoassimilados. Este fato foi observado nos tratamentos de grupo de maturação tardios, onde os altos valores de IAF aumentem o gasto energético da planta, e que de certa forma isso prejudique a formação dos componentes de produtividade.

Para a massa seca de parte aérea (MSPA) o maior valor observado foi 87,26 e 83,19 g nos tratamentos TMG 1179 e TMG 1180, respectivamente. Ambos pertencentes ao grupo de maturidade tardia. Entretanto para IC os genótipos TMG 1179 e TMG 1180 tiveram os menores valores observados de 0,30 e 0,27, respectivamente. Para os materiais de tipo de crescimento determinado, o número de vagens totais, número de vagens nos ramos e a massa de grãos, mostrou maior importância para a seleção indireta de cultivares mais produtivas, no entanto o índice de colheita pode ser usado como parâmetro para seleção indireta de cultivares com tipo de crescimento indeterminado mais produtivos (PERINI, 2012).

O índice de colheita é a relação percentual entre a massa de grãos produzidos e a massa total da planta (incluindo grãos), fornecendo uma indicação sobre a eficiência da planta quanto à partição dos produtos da fotossíntese destinados à produção de grãos. As figuras a baixo representam duas características morfológicas e a produtividade correlacionadas com o IC.

***Significância de 1% ** Significância 5%.

Figura 6. Análises de regressão entre o índice de colheita (IC) de grãos de soja em função da massa total da parte aérea (a), do índice de área foliar (b) e da produtividade (c), em PIRACICABA/ SP.

Fonte: Elaboração do Autor.

O IC em relação à MSPA e o IAF observa-se que existe uma tendência dos tratamentos que apresentaram maiores valores de IAF e MSPA apresentarem os menores valores de IC. Os genótipos que apresentaram os menores valores de IC e os maiores valores de IAF e MSPA, mostrando esta correlação negativa, são pertencentes ao grupo de maturação tardio, com mais de 140 dias de ciclo total nas condições do experimento. Colasante & Costa (1981) trabalhando com vinte variedades de soja constataram que o IC variou de 0,43 a 0,50 e, embora a maioria das variedades tardias tenham apresentado menores I.C. do que as precoces, nem sempre houve relação inversa entre essas duas características. No entanto também foi verificado por Garcia (1978), Lawn & Bith (1974) e John & Major (1979) que existe uma tendência das variedades de ciclo tardio apresentar menores IC do que variedades precoces.

O trabalho também mostrou uma correlação positiva entre a produtividade e o IC, que mostra que os tratamentos que apresentaram valores maiores que 0,40 foram os mais produtivos. Segundo Câmara (2000) espera-se que cultivares modernos de soja apresentem índices de colheita superiores a 0,40.

4.3. Componentes de Produtividade da soja

De acordo com a Tabela 10 e 11, verifica-se que todas as características avaliadas foram alteradas significativamente em função dos tratamentos testados (local e variedades).

Tabela 10. Resumo da análise de variância (QM) de quatro características agrônômicas, avaliadas em doze genótipos de soja de diferentes grupos de maturação, ano agrícola 2016/2017, em ambas as localidades, 2017.

Fonte de Variação	Quadrado Médio			
	NVP	NGP	MMG	Prod.
Variedades	3449,48***	9534,63***	6634,26***	998831,07*
Local	4881,10***	16555,00***	671,58***	1116079,00ns
Rep.	147,55ns	653,15ns	153,17ns	529076,82ns
Resíduos	236,01	906,95	79,63	553879,14

*** Significativo 1% * Significativo 10% ns. Não significativo.

NVP – Número de Vagens por planta NGP - Número de Grãos por Planta MMG (g) – Massa de Mil Grãos
Prod. – Produtividade (kg.há⁻²).

Tabela 11. Resumo da análise de variância (QM) de três características agronômicas, avaliadas em doze genótipos de soja de diferentes grupos de maturação, ano agrícola 2016/2017, em ambas as localidades, 2017.

Fonte de Variação	Quadrado Médio		
	ALT.	INS	A
Variedades	1924,06***	65,52***	4,00***
Local	33570,24***	0,95ns	92,04***
Rep.	21,06ns	10,54ns	0,68*
Resíduos	41,79	6,21	0,3

*** Significativo 1% * Significativo 10% ns. Não significativo

ALT – Altura de Plantas (cm) INS – Altura de Inserção de Primeira Vagem (cm) A – Acamamento.

Os componentes de produção formam a base da produtividade da cultura, e são de suma importância, pois refletem diretamente no rendimento de grãos. A cultura da soja possui quatro componentes de rendimentos que são responsáveis pela produtividade: número de plantas na área, número de vagens por planta, número de grãos por planta e a massa de mil grãos. Estes fatores estão diretamente correlacionados e são dependentes entre si. Para Pelúzio et al. (2005), essas características diferem entre os cultivares e são modificadas pelas condições ambientais, as quais variam entre épocas e entre as densidades de semeadura.

As características quantitativas, como os componentes de produção da planta, que respondem pela produtividade são diretamente influenciados pelos fatores de manejo da área agrícola, compreendendo-se como tais, o conjunto de fatores aplicados na área de produção, que visam obter o máximo rendimento econômico (GARCIA, 1992).

Autores como Moraes et al. (2004) consideram que o estudo das características agronômicas em cultivares de soja fundamenta-se na análise de características morfológicas dos indivíduos, como o número total de vagens, número total de grãos e massa de 1000 grãos.

Outras características morfológicas, tais como altura de planta, número de ramos por planta, comprimento de ramos e números de nós férteis também se relacionam com o potencial produtivo, uma vez que certas situações permitem uma maior área fotosinteticamente ativa da planta, com maior área para formação de gemas reprodutivas. Por outro lado, o número e comprimento de ramos podem representar demanda adicional que desvia os fotoassimilados que, de outra forma, seriam aproveitados na fixação e na produção de estruturas reprodutivas (NAVARRO JÚNIOR & COSTA, 2002).

4.3.1. Município de Piracicaba

Nas tabelas 12 e 13 observam-se os valores de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), massa de mil grãos (MMG), produtividade, altura de plantas (ALT), altura de inserção de primeira vagem (INS), notas de acamamento (A) e produtividade (kg.ha^{-1}), dos genótipos de diferentes grupos de maturação do ensaio experimental em Piracicaba.

Tabela 12. Vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (kg.ha^{-1}) dos genótipos de diferentes grupos de maturação, ano agrícola 2016/2017, ESALQ, em PIRACICABA/ SP.

Tratamentos	Ciclo	NVP	NGP	MMG	Produtividade
BMX Elite(5.5) ⁽¹⁾	precoce	61,5 d	132,4 c	196 b	4003,8 b
TMG 7262(6.2)	precoce	58,2 d	136,1 c	221 a	3468,9 b
TMG 1264(6.4)	precoce	79,9 c	167,9 c	176 c	3685,9 b
TMG 7161(6.1)	precoce	69,7 c	137,2 c	165 d	4134,2 b
BMX Garra(6.3)	Médio	55,4 d	133,7 c	194 b	4055,6 b
BMX Ícone(6.8)	Médio	51,9 d	116,9 c	225 a	5003,3 a
BMX Potencia(6.7)	Médio	62 d	149,8 c	179 c	4770,9 a
BMX Power(7.3)	Médio	77,6 c	163,1 c	157 d	4663,4 a
BMX Raça(7.6)	Médio	118 b	207 b	165 d	4223 b
TMG 1067(6.7)	Médio	111 b	214,5 b	166 d	5051,5 a
TMG 1179(7.9)	Tardio	164 a	313 a	123 f	3161,5 b
TMG 1180(8.0)	Tardio	82,3 d	144 c	148 e	3033,4 b
CV (%)	-	26,15	28,21	17,1	24,08

(1) Grupo de Maturação

(2) Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 10%.

Com relação a número de vagens por planta o cultivar TMG 1179, de ciclo tardio, apresentou o maior valor observado em relação às demais. Para Bárbaro et al. (2006) o caráter número de vagens por planta é um dos mais importantes sobre a produtividade de grãos. Em relação ao número de grãos por planta o cultivar TMG 1179, também teve o maior valor médio observado, com 313 grãos por planta, sendo estatisticamente superiores às demais.

Na massa de mil grãos os genótipos, BMX Ícone e TMG 7262 se destacaram com valores 220,61 e 225,18 gramas, respectivamente. Para o componente de produtividade MMG os genótipos, de ciclo precoce e médio tiveram os maiores valores observados, e foram tratamentos que apresentaram baixo acamamento e altura de plantas. Segundo Souza et al.

(2013) plantas de soja com menor estatura apresentam maior número de vagens, maior número de grãos por planta e grãos mais pesados.

Para produtividade, observou-se a amplitude de variação de 1.969,88 kg.ha⁻¹ entre os tratamentos, e as variedades cultivadas BMX Ícone, BMX Potencia, BMX Power e TMG 1067, todas de ciclo médio, se destacaram como as mais produtivas. Este grupo de genótipos teve a produtividade média 4.872,27 kg.ha⁻¹, sendo 1722,27 kg.ha⁻¹ superior a média nacional de 3.150,00 kg.ha⁻¹ (CONAB, 2017).

Todos os genótipos com maior produtividade apresentaram um período de 130 dias da emergência a maturidade de colheita, sendo classificados no grupo II ou ciclo médio de maturidade. Enquanto os genótipos que menos produziram neste ensaio, fora os tratamentos colhidas com 113 dias e 143 dias no campo, classificadas com precoces e tardias.

Os genótipos precoces que neste ensaio pertenceram ao grupo de menor produtividade apresentaram em campo valores igual ou menor que 36 dias de período vegetativo. Como o florescimento mais tardio condiciona melhor o desenvolvimento estrutural da planta, é provável que ele contribua para o desenvolvimento dos componentes de produção. O número de vagens por planta responde ao índice de crescimento vegetativo (YANG & WANG, 2000 citados por CARPENTIERI-PÍPOLO et al., 2005), que está relacionado à estrutura da planta.

No entanto os genótipos de ciclo tardio também pertenceram ao grupo de menor produtividade, fato que pode estar relacionado com o alto acamamento destes tratamentos, que apresentaram as plantas totalmente acamadas. O acamamento é um dos fatores que pode limitar a produção da cultura da soja dependendo da intensidade e do estágio de desenvolvimento da planta em que ocorrer (COBER et al., 2005).

A maior altura foi de 162,8 e 169,6 cm, obtida nos tratamentos TMG 1264 (ciclo precoce) e TMG 1180 (ciclo tardio). A altura de planta é uma característica genética de cada material, no entanto pode sofrer influência do fotoperíodo. Dependendo da resposta fotoperiódica do cultivar, a planta pode ter altura reduzida. Em relação ao manejo, a população de plantas é um fator importante a ser considerado. Dessa forma, a melhor população de plantas deve possibilitar, além do alto rendimento, altura de planta e de inserção da primeira vagem adequada à colheita mecanizada e plantas que não acamem (GAUDÊNCIO et al., 1990).

Tabela 13. Altura de plantas (ALT), inserção de primeira vagem (INS) e nota de acamamento (A), dos genótipos de diferentes grupos de maturação, obtidos no ensaio experimental, ano agrícola 2016/2017, ESALQ, em PIRACICABA/ SP.

Tratamentos	Ciclo	ALT	INS	A
BMX Elite(5.5) ⁽¹⁾	precoce	114,85 c	15,75 b	3 c
TMG 7262(6.2)	precoce	122,25 c	17,49 b	3 b
TMG 1264 (6.4)	precoce	162,8 a	14,46 b	4 b
TMG 7161(6.1)	precoce	117 c	16,45 b	3 b
BMX Garra(6.3)	médio	140 b	21,78 a	1 d
BMX Ícone(6.8)	médio	144,9 b	21,9 a	2 d
BMX Potencia(6.7)	médio	136,6 b	15,18 b	2 c
BMX Power(7.3)	médio	136,95 b	10,92 c	4 b
BMX Raça(7.6)	médio	120,6 c	16,25 b	4 a
TMG 1067 (6.7)	médio	140 b	18,29 b	4 b
TMG 1179(7.9)	tardio	99,95 d	7,68 c	5 a
TMG 1180(8.0)	tardio	169,63 a	14,71 b	5 a
CV (%)	-	15,33	28,24	37,46

(1) Grupo de Maturação.

(2) Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 10%.

Observando os dados referentes à inserção da primeira vagem em Piracicaba, nota-se variação de 7,68 cm a 21,90 cm para os tratamentos TMG 1179 e BMX Ícone, respectivamente. Em genótipos de ciclo tardio, como é o caso do material TMG 1179, tanto em plantios precoces quanto tardios, há tendência da altura de primeira vagem ser reduzida, o que, conseqüentemente, resultará em perdas na colheita (SEDIYAMA, 1979). As melhores alturas de inserção de primeira vagem, visando à colheita mecanizada, situam-se entre 10 e 15 cm (SILVA et al., 2010).

Os tratamentos de ciclo médio, BMX Garra e BMX Ícone, apresentaram estatisticamente os maiores valores de inserção de primeira vagem. A altura de inserção de primeira vagem é uma característica importante, pois esta diretamente relacionada com a colheita mecanizada. Os fatores ambientais ou práticas culturais que afetam a altura da planta também podem influenciar consideravelmente a altura de inserção da primeira vagem (SEDIYAMA et al., 1972).

O acamamento é um fator que pode ocasionar perdas no processo de colheita mecanizada. Em Piracicaba as notas ficaram entre 1 e 5, sendo que os genótipos de ciclo médio e tardio tiveram as maiores notas de acamamento.

Os materiais que apresentaram maior altura foram os que também apresentaram os maiores acamamentos. As plantas muito altas e de caule fino tendem ao acamamento com relativa facilidade, podendo ocasionar perdas de grãos durante a operação de colheita (GUIMARÃES, 2008).

Entretanto existem outros fatores que podem induzir ao acamamento. Este ensaio foi irrigado visando manter o solo na capacidade de campo durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura. O acamamento pode ocorrer devido a fatores como a alta densidade de plantas por área, excesso de fornecimento hídrico, ventos fortes e emprego de cultivares de porte alto entre outros (MARCHIORI et al., 1999; TOURINO et al., 2002; CATO; CASTRO, 2006; LINZMEYER JUNIOR et al., 2008).

Observa-se também que as plantas que apresentaram as maiores notas de acamamento foram os genótipos de ciclo tardio, e foram tratamentos que apresentaram mais de 55 dias de ciclo de vegetativo. Alguns trabalhos como o de Aparecida (2011) mostraram que plantas de ciclo mais tardio, semeadas mais cedo, como a DM-Nobre, tenderam a um crescimento maior devido a um maior período vegetativo; ocasionado pela característica de período juvenil longo, ou seja, demandando maior tempo para atingir o estágio reprodutivo, tornando-se assim suscetível ao acamamento, o que pode comprometer a produtividade, a qualidade sanitária das sementes e dificultar a colheita mecanizada.

Quando o acamamento é relacionado com a produtividade notamos que os genótipos que apresentaram estatisticamente as maiores notas de acamamento foram os tratamentos pertencentes ao grupo de genótipos que menos produziram. O acamamento pode prejudicar a qualidade dos grãos e a eficiência da colheita mecanizada (CATO; CASTRO, 2006; SILVA et al., 2008). Existe uma correlação negativa entre a produção de grãos e o acamamento pelo fato de que as plantas muito acamadas dificultam a colheita, mesmo que ela seja feita manualmente, e ocasionam perdas de grãos pelo contato das vagens com o solo (ROSSMANN, 2001).

4.3.2. Município de Leme

Na tabela 14 observam-se os valores de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), massa de mil grãos (MMG), produtividade (Kg.ha^{-1}), dos genótipos de diferentes grupos de maturação do ensaio experimental em Leme.

Tabela 14. Vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), grãos por vagem (GV), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (kg.ha^{-1}) dos genótipos de diferentes grupos de maturação, ano agrícola 2016/2017, em Leme/ SP.

Tratamentos	Ciclo	NVP	NGP	MMG	Produtividade	
BMX Elite(5.5) ⁽¹⁾	precoce	60,2 b	157,4 a	174 e	4056,65	b
TMG 7262(6.2)	precoce	67 b	151,7 a	210 b	4500,84	a
TMG 7161(6.1)	precoce	87 a	174,7 a	158 f	3872,96	b
TMG 1264 (6.4)	médio	57,9 b	114,9 b	189 c	4295,31	b
BMX Garra(6.3)	médio	55,9 b	101,6 b	205 b	5015,77	a
BMX Ícone(6.8)	médio	60,8 b	129,7 b	234 a	4609,03	a
BMX Potencia(6.7)	médio	61 b	139,7 b	180 d	4088,86	b
BMX Power(7.3)	médio	54,6 b	104,3 b	171 e	3890,99	b
TMG 1067 (6.7)	médio	90,2 a	162,7 a	168 e	4141,47	b
BMX Raça(7.6)	tardio	65,9 b	135,5 b	207 b	4609,88	a
TMG 1179(7.9)	tardio	83,4 a	178,9 a	115 g	4000,8	b
TMG 1180(8.0)	tardio	76,9 a	149,1 a	168 e	4760,73	a
CV (%)	-	25,30	24,33	16,60	14,30	

(1) Grupo de Maturação.

(2) Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 10%.

Neste ensaio experimental os genótipos TMG 1067, TMG 7161, TMG 1180, TMG 1179 apresentaram valores de vagens por planta superiores ao restante das cultivares analisadas no ensaio. Para o número de grãos por planta os genótipos TMG 1180, TMG 1179, TMG 7161, TMG 1067, TMG 7262, BMX Elite tiveram os maiores valores observados. Para a variável massa de mil grãos o genótipo de maior valor foi a BMX Ícone, apresentando massa de 233,5 gramas.

Em relação à produtividade, maiores valores de produtividade observados, foram os tratamentos TMG 7262, BMX Garra, BMX ícone, BMX Raça e TMG 1180. A amplitude de variação foi de 1.142,81 Kg.ha^{-1} , sendo ela de 5015,77 a 3872,96 kg.ha^{-1} , obtido pelos genótipos BMX Garra e TMG 7161, respectivamente.

Representantes dos três ciclos apresentaram os maiores valores de produtividade, e isso também se repetiu para os componentes de produção. Alguns trabalhos como o de Oliveira (2010) observaram que o fator genético é o que exerce mais influência sobre a produtividade e os componentes da produção, em semeaduras de 18 de outubro e 28 de novembro, e que as maiores produtividades estão relacionadas aos maiores números de vagens e de grãos ou às maiores massas de 100 sementes, ou ainda com valores concomitantemente intermediários desses componentes de produção, fato também observado neste ensaio.

Os genótipos que tiveram os maiores valores observados em altura, foram os tratamentos TMG 1264 e TMG 1180, de ciclo médio e tardio, com valores de 120,50 cm e 109,90 cm. Nota-se que o genótipo TMG 1180 apresentou acamamento, com nota 2 que representa plantas ligeiramente acamadas, resultados semelhantes também foram obtidos por Motta et al (2000) que observaram que quanto maior a altura de planta maior é o grau de acamamento. A tabela a seguir mostra os valores de altura de plantas (ALT), altura de inserção de primeira vagem (INS) e notas de acamamento dos genótipos do ensaio.

Tabela 15. Altura de plantas (ALT, cm), altura de inserção de primeira vagem (INS, cm) e notas de acamamento (A), dos genótipos de diferentes grupos maturação, ano agrícola 2016/2017, Leme/ SP.

Tratamentos	Ciclo	ALT	INS	A
BMX Elite(5.5) ⁽¹⁾	precoce	81,78 c	16,09 c	1 b
TMG 7262(6.2)	precoce	96,03 c	22,07 a	1 b
TMG 7161(6.1)	precoce	78,02 c	15,63 c	1 b
TMG 1264(6.4)	médio	109,9 a	13 c	1 b
BMX Garra(6.3)	médio	101,15 b	15,99 c	1 b
BMX Ícone(6.8)	médio	101,7 b	16,98 c	1 b
BMX Potencia(6.7)	médio	93,8 b	14,15 c	1 b
BMX Power(7.3)	médio	105,3 b	15,2 c	1 b
TMG 1067(6.7)	médio	85,3 b	18,15 b	1 b
BMX Raça(7.6)	tardio	97,4 c	14,35 c	2 a
TMG 1179(7.9)	tardio	85,85 d	12,96 c	2 a
TMG 1180(8.0)	tardio	120,5 a	13,89 c	2 a
CV (%)	-	13,24	20,72	35,10

(1) Grupo de maturação

(2) Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 10%.

O genótipo TMG 1264 obteve um dos maiores valores de altura, mesmo sendo um tratamento de ciclo médio. No entanto, é preciso destacar que a altura das plantas de soja é uma característica geneticamente controlada, mas influenciada pelo ambiente (VERNETTI & VERNETTI JUNIOR, 2009), ou seja, as variações no ambiente podem afetar a expressão gênica, mas se a planta estiver em condições ideais, deverá apresentar altura próxima à descrita para a variedade.

Observando os dados referentes à inserção da primeira vagem, nota-se uma variação entre 12,96 cm e 22,07 cm para as cultivares TMG 1179 e TMG 7262, respectivamente. Segundo alguns autores, como Sediayama et al.(1999), para que não haja perda na colheita pela barra de corte, a altura mínima da primeira vagem deve ser de 10 a 12 cm, em solos de topografia plana e de 15 cm, em terrenos mais inclinados. Nota-se que de maneira geral não houve limitação à colheita mecanizada dos genótipos do experimento, que apresentaram a altura mínima de inserção de primeira vagem de 12, 96 cm, dentro do recomendado pelos autores.

Já para o acamamento todos os tratamentos de ciclo tardio apresentaram plantas com nota 2, ligeiramente acamadas, e há causa provável pode ser o ciclo de maturidade longa destes materiais que tiveram 138 dias de ciclo total no campo. Geralmente, quando cultivares de ciclo longo são semeados no início da época de cultivo em condições favoráveis de umidade e em solo fértil, as plantas têm um acentuado desenvolvimento vegetativo, implicando em graus de acamamento comprometedores (SACCOL, 1975).

**Significância 5%.

Figura 7. Análises de regressão entre produtividade (kg.ha⁻¹) de grãos de soja em função da MMG (a); e da MMG em função do NGP (b), em LEME/ SP.

Fonte: Elaboração do Autor

Nota-se que neste ensaio existe uma correlação positiva entre a produtividade e a MMG, pois existe uma tendência dos genótipos que mais produziram apresentarem maior MMG. Outro fato observado é que quanto maior o NGP menor é a MMG. Segundo Perini (2012) para os genótipos de tipo de crescimento indeterminado existe uma correlação da massa de mil grãos por meio do efeito indireto via número de grãos por planta, alta e negativa, ou seja, a medida que o número de grãos aumenta a massa de mil grãos diminui. Outro trabalho, Souza et al. (2010), encontraram relação positiva entre o rendimento de grãos com maior NVP, NGV e MMG, resultado este consistente em duas safras de avaliação de duas cultivares de soja.

4.4. Interação entre os locais

Com exceção do número de grãos por vagem, todos os componentes de produtividade avaliados apresentaram interação entre genótipo e ambiente. Isso significa que pelo menos um genótipo apresentou comportamento distinto entre os ambientes.

Tabela 16. Resumo da análise de variância (QM) da interação de 4 características agronômicas, avaliadas em doze genótipos de soja de diferentes grupos de maturação, ano agrícola 2016/2017, em dois locais, Piracicaba e Leme (SP), 2017.

Fonte de Variação	Quadrado Médio			
	NVP	NGP	NGV	MMG
Variedade X Local	1602,45**	4970,03***	0,19ns	572,30***
Resíduos	236,01	906,95	0,12	79,63
Média	75,54	154,83	2,11	178,6
CV (%)	3,61	5,06	0,53	2,75

*** Significativo 1% ** Significativo a 5% ns. Não significativo

NVP - Número de vagens por planta; NGP – Número de grãos por planta; GV – Grãos por Vagem MMG – Massa de mil grãos (g.g^{-1}).

Tabela 17. Resumo da análise de variância (QM) da interação de 4 características agronômicas, avaliadas em doze genótipos de soja de diferentes grupos de maturação, ano agrícola 2016/2017, em dois locais, Piracicaba e Leme (SP), 2017.

Fonte de Variação	Quadrado Médio			
	ALT	INS	A	Produtividade
Variedade X Local	302,84***	24,14***	1,49***	1409827,51***
Resíduos	41,79	6,21	0,3	553879,14
Média	115,09	15,8	2	4212,45
CV (%)	2,34	1,45	0,68	25,18

*** Significativo 1% ** Significativo a 5% ns. Não significativo

ALT – Altura de Plantas em cm; INS – Altura de inserção de primeira vagem (cm); A – Notas de acamamento; Produtividade (Kg.ha^{-1}).

Analisando a interação entre os locais com comparação de desempenho entre os materiais em cada local podemos notar que alguns genótipos apresentaram diferenças em relação à produtividade.

Para o genótipo TMG 1180 a diferença de produtividade entre os locais foi de 1.727,00 Kg.ha^{-1} , sendo mais produtiva em Leme do que em Piracicaba. Analisando as

variáveis biométricas que compõem a produtividade da cultura notamos que a altura de planta, o acamamento e massa de mil grãos foram estatisticamente diferentes entre os locais. A altura do cultivar foi maior em Piracicaba, no entanto a nota de acamamento deste material foi 5, que representa todas as plantas acamadas. Já a massa de mil grãos foi maior em Leme, sendo 23 gramas com mais massa que em Piracicaba.

O desempenho dos genótipos TMG 1179 e da BMX Garra para a produtividade, que também foi maior no ensaio experimental em Leme, com uma diferença de produtividade de 838,7 Kg.ha⁻¹ para o tratamento TMG 1179 e 960,13 Kg.ha⁻¹ para o tratamento BMX Garra. Enquanto para o genótipo TMG 1179 o número de vagens e grãos por planta foi maior em Piracicaba, os valores de altura que resultaram em alto acamamento deste material também foram maiores em Piracicaba. Contudo para o genótipo BMX Garra a MMG foi maior em Leme, e apesar de não apresentar acamamento os valores de altura também foram maiores em Piracicaba.

Para o genótipo BMX Potencia o desempenho foi inverso em relação à produtividade, sendo que o material produziu mais em Piracicaba, com uma diferença de produtividade de 682,81 kg.ha⁻¹. Entretanto para este material somente a altura e o acamamento (A) foram estatisticamente significativos, porém as notas de A foram 1 e 2 nos diferentes locais, nota essa que representa que os materiais praticamente não acamaram. Para a altura de planta, o maior valor foi observado em Piracicaba.

O potencial do solo em relação à fertilidade e a disponibilidade de água foram maior em Piracicaba, fato que pode estar relacionado com as diferenças dos tratamentos nos dois locais, quanto à produtividade, os componentes de produtividade e os fatores morfológicos. Existem trabalhos que indicam que o comportamento relativo dos genótipos foi influenciado distintamente pelas condições ambientais, marcados, sobretudo, pela diferença entre os locais. Kang et al. (1989) constataram que a variação entre ciclos de desenvolvimento foi mais bem explicada por fertilidade diferencial de solos e por práticas culturais do que por efeitos de anos agrícolas.

As diferenças de produtividade dos genótipos nos diferentes locais esta relacionado com a adaptabilidade e estabilidade dos materiais em cada local. Logo, as variedades de soja apresentam ampla diversidade genética quanto à sua área de adaptação, devido à sensibilidade ao fotoperíodo e à temperatura (CÂMARA, 1992).

De maneira geral o rendimento de grãos variou com os ciclos e com os locais de cultivo, mostrando a interação G x L (genótipo; local), evidenciando o comportamento diferencial dos tratamentos, fato também observado por Bragantina (1999). O potencial de

produtividade da cultura da soja é definido geneticamente, no entanto este potencial depende da interação do cultivar com o ambiente de produção. De tal maneira que as mudanças que ocorrem no ambiente influenciam diretamente o desenvolvimento da soja. Para que a cultura atinja esse potencial de produtividade a interação entre o genótipo, característico de cada cultivar, e o ambiente tem de ser perfeita, no entanto na natureza essas condições perfeitas não acontecem. Por este motivo é de fundamental importância às práticas de manejo, visando o equilíbrio para que se atinjam as condições ideais de máxima produtividade atingível.

Em relação à altura tanto em Piracicaba quanto em Leme os genótipos TMG 1264 e TMG 1180 foram superiores aos demais, enquanto o tratamento TMG 1180 teve o ciclo tardio nos dois locais, o tratamento TMG 1264 teve o ciclo de maturidade médio em Piracicaba e precoce em Leme. A altura em Piracicaba foi estatisticamente superior que em Leme com a diferença entre os tratamentos de 60,5 cm. Apesar de diferença estatística entre os tratamentos no diferentes locais, o comportamento da cultivares foi parecido, pois se destacaram com os maiores valores observados de altura nos dois locais. A altura média das plantas, a altura da inserção da primeira vagem e a arquitetura das plantas de soja, são características definidas geneticamente, que, contudo, podem sofrer influências de vários fatores, como a época de semeadura, o espaçamento, a densidade populacional, o suprimento de água, a temperatura do ar e a fertilidade do solo (BERGAMASCHI; BARNI, 1978, citado por VAZQUES et al., 2008).

Como observado nas análises interativas entre os locais, existem diferenças entre o desempenho dos genótipos em cada localidade, mesmo em altitudes próximas e condições climáticas parecidas. De maneira geral essas diferenças dificultam a recomendação de cultivares para as regiões estudadas, pois não se pode, nessas circunstâncias, fazer uma recomendação uniforme, sem prejuízo considerável na produção obtida, relativamente à produção possível, fato também observado por (CRUZ & CASTOLDI, 1991; VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

No momento atual o mercado de cultivares de soja tem se concentrado em grande parte no comércio de cultivares de ciclo precoce, de baixo grupo de maturidade, que a época de colheita permite o cultivo subsequente de milho na segunda safra. Autores como Mercau et al. (2007) e Tretin et al. (2013) verificaram que para uma mesma região, quanto menor o grupo de maturação, menor a duração do ciclo. Segundo Barni & Matznauer (2000) até os anos 2000 existia uma maior preferência por cultivares de ciclo médio e tardio e tipo de crescimento determinado, posteriormente ocorreu a substituição por cultivares precoce (grupo de maturação menor que 6.4) e com tipo de crescimento indeterminado.

Através dos dados deste trabalho nos dois locais observam-se genótipos de grupos de maturidade médio e tardios com excelentes produtividades, no entanto a colheita tardia destes materiais pode inviabilizar o plantio do milho na segunda safra. As semeaduras mais tardias de milho na segunda safra são realizadas na faixa de transição climática do mesotérmico úmido para seco, que abrange as regiões norte do Paraná, sudoeste do estado de São Paulo (Médio Paranapanema) e parte do Mato Grosso do Sul. Nessas regiões, as semeaduras podem se estender até o segundo decêndio de março (riscos intermediários de geada e seca) (AGENCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA, 2017). Entretanto existem relatos de alguns trabalhos que a semeadura mais tardia da safrinha 2001, por exemplo, passando por períodos com dias mais curtos, pode ter contribuído para a menor produtividade (FORNASIERI FILHO, 1992). Logo, em situações de baixos preços do milho no mercado futuro e em condições climáticas que desfavoreçam seu cultivo, o plantio de soja de grupos de maturidade médio e tardio pode ser uma alternativa viável, visando alta rentabilidade de colheita.

5. CONCLUSÕES

Em Piracicaba, com relação aos fatores morfológicos as variedades cultivadas de ciclo tardio resultaram nos maiores valores de IAF, MSPA e altura de plantas. No entanto os valores de IC e à produtividade destes materiais foram os mais baixos.

Em Piracicaba, o acamamento reduziu a produtividade de variedades cultivadas de soja de ciclo tardio semeadas em outubro em condições de irrigação.

O componente de produtividade MMG tem relação direta com a produtividade e inversa com o NGP. Em Leme as variedades cultivadas que mais produziram obtiveram as maiores MMG.

Em Leme, a variedade cultivada de ciclo tardio TMG 1180, colhida no dia 21 de março, produziu 4.760 kg.há⁻¹, sendo uma alternativa viável para o plantio da primeira safra.

A produtividade das variedades cultivadas variou com os grupos de maturação e com os locais de cultivos, evidenciando o comportamento diferencial dos materiais em cada local.

O posicionamento e a recomendação das variedades cultivadas de diferentes grupos de maturação em relação os fatores edáficos, hídricos e climáticos são de suma importância para as altas produtividades.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude dos fatos mencionados nota-se a importância dos trabalhos de fitotecnia “clássica”, que estuda os aspectos relacionados ao manejo de fatores biométricos. O meu trabalho relacionou a morfologia, fenologia e os componentes de produtividade, e em minha opinião estes fatores são essências, pois quando bem manejados resultando em altas produtividades e consequente rentabilidade do sistema como um todo.

Acredito que as empresas que trabalham com recomendação de cultivares, realizam testes que são muito amplos e que alguns momentos não trazem a realidade, pois como observado no trabalho até em locais próximos e condições climáticas parecidas o desempenho dos materiais é diferente. A importância do pesquisador é trazer através destes tipos de trabalho, alternativas que visem à melhora da produtividade, relacionando o melhor manejo, ou quais as melhores medidas a serem adotadas para cada ambiente de produção.

Através deste trabalho podem surgir outros, que relacionem aspectos ligados à lucratividade do sistema, por exemplo, o plantio de soja precoce na primeira safra com milho na segunda safra em certas situações podem não ser a melhor alternativa. Já o plantio de soja de ciclo tardio em certos ambientes de produção, visando maiores produtividades mesmo que inviabilizando o milho na segunda safra, pode ser uma das alternativas. Então acredito que estes tipos de trabalho ficaram esquecidos no tempo, no entanto são fundamentais como ferramenta de tomada de decisão na agricultura moderna.

REFERÊNCIAS

- ABEL, G. H. **Response of soybean to dates of planting in the Imperial Valley of Califórnia**. Agronomy Journal, Madison, v. 53, n. 2, p. 95-98, Mar./Apr. 1968.
- AGENCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA (AGEITEC). Disponível em <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fya0krse02wx5ok0pvo4k3mp7ztkf.html>>. Acesso em: 19 julho. 2017.
- APARECIDA, Flávia et al. **Época de semeadura no Potencial produtivo de Soja em Uberlândia-MG**. 2011.
- BAKHSHANDEH, E.; KAMKAR, B.; TSIALTAS, J.T. **Application of linear models for estimation of leaf area in soybean [Glycine max (L.) Merr]**. Photosynthetica, v.49, p. 405-416, 2011. <http://dx.doi.org/10.1007/s11099-011-0048-5>.
- BÁRBARO, I. M.; CENTURION, M. A. P. C.; DIMAURO, A. O.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H.; ARRIEL, N. H. C.; COSTA, M. M. **Path analysis and expected response in indirect selection for grain yield in soybean**. Crop Breeding and Applied Biotechnology, Viçosa, v. 6, n. 2, p. 151-159, 2006.
- BARNI, N. A., & MATZNAUER, R. (2000). **Ampliação do calendário de semeadura da soja no Rio Grande do Sul pelo uso de cultivares adaptados aos distintos ambientes**. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, 6, 189-203.
- BARNI, N. A.; BERGAMASCHI, H.; GOMES, J. E. S. **Época de semeadura e cultivares de soja para o Rio Grande do Sul**. IPAGRO Informa, Porto Alegre, n. 21, p. 67-70, 1978.
- BERGAMASCHI, H.; BARNI, N. A. **Densidade de plantas e espaçamento entre linhas de soja: recomendações para o Rio Grande do Sul**. IPAGRO Informa, Porto Alegre, n. 21, p. 57-62, out. 1978.
- BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M. A.; WESTPHALEM, S. L. **Épocas de semeadura de soja no Rio Grande do Sul: avaliação e interpretação dos ensaios ecológicos de soja**. IPAGRO Informa, Porto Alegre, n. 18, p. 7-14, 1977.
- BHERING, M. C. **Influência de épocas de plantio sobre algumas características agrônômicas e qualidade das sementes de soja (Glycine max (L.) Merrill)**. 57 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.1989.
- BLANCO, F.F.; FOLEGATTI, M.V. **A new method forestimating the leaf area index of cucumber and tomato plants**. Horticultura Brasileira, Brasília, v.21, n.4, p.666-669, outubro/ dezembro 2003.
- BORD, J.E.; SETTIMI, J.R. **Photoperiodo effect before and after flowering on branch development in determinate soybean**. Agronomy Journal, Madison, v.78, p.995-1002, 1986.
- BRACCINI, A. de L. e; MOTTA, I. de S.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, M. do C.L.; ÁVILA, M.R.; MESCHEDE, D.K. **Características agrônômicas e rendimento de sementes de soja na semeadura realizada no período de safrinha**. Bragantia, v.63, p.81-92, 2004.

BRASIL Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365 p.

CÂMARA, G. M. de S. **Efeito do fotoperíodo e da temperatura no crescimento, florescimento e maturação de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 266 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 1991.

CÂMARA, G. M. S. **Desempenho produtivo dos cultivares de soja IAC-12, IAC-17 e IAC-19 em três épocas de semeadura e cinco densidades de plantas**. 165 p. Tese (Livre Docente) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1998.

CÂMARA, G. M. S. **Ecofisiologia da cultura da soja**. p. 19-28 In: CÂMARA, G. M. S.; MARCOS FILHO, J.; OLIVEIRA, E. A. M. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA E PRODUTIVIDADE DASOJA. PIRACICABA, 9., 1992, São Paulo. Anais... São Paulo: FEALQ, 1992.

CÂMARA, G.M.S.; HEIFFIG, L.S. **Fisiologia, ambiente e rendimento da cultura da soja**. In: CÂMARA, G.M.S. Soja: tecnologia da produção II. Piracicaba: G.M.S. CÂMARA, 2000. p. 81-119.

CÂMARA, G.M.S.; SEDIYAMA T.; DOURADO-NETO, D; BERNARDES, M.S. **Influence of photoperiod and air temperature on the growth, flowering and maturation of soybeans (*Glycine Max* (L.) Merrill)**. Scientia Agricola, Piracicaba, v. 54, p 149-154, 1997.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; GASTALDI, L. F.; PÍPOLO, A. E. **Correlações fenotípicas entre caracteres quantitativos em soja**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 26, n. 1, p. 11-16, jan./mar. 2005.

CARTTER, J. L.; HARTWIG, E. E. **The management of soybean**. In: NORMAN, A. G. (Ed.). **The soybean**. New York, 1967. p. 162-221.

CATO, S. C.; CASTRO, P. R. C. **Redução da altura de plantas de soja causada pelo ácido 2,3,5- triiodobenzóico**. Ci. Rural, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 981-984, 2006.

COBER, E. R.; MORRISON, M. J.; MA, B.; BUTLER, G. **Genetic improvement rates of short-season soybean increase with plant population**. CropSci., Madison, v. 45, n. 3, p. 1029-1034, 2005.

COLASANTE, Luiz Osvaldo; COSTA, José Antonio. **Índice de colheita e rendimento biológico, na comparação da eficiência de variedades de soja**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 16, n. 2, p. 225-230, 1981.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – **CONAB**, 2016. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_12_10_14_36_boletim_graos_setembro_2017.pdf. Acesso em: 14 setem. 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (**CONAB**). Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Safra 2013/14, n.12. Disponível em < http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_04_17_17_20_55_boletim_graos_abr_2017.pdf>. Acesso em: 30 maio. 2017.

COOPER, R. L. **Influence of soybean production practices on lodging and seed yield in highly productive environments.** Agronomy Journal, Madison, v. 63, n. 3, p. 490-493. 1971.

COSTA, J. A. **Cultura da soja.** Porto Alegre: Ed. do autor, 1996. 233 p.

CRISWELL, J. G.; HUME, D. J. **Variation in sensitivity to photoperiod among early maturing soybean strains.** Crop Science, Madison, v. 12, n. 5, p. 657-660, Sept./Oct. 1972.

CRUZ, C.D.; CASTOLDI, F.L. **Decomposição da interação genótipos x ambientes em partes simples e complexa.** Revista Ceres, v.38, p.422-430, 1991.

DALCHIAVON, Flávio Carlos et al. **Correlação linear e espacial dos componentes de produção e produtividade da soja.** Semina: Ciências Agrárias, p. 552, 2012.

Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental. **Dados climáticos da base de dados meteorológicos:** Estação automática, posto agrometeorológico – Centro de Ciências Agrárias – UFSCar/ Campus Araras/SP. Disponível em:<<http://blog.cca.ufscar.br/estacaoautomatica/dados-meteorologicos/estacao-meteorologica-automatica-ema/dados/>>. Acesso em: 16 maio. 2017.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas.** Tradução de H.R. Ghey; A.A. de Sousa; F.A.V. Damasceno; J.F. de Medeiros. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p.

DOSS, B.D., THURLOW, D.L. **Irrigation, row width and plant population in relation to growth characteristics of two soybean varieties.** Agronomy Journal, Madison, v.65, n.5, p.620-623, 1974.

EGLI, D.B.; WIRALAGA, R.A.; BUSTAMAM, T.; YU, Z.W.; TEKRONY, D.M. **Time of flower opening and seed mass ins soybean.** Agronomy Jornal. v.79, n.4, p.697-700, 1987.

EMBRAPA SOJA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná - 1999/00.** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1999. 236p. (Documentos, 131).

EMBRAPA. Banco de dados climáticos do Brasil. Disponível em: <www.bdclima.cnpm.embrapa.br/resultados/balanco.phpUF=&COD=177>, acesso em: 11 jan. 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste (Dourados, MS).** Soja: recomendações técnicas para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. Dourados, 1996. p. 82-85. (Circular Técnica, 3).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa da Soja. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 1996/97.** Londrina: EMBRAPA-CNPSo. 1996. 149 p. (Documentos, 88).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa da Soja. **Sistemas de produção 1: Tecnologias de produção de soja Região Central do Brasil 2003 Londrina:** EMBRAPA, CNPSo. 2003. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/exigencias.htm>

FARIAS, J.R.B. NEPOMUCENO, A.E. NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 10p (Embrapa Soja. Circular Técnica, 48).

FAVARIN, J.L.; DOURADO NETO, D.; GARCIA, A. G.; VILLA NOVA, N.A.; FAVARIN, M.G.G.V. **Equações para estimativa do índice de área foliar do cafeeiro**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, V.37, n6, p,769-773, 2002.

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

FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 1992. 273 p.

FRAGA, A. C. **Determinação da maturação fisiológica das sementes de soja e de outras características agrônômicas da soja, em três épocas de semeadura**. 47 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 1980.

GARCIA, A. **Estudo do índice de colheita e de outras características agrônômicas de dez cultivares de soja (Glycine max (L.) Menti) e de suas correlações com a produção de grãos, em duas épocas de semeadura**. Viçosa, UFV, 1978. .76 p. Tese Mestrado.

GARCIA, A. **Manejo da cultura da soja para alta produtividade**. In: CÂMARA, G. M. S.; MARCOS FILHO, J.; OLIVEIRA, E. A. M. Simpósio sobre cultura e produtividade da soja Anais. Piracicaba, FEALQ, 1992.

GARNER, W. W.; ALLARD, H. A. Photoperiodic response of soybeans in relation to temperature and other environmental factors. Journal of Agricultural Research, Washington, v. 41, p. 719-735, 1930.

GAUDÊNCIO, C.; GAZZIERO, D. L. P.; JASTER, F.; GARCIA, A.; WOBETO, C. **População de plantas de soja no sistema de semeadura direta para o centro-sul do Estado do Paraná**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1990. p. 1-4, 1990. (EMBRAPA-CNPSO. Comunicado Técnico, n. 47).

GUIMARÃES, Fabrício de Souza. **Cultivares de soja para cultivo de verão na região de Lavras-MG**. 2008.

GUTHRIE, M. L. **Soybean response to photoperiodic extension under field conditions**. 1972. Thesis (Master in Sciences) - Iowa State University, Ames.

HEIFFIG, L. S. **Plasticidade da cultura de soja (Glycine max(L.) Merrill) em diferentes arranjos espaciais**. Dissertação 2002. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP. Piracicaba, 2002.

HEIFFIG, L. S.; CÂMARA, G. M. S.; MARQUES, L. A.; PEDROSO, D. B.; PIEDADE, S. M. S. **Fechamento e índice de área foliar na cultura da soja em diferentes arranjos espaciais**. Bragantia, Campinas, v. 65, n. 2, p. 285-295, 2006.

HEIFFIG, L.C. **Plasticidade da cultura da soja (Glycine max (L.) Merrill) em diferentes arranjos espaciais**. 2002. 85p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

JIANG, H.; EGLI, D.B. **Shade induced change in flower and pod number and flower and fruit abscission in soybean.** Agronomy Journal, Madison, v.85, n.2, p.221-225, 1993.

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.

JOHNSON, D.R. & MAJORS, D.J. **Harvest index of soybeans as affected by planting date and maturity rating.** Agron. 1.. Madison, 71:538-41, 1979.

KASTER, M.; FARIAS, JRB. **Regionalização dos testes de VCU-Valor de Cultivo e Uso de cultivares de soja-terceira aproximação.** REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, v. 37, 2011

LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS. **Dados climáticos da base de dados meteorológicos:** Estação automática, posto agrometeorológico – Área de Física e Meteorologia, Departamento de Engenharia de Biosistemas, ESALQ/USP. Disponível em:<<http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/automatica/pagina5.html>>. Acesso em: 16 maio. 2017.

LAWN, R. J.; BYTH, D. E. **Response of soya beans to planting date in South-Eastern Queensland.** I. Influence of photoperiod and temperature on phasic development patterns. Australian Journal of Agricultural Research, Collingwood, v. 24, n. 1, p. 67-80, 1973.

LAWN, R.J., & BITH, D.E. **Response of soybeans to planting date in South-Eastern Queensland.** 11. Vegetative and reproductive development Aust. J. Agric. Res., Melbourne, 25:723-37, 1974.

LI-COR®. LI 3100 area meter instruction manual. Lincoln: LI-COR®, 1996. 34p.

LINZMEYER JUNIOR, R.; GUIMARÃES, V. F.; SANTOS, D. D.; BENCKE, M. H. **Influência de retardante vegetal e densidades de plantas sobre o crescimento, acamamento e produtividade da soja.** Acta Sci. Agron, Maringá, v. 30, n. 3, p. 373-379, 2008.

MAJOR, D. J.; JOHNSON, D. R.; TANNER, J. W.; ANDERSON, I. C. **Effects of daylength and temperature on soybean development.** Crop Science, Madison, v. 15, p. 174-179, 1975.

MARCHIORI, L. F. S. **Desempenho vegetativo e produtivo de três cultivares de soja em cinco densidades populacionais nas épocas normal e safrinha.** 1999. 55 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura ‘Luís de Queiroz’, Piracicaba, 1998.

MARCOS FILHO, J. Produção de sementes de soja. Campinas: Fundação Cargill, 1986. 86 p.

MARTIGNONE, R. A. et al. **Efecto de la fecha de siembra sobre el comportamiento fenológico y agronómico en cultivares de soja de diferentes grupos de maduración.** In: CONGRESO DE SOJA DO MERCOSUR, 2006, Rosário. Libro de Mesas Científico - Técnicas Resúmenes Expandidos, Rosário: ACSOJA, 2006. p.47-50.

MARTINS, M. C. **Desempenho produtivo de três cultivares de soja em duas épocas de semeadura e em cinco densidades de plantas**. Piracicaba, 1999. 84 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura 'Luís de Queiroz', Universidade de São Paulo.

MAUAD, Munir et al. **Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja**. Agrarian, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2011.

MAURISRAEL, DE MOURA ROCHA; ANTONIOVELLO, NATAL. **Interação genótipos e locais para rendimento de grãos de linhagens de soja com diferentes ciclos de maturação**. Bragantia, v. 58, n. 1, 1999.

MEOTTI, Giovane Vanin et al. **Épocas de semeadura e desempenho agrônômico de cultivares de soja**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 47, n. 1, p. 14-21, 2012.

MERCAU, J. L., DARDANELLI, J. L., COLLINO, D. J., ANDRIANI, J. M., IRIGOYEN, A., & SATORRE, E. H. (2007). **Predicting onfarm soybean yields in the pampas using CROPGROsoybean**. Field Crops Research, 100, 200-209. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2006.07.006>.

MORAES, J. C. C.; PEIXOTO, C. P.; SANTOS, J. M. B.; BRANDELERO E.; PEIXOTO, M. F. S. P.; SILVA, V. **Caracterização de dez cultivares de soja nas condições agroecológicas do Recôncavo Baiano**. Magistra, Cruz das Almas, v. 16, n. 3, p. 33- 41, 2004.

MOTTA, Ivo S. et al. **Características agronômicas e componentes da produção de sementes de soja em diferentes épocas de semeadura**. Revista brasileira de sementes, v. 22, n. 2, p. 153-162, 2000.

NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C. A.; MACHADO, J. R. **Épocas de semeadura da soja: I. Efeitos na produção de grãos e nos componentes da produção**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 18, n. 11, p. 1187-1198, nov. 1983.

NAVARRO JÚNIOR, H.M.; COSTA, J.A. **Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.37, n.3, p.269-274, 2002.

OLIVEIRA, Arnold Barbosa de. **Fenologia, desenvolvimento e produtividade de cultivares de soja em função de épocas de semeadura e densidades de plantas**. 2010.

OLIVEIRA, Arnold Barbosa de. **Fenologia, desenvolvimento e produtividade de cultivares de soja em função de épocas de semeadura e densidades de plantas**. 2010.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA. FAO. Disponível em: <https://www.fao.org.br/FAOddma.asp>. Acesso em: 14. Abril. 2016.

PANDEY, J.P.; TORRI, E.J.H. **Path coefficient analysis of seed yield components in soybean Glycine max (L) Merrill**. Crop Science, Madison, v.13, n.5, p.505 – 507, 1973.

PARKER, M. W.; BORTHWICK, H. A. **Influence of temperature on photoperiodic reactions in leaf blades of Biloxi soybean**. Botanical Gazette, Chicago, v. 104, p. 612-619, 1943.

PASCALE, A. J. **Tipos agroclimáticos para el cultivo de la soya en la Argentina**. Revista de la Facultad de Agronomía e Veterinaria, Buenos Aires, v. 17, p. 31-38, 1969.

PEIXOTO, C. P. et al. **Épocas de semedura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos**. Scientia Agricola, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 89-96, jan./mar. 2000.

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

PELLERIN, S.; MOLLIER, A.; PLÉNET, D. **Phosphorus deficiency affects the rate of emergence and number of maize adventitious nodal roots**. Agronomy Journal, v. 92, n. 4, p. 690-697, 2000.

PELUZIO, J. M.; FIDELIS, R. R. **Comportamento de cultivares de soja no Sul do Estado do Tocantis**, entressafra 2005. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 21, n. 3, p. 113-118, 2005.

PERINI, Luiz Junior et al. **Componentes da produção em cultivares de soja com crescimento determinado e indeterminado**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, n. suplemento 1, p. 2531-2544, 2012.

PIRES, J.L.F.; COSTA, J.A.; THOMAS, A.L. **Rendimento de grãos de soja influenciado pelo arranjo de plantas e níveis de adubação**. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Porto Alegre, v.4, n. 2, p. 89-92, 1998.

POLSON, D. E. **Day-neutrality in soybeans**. Crop Science, Madison, v. 12, n. 6, p. 773-776, Nov./Dec. 1972.

R DEVELOPMENT CORE TEAM users guide: statistics. version R 3.4.1, 2008.

REZENDE, P. M.; GRIS, C. F.; GOMES, L. L.; TOURINO, M. C. C.; BOTRE, É. P. **Efeito da semeadura a lanço e da população de plantas no rendimento de grãos e outras características da soja [Glycine Max (L.) Merrill]**. Ciênc. Agrotec., Lavras, v. 28, n. 3, p. 1499-1504, 2004.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E.; BENSON, G. O. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Thechnology, Cooperative Extension Service, 1994. 20 p. (Special Report, 53).

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).

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

RODRIGUES, O.; DIDONET, A.D.; LHAMBY, J.C.B.; BERTAGNOLLI, P.F.; LUZ J.A. **Resposta quantitativa do florescimento da soja a temperatura e ao fotoperíodo**. Pesquisa agropecuária Brasileira, Brasília, v. 36, p. 431-437, 2001.

ROSSMANN, Heiko. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de uma população de soja avaliada em quatro anos**. 2001. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SACOL, A. V. **Ecologia e época de semeadura da soja**. In: Universidade Federal de Santa Maria. A cultura da soja. Santa Maria, 1975. p. 50-62. (Boletim Técnico, D. F. – 5).

SANTOS, J.W.M.C. **Ritmo Climático e Sustentabilidade Socioambiental da Agricultura Comercial da Soja no Sudeste de Mato Grosso**. Revista do Departamento de Geografia, Pelotas, v. 17, [s./n.], p. 61-82. 2005.

SEDIYAMA, C. S.; VIEIRA, C.; SEDIYAMA, T.; CARDOSO, A. A.; ESTEVÃO, H. H. **Influência do retardamento da colheita sobre a deiscência das vagens e sobre a qualidade e poder germinativo das sementes de soja**. *Experientiae*, Viçosa, v. 14, n. 5, p. 117-141, set. 1972.

SEDIYAMA, T. **Influência da época de semeadura e do retardamento de colheita sobre a qualidade das sementes de outras características agronômicas de duas variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1979. 121 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M. G.; SEDIYAMA, C. S.; GOMES, J. L. L. **Cultura da soja: I parte**. Viçosa: UFV, 1989, 96 p. (Boletim de Extensão, 2).

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R.C.; REIS, M.S. **Melhoramento da soja**. In: BORÉM, A. (ed). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p.478-533.

SETIYONO, T. D., WEISS, A., SPECHT, J. E., BASTIDAS, A. M., CASSMAN, K. G., & DOBERMANN, A. (2007). **Understanding and modeling the effect of temperature and daylength on soybean phenology under high-yield conditions**. *Field Crops Research*, 100, 257-271. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2006.07.011>.

SILVA, A. F.; FERREIRA, E. A.; CONCENÇO, G.; FERREIRA, F. A.; ASPIAZU, I.; GALON, L.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A. **Densidades de plantas daninhas e épocas de controle sobre os componentes de produção da soja**. *Pl. Daninha*, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 65-71, 2008.

SILVA, J. B.; LAZARINI, E.; SILVA, A. M.; RECO, P. C. **Ensaio comparativo de cultivares de soja em época convencional em Selvíria, MS: características agronômicas e produtividade**. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v.26, n.5, p.747-754, 2010.

Sinclair, T. R., Neumaier, N., Farias, J. R. B., & Nepomuceno, A. L. (2005). **Comparison of vegetative development in soybean cultivars for low latitude environments**. *Field Crops Research*, 92, 53-59. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2004.08.008>.

SOUZA, C. A.; GAVA, F.; CASA, R. T.; KUHNEN JUNIOR, P. R.; BOLZAN, J. M. **Relação entre densidade de plantas e genótipos de soja RoundupReady™**. *Pl. Daninha*, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 887-896, 2010.

SOUZA, Clovis Arruda et al. **Arquitetura de plantas e produtividade da soja decorrente do uso de redutores de crescimento= Plant architecture and productivity of soybean affected by plant growth retardants**. Bioscience Journal, v. 29, n. 3, 2013.

TAVARES-JÚNIOR, J.E.; FAVARIN, J.L.; DOURADO-NETO, D.; MAIA, A.H.N.; FAZUOLI, L.C.; BERNARDES, M.S. **Análise comparativa de métodos de estimativa de área foliar em cafeeiro**. Bragantia, Campinas, v.61, n.2, p.199-203, 2002.

TECNOLOGIAS de **produção de soja** - região central do Brasil 2009 e 2010. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 262 p.(Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 13).

TOURINO, M.C.C.; REZENDE, P.M.de.; SALVADOR, N. **Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônomicas da soja**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasileira, v.37, n.8 p.1071-1077, 2002.

TRAGNAGO, J. L.; BONETTI, L. P. **Diferentes épocas de semeadura no rendimento e outras características de alguns cultivares de soja no Rio Grande do Sul**. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 3. Campinas. Anais... Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1984. p. 57-69. 1984.

TRENTIN, R., HELDWEIN, A. B., STRECK, N. A., TRENTIN, G., & SILVA, J. C. (2013). **Subperíodos fenológicos e ciclo da soja conforme grupos de maturidade e datas de semeadura**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 48, 703-713. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100204X2013000700002>.

VAZQUEZ, G. H.; CARVALHO, N. M.; BORBA, M. M. Z. **Redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja**. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, DF, v. 30, n. 2, p. 1 - 11, 2008.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

VERNETTI, F.J.; VERNETTI JUNIOR, F.J.; **Genética da Soja: Caracteres Qualitativos e Diversidade Genética**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

WATSON, D. J. **Comparative physiological studies on growth of field crops: I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years**. Annals of Botany, v. 11, p. 41-76, 1947.

WELLS, R. **Soybean growth response to plant density: relationships among photosynthesis, leaf area, and light interception**. Crop Science, Madison, v. 31, n. 3, p. 755-756, 1991.

WELLS, R. **Dynamics of soybean in growth in variable planting patterns**. Agronomy Journal, Madison, v. 1, n. 81, p. 44-48, 1993.

YUYAMA, K. **Avaliação de algumas características agrônomicas e morfofisiológicas de cinco cultivares de soja (Glycine max (L.) Merrill), cultivados em solo de várzea e de terra firme da Amazônia Central**. 1991. 123 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1991.

ZANON, Alencar Junior et al. Contribuição das ramificações e a evolução do índice de área foliar em cultivares modernas de soja. **Bragantia**, v. 74, n. 3, p. 279-290, 2015.