

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

HELOISA FARIAS CAVALLI

COMPONENTES MORFOLÓGICOS E DE RENDIMENTO DA SOJA (CV. TMG
7262 RR) EM CONDIÇÃO DE SOMBREAMENTO ARTIFICIAL

CURITIBA

2018

HELOISA FARIAS CAVALLI

COMPONENTES MORFOLÓGICOS E DE RENDIMENTO DA SOJA (CV. TMG
7262 RR) EM CONDIÇÃO DE SOMBREAMENTO ARTIFICIAL

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências, no Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Portela Brasileiro
Co-orientador: Prof. Dr. Edelclaiton Daros

CURITIBA

2018

C377c Cavalli, Heloisa Farias
Componentes morfológicos e de rendimento da soja (CV. TMG
7262 RR) em condição de sombreamento artificial / Heloisa Farias
Cavalli. - Curitiba, 2019.
57 p.: il.,

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Setor
de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia
- (Produção Vegetal).

Orientador: Bruno Portela Brasileiro

Coorientador: Edelclaiton Daros

1. Soja - cultivo - Paraná. 2. Soja - fatores climáticos - método
de simulação. 3. Glycine max. I. Brasileiro, Bruno Portela
(Orientador). II. Daros, Edelclaiton (Coorientador). III. Título. IV.
Universidade Federal do Paraná.

CDU 633.34



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AGRONOMIA
(PRODUÇÃO VEGETAL)

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de HELOISA FARIAS CAVALLI intitulada: **COMPONENTES MORFOLÓGICOS E DE RENDIMENTO DA SOJA (CV. TMG 7262 RR) EM CONDIÇÃO DE SOMBREAMENTO ARTIFICIAL**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 08 de Maio de 2018.

BRUNO PORTELA BRASILEIRO
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

AMARO AFONSO CAMPOS DE AZEREDO
Avaliador Externo (UFPR)

JOÃO CARLOS BESPALHOK FILHO
Avaliador Interno (UFPR)

LUIZ ALBERTO KOZŁOWSKI
Avaliador Externo (UFPR)

RESUMO

A soja apresenta potencial genético para atingir elevadas produtividades, mas o ambiente influencia na manifestação deste potencial produtivo. A radiação é um dos principais fatores ambientais com possibilidade de interferir nos caracteres quantitativos das plantas e conseqüentemente na produção final da cultura. Assim, foram estudados os efeitos do sombreamento artificial na soja sobre o crescimento, na produção de matéria seca e na produtividade da cultura, utilizando a cultivar TMG 7262 RR que é amplamente plantada nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país. Os principais objetivos deste trabalho foram analisar e determinar os estádios fenológicos em que a soja apresenta maior sensibilidade ao sombreamento, através da avaliação das características morfológicas, de rendimento, e de produção final da cultura. O experimento foi conduzido em uma área localizada na comunidade de Rio Verde, pertencente ao município de Flor da Serra do Sul, região sudoeste do Estado do Paraná. O experimento contou com 6 tratamentos, constituídos pelo momento do sombreamento na cultura da soja, que foram avaliados em delineamento inteiramente casualizado com 3 repetições e a ausência de sombreamento (controle) com 15 repetições, totalizando 30 parcelas. De acordo com os resultados, o sombreamento influenciou as médias dos componentes morfológicos e de rendimento exceto o número de grãos por vagem. Plantas sombreadas a partir de V7 apresentaram as menores médias, exceto para a massa de cem grãos. Sombreamento a partir de R7 não afetou os componentes avaliados e o componente número de vagens por planta apresentou maior potencial de interferir na produtividade da cultura.

Palavras-chave: *Glycine max* L., luminosidade, produtividade.

ABSTRACT

Soybean has genetic potential to achieve high yields, but the environment influences the manifestation of this productive potential. Radiation is one of the main environmental factors with the possibility of interfering in the quantitative traits of the plants and consequently in the final production of the crop. Thus, the effects of artificial shading on soybean on growth, dry matter production and crop productivity were studied using the cultivar TMG 7262 RR that is widely planted in the South, Southeast and Midwest regions of the country. The main objectives of this work were to analyze and determine the phenological stages in which soybean presents greater sensitivity to shading, through the evaluation of morphological characteristics, yield, and final crop production. The experiment was conducted in an area located in the community of Rio Verde, belonging to the municipality of Flor da Serra do Sul, southwest region of the State of Paraná. The experiment consisted of 6 treatments, consisting of the shade moment in the soybean crop, which were evaluated in a completely randomized design with 3 replicates and the absence of shading (control) with 15 replications, totaling 30 plots. According to the results, the shading influenced the averages of the morphological and yield components except the number of grains per pod. Plants shaded from V7 presented the lowest averages, except for the mass of one hundred grains. Shading from R7 did not affect the evaluated components and the number of pods per plant presented greater potential to interfere in crop productivity.

Key-words: *Glycine max* L., growth, yield.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DA SOJA.	13
TABELA 2 - TRATAMENTOS UTILIZADOS PARA AVALIAR OS COMPONENTES MORFOLÓGICOS E DE RENDIMENTO DA SOJA (CV. TMG 7262 RR), EM CONDIÇÃO DE SOMBREAMENTO ARTIFICIAL, FLOR DA SERRA DO SUL, 2016.....	33
TABELA 3 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA OS COMPONENTES MASSA SECA DA PARTE AÉREA (MSPA), COMPRIMENTO DO CAULE (CC) E NÚMERO DE NÓS POR PLANTA (NNP) DA SOJA (CV. TMG 7262 RR), FLOR DA SERRA DO SUL - PARANÁ, 2016.	35
TABELA 4 – MÉDIAS DOS TRATAMENTOS PARA OS COMPONENTES MORFOLÓGICOS: MASSA SECA DA PARTE AÉREA (MSPA), COMPRIMENTO DO CAULE (CC) E NÚMERO DE NÓS POR PLANTA (NNP) NOS TRATAMENTOS, FLOR DA SERRA DO SUL - PARANÁ, 2016.....	36
TABELA 5 – RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA OS COMPONENTES DE RENDIMENTO: NÚMERO DE VAGENS POR PLANTA (NVP), NÚMERO DE GRÃOS POR VAGEM (NGV), MASSA DE 100 GRÃOS (M100) E PRODUTIVIDADE (PROD) NA SOJA (CV. TMG 7262 RR), FLOR DA SERRA DO SUL - PR, 2016.....	38
TABELA 6 – MÉDIAS DOS TRATAMENTOS PARA OS COMPONENTES MORFOLÓGICOS: MASSA SECA DA PARTE AÉREA (MSPA), COMPRIMENTO DO CAULE (CC), NÚMERO DE NÓS POR PLANTA (NNP) E NÚMERO DE RAMOS POR PLANTA (NRP) NOS TRATAMENTOS, FLOR DA SERRA DO SUL - PARANÁ, 2016.....	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 HISTÓRICO E IMPORTÂNCIA DA CULTURA	11
2.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA SOJA	12
2.2.1 Cultivar TMG 7262 RR	14
2.3 SISTEMAS DE PRODUÇÃO	14
2.3.1 Sistema solteiro e consorciado.....	14
2.3.2 Sistemas Integrados.....	15
2.4 ASPECTOS AMBIENTAIS	18
2.4.1 Exigência hídrica	19
2.4.2 Temperatura.....	20
2.4.3 Fotoperíodo	20
2.4.4 Luminosidade	22
3 CAPÍTULO 1	27
COMPONENTES MORFOLÓGICOS E DE RENDIMENTO DA SOJA (CV. TMG 7262 RR) EM CONDIÇÃO DE SOMBREAMENTO ARTIFICIAL	27
RESUMO	27
ABSTRACT	27
3.1 INTRODUÇÃO	28
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	31
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
3.3.1 Componentes Morfológicos.....	35
3.3.2 Componentes de rendimento	38
3.4 CONCLUSÃO.....	42
3.5 REFERÊNCIAS.....	42
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO GERAL

A soja (*Glycine max* L.) exerce papel fundamental no setor agrícola e na economia do Brasil. O país produziu 113,923 milhões de toneladas de soja na safra 2016/2017, sendo o segundo maior produtor mundial (CONAB, 2017). A importância da cultura está relacionada às diversas aplicabilidades dos seus grãos, pois são a matéria-prima de muitos setores agroindustriais, como produtos para alimentação humana, rações animais e biocombustíveis (RICHARDS et al., 2015).

O cultivo da soja é amplamente difundido no mundo sob diversas condições ambientais. Estando associados aos avanços tecnológicos em sua cadeia de produção, proporcionando não apenas diversidade e potencial produtivo aos cultivares disponíveis no mercado como também técnicas eficazes de manejo e maior eficiência dos produtores.

No Brasil, o cultivo da soja é predominantemente solteiro, sendo que, o cultivo consorciado é realizado em maior frequência em pequenas e médias propriedades, o que tem possibilitado maior uso do solo e a estabilidade produtiva (IBGE, 2006).

Um dos maiores desafios ambientais do século XXI são as mudanças climáticas, que podem causar danos irreversíveis aos ecossistemas, além de reduzir o potencial agrícola (CUNHA et al., 2013; OLIVEIRA e TAVARES, 2017). Nas safras 2009/2010, 2014/2015 e 2017/2018 as regiões produtoras de soja, Sul e Centro-Oeste sofreram com excesso de chuva e nebulosidade, principalmente nas fases em que a soja mais necessitava de luz para realizar fotossíntese, atrasando o desenvolvimento da cultura e reduzindo a produtividade nestas áreas (MOREIRA, 2009; EMBRAPA, 2015; EMBRAPA, 2018).

O efeito da nebulosidade sobre a soja pode ser observado quando as plantas são submetidas a longos períodos nublado e com grande frequência de chuva durante o dia, ocorrerá a redução da radiação fotossinteticamente ativa que é fundamental para o processo fotossintético. Acarretando na redução dos componentes morfológicos, de rendimento e a produção final da cultura (MOREIRA, 2009).

Novos modelos produtivos são necessários para minimizar os danos causados pela produção intensiva e do uso indiscriminado dos recursos naturais. Busca-se então um sistema que forneça sustentabilidade econômica e ambiental. Os sistemas integrados tem potencial para contribuir com a sustentabilidade da produção da soja em diferentes ambientes de implantação, além de melhorar a qualidade do sistema de plantio direto e possibilitar diversificação e acréscimo da renda dos produtores (DEBIASI e FRANCHINI, 2012).

Os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) compreendem a interação da produção animal e vegetal de forma planejada garantindo o sinergismo entre seus componentes. Este sistema aliado com práticas conservacionista de cultivo, como o plantio direto, que surge como alternativa sustentável para o uso intensivo da produção agropecuária. Em SIPA é possível realizar composições diferentes para o sistema, possibilitando arranjos como integração lavoura pecuária e floresta (ILPF), integração lavoura pecuária (ILP), integração lavoura floresta (ILF) e integração pecuária floresta (IPF) (MORAES et al., 2013; BUZZELLO et al., 2015).

Para garantir a funcionalidade deste sistema é necessário que a incidência luminosa ocorra em níveis adequados para as plantas, visto que, a indisponibilidade de energia luminosa vem sendo apontada como causa do baixo rendimento das culturas para estes sistemas. Portanto, embora o potencial produtivo da soja seja definido geneticamente, as condições ambientais podem interferir na produtividade da cultura (DORNELLES et al., 1997).

Os principais componentes ambientais que influenciam nos processos fisiológicos das plantas são a disponibilidade hídrica, a temperatura, a luz solar e o fotoperíodo. A luz solar representa um dos mais importantes fatores limitantes, pois é a fonte energética da fotossíntese. Assim, se a incidência de radiação não for adequada, a translocação de fotoassimilados aos drenos será afetada, fazendo com que a planta destine sua energia para outros fins que não a produção de grãos (MELGES et al., 1989).

O cultivo com sombreamento artificial é um procedimento que permite o estudo da influência da luz na soja, podendo interferir nos estádios de

desenvolvimento da cultura, alterando, características morfológicas e de rendimento e essas alterações poderão ser mais bem compreendidas.

A hipótese do trabalho é que o sombreamento na soja em diferentes estádios fenológicos interfere nos estádios fenológicos, altera características morfológicas e de rendimento da cultura.

O objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos do estresse por sombreamento artificial sobre os componentes morfológicos e de rendimento na cultura da soja CV. TMG 7262 RR.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 HISTÓRICO E IMPORTÂNCIA DA CULTURA

A soja (*Glycine max* L.) pertence à família Fabaceae (MUNDSTOCK e THOMAS, 2005), é cultivada há mais de cinco mil anos no Oriente, sendo que seu centro de diversidade e domesticação corresponde a Ásia Central. A mais de três mil anos os chineses utilizam a soja, e por séculos, os seus grãos foram considerados sagrados, devido a sua importância na alimentação da civilização chinesa (BORÉM, 1999).

O Ocidente iniciou seu cultivo apenas na segunda década do século vinte, através da produção nos Estados Unidos. Em 1882, a soja foi importada dos americanos pelo professor Gustavo Dutra da Escola de Agronomia da Bahia. Posteriormente, centenas de variedades adaptadas a diferentes regiões edafoclimáticas do Brasil foram desenvolvidas pelos programas de melhoramento genético criados no país, o que propiciou a disseminação da cultura em diferentes regiões (EMBRAPA, 2004). Pode-se citar como exemplo a expansão do cultivo para o cerrado brasileiro na década de 80, devido ao desenvolvimento de cultivares adaptadas a esta região (FREITAS, 2011).

Uma vez que a soja é uma das mais importantes culturas na economia mundial, o avanço tecnológico e científico visa e possibilita a existência de cultivares que expressem seu potencial produtivo, nas diferentes condições edafoclimáticas (FREITAS, 2011).

No Brasil, a soja exerce papel fundamental na agricultura e na balança comercial, correspondendo a 59% da área cultivada com culturas de verão. Na safra de 2016/2017 a produção foi de 113,9 milhões de toneladas de grãos. Nesse cenário o país exportou 44 milhões de toneladas de grão que corresponde a U\$ 19,3 bilhões e 15,6 milhões de toneladas de produto processado na forma de farelo e óleo gerando um valor de U\$ 6,1 bilhões, isso referente ao primeiro semestre de 2017, superando a quantidade exportada no mesmo período de 2016 (CONAB, 2017).

2.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA SOJA

A soja é uma planta herbácea, pertencente à classe das dicotiledôneas, apresentando uma estrutura composta por raízes e parte aérea (MUNDSTOCK e THOMAS, 2005). A espécie cultivada é a *Glycine max* L., que apresenta inúmeras cultivares com grande variação de características genéticas e morfológicas. Apresenta-se como cultura anual, tendo desenvolvimento relativamente rápido, com ciclo médio de 100 a 140 dias (MATEUS e SILVA, 2013).

O sistema radicular da soja se caracteriza como pivotante, composto de muitas raízes laterais, com uma grande quantidade de nódulos de bactérias fixadoras do nitrogênio atmosférico (BORÉM, 1999).

O caule é ereto, com tamanho variando de 60 a 150 centímetros e revestido por pelos brancos. O caule é bastante ramificado, com os ramos inferiores mais alongados, formando ângulos variados com o eixo principal (MISSÃO, 2006).

As folhas são alternadas, compostas por três folíolos de formato ovalado ou lanceolado, longas e pecioladas. Seu comprimento varia entre 5 a 12 centímetros. Geralmente, as folhas amarelam conforme o amadurecimento das vagens, caindo quando estas atingem a maturação plena, mas essa característica pode ser alterada conforme a cultivar (MATEUS e SILVA, 2013).

Ao ocorrer à indução fisiológica da floração, nas folhas adultas desencadeia-se um processo de diferenciação das gemas axilares dormentes dos ramos, gerando as inflorescências. Por sua vez, cada gema que se diferencia em inflorescência pode produzir até quinze flores. O florescimento em plantas de crescimento determinado ocorre a partir do oitavo nó da planta e vai até o florescimento de todos os nós dos ramos, completado com a flor terminal (MÜLLER, 1981).

Nas plantas de hábito indeterminado ocorre a diferenciação progressiva das gemas axilares em inflorescência, havendo posterior formação de flor conforme o crescimento vegetativo da planta. Nesses indivíduos o florescimento não cessa com a formação de flor terminal, mas sim, quando encerrado a formação de nós nos ramos (MÜLLER, 1981). As flores podem ser

de coloração branca, amarela ou violácea (MISSÃO, 2006; MATEUS e SILVA, 2013).

Os frutos são vagens achatadas, pubescentes, podendo apresentar coloração cinza, amarela ou preta. As vagens podem conter até cinco sementes, sendo que geralmente os frutos ficam agrupados, o que possibilita a obtenção de até 400 sementes por planta. A semente pode ser de diversas formas, colorações e tamanhos (MISSÃO, 2006). Seu comprimento varia de 3 a 7 milímetros e o peso de 100 grãos é de 5 a 17 gramas (GOMES, 1989).

O crescimento e o desenvolvimento são definidos conforme ocorre o acúmulo de matéria seca. É possível dividir o desenvolvimento da planta em duas grandes fases, a vegetativa e a reprodutiva e a partir destas determinar os estádios fenológicos (POTAFÓS, 1997) (TABELA 1).

TABELA 1 - ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DA SOJA.

ESTÁDIO VEGETATIVOS		ESTÁDIOS REPRODUTIVOS	
Sigla	Descrição	Sigla	Descrição
VE	Emergência	R1	Início de florescimento
VC	Cotilédone	R2	Pleno florescimento
V1	Primeiro nó	R3	Início da formação das vagens
V2	Segundo nó	R4	Plena formação das vagens
V3	Terceiro nó	R5	Início do enchimento das sementes
*	*	R6	Pleno enchimento das sementes
*	*	R7	Início da maturação
VN	Enésimo nó	R8	Maturação plena

Fonte: Fehr e Caviness, 1977.

Para obter máxima produtividade da cultura da soja é necessário ter à disposição cultivares de qualidade, o que resulta em características morfológicas e de rendimento eficientes para a produção. No caso, as de rendimento estão ligadas a tudo o que acontece na planta durante o ciclo, gerando ao final alguns componentes para a cultura (COSTA e SILVA, 2008). Como exemplos, podemos citar o número de plantas por área, o número de vagens por planta, número de grãos por vagem e a massa do grão (MUNDSTOCK e THOMAS, 2005), que são determinadas pelo genótipo, mas podem ser influenciados por alterações no ambiente e no manejo durante o ciclo da cultura (BEZERRA et al., 2007; KAPPES et al., 2008). As características morfológicas estão relacionadas ao diâmetro do caule, altura da

planta, ao comprimento do caule e dos ramos, o número de ramos, de nós e de flores (ROCHA et al., 2014).

2.2.1 Cultivar TMG 7262 RR

A cultivar da empresa Tropical Melhoramento e Genética (TMG) 7262 RR está no mercado desde a safra 2009/2010 (FREITAS, 2011). A plantas tem hábito de crescimento semi-determinado, caracterizando-se pelo hábito de crescimento intermediário entre o crescimento determinado e indeterminado. Apresenta ciclo estimado de 122 a 126 dias. No Brasil o cultivo desta cultivar é adaptado as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. A cultivar TMG 7262 RR pertencem ao grupo de maturação 6.2, apresentam coloração de suas flores branca, pubescência cinza e hilo marrom claro. A produtividade estimada desta cultivar é de 69 a 80 sacas por hectare (TMG, 2017).

Esta cultivar possui a tecnologia INOX™ e Roundup Ready™ que promove através da ação gênica, uma reação de hipersensibilidade dos tecidos em reação a infecção da doença de *Phakopsora pachyrhizi* e resistência ao herbicida glyphosate (CORDEIRO JUNIOR, et al., 2017), sendo que apresenta resistência as doenças do cancro da haste (*Diaporthe* sp.), mancha olho de rã (*Cercospora sojina*), pústula bacteriana (*Xanthomonas axonopodis*) e ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), moderada resistência ao oídio (*Microsphaera diffusa*) e mancha alvo (*Corynespora cassiicola*), suscetibilidade a nematoides e tolerância ao acamamento (TMG, 2017).

2.3 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

2.3.1 Sistema solteiro e consorciado

A soja é cultivada através do sistema solteiro, consorciada ou integrada com outras culturas, porém 96% da produção de grãos ainda corresponde ao sistema solteiro (IBGE, 2006). Nesse sistema de cultivo, a produtividade média no Brasil é de aproximadamente 3.300 kg por hectare (CONAB, 2017). O sistema solteiro é caracterizado pela produção exclusiva de determinada

cultura em uma área durante o seu ciclo produtivo, sem a realização de consórcios (GALERANI, 2005).

No Brasil, a agricultura familiar é um segmento de importância significativa no quesito produção de alimentos básicos consumidos pela população nacional e exportados, sendo responsável por 84% da produção de mandioca, 67% do feijão, 49% do milho e 16% da soja produzida no país (BUENO et al., 2009). O cultivo consorciado de plantas anuais é frequente em pequenas e médias propriedades da agricultura familiar, o que tem permitido o melhor uso do solo e a maior estabilidade produtiva se comparado ao sistema solteiro (MATOS et al., 2014). Entretanto, para garantir a funcionalidade deste sistema é necessário adequar o arranjo das plantas, melhorando a captação da energia luminosa, visto que, a disponibilidade de radiação vem sendo apontada como causa do baixo rendimento das culturas nesse sistema de cultivo (DORNELLES et al., 1997).

Matos et al. (2014) avaliaram a viabilidade agrônômica do consórcio entre o pinhão manso e a soja, foi constatado que o número de grãos por planta e o rendimento final da soja foram 28% e 19,6% superior quando cultivada em sistema solteiro, indicando que ocorreu competição por água e nutrientes entre as culturas avaliadas, além disso, o sombreamento proporcionado pelo pinhão manso reduziu a disponibilidade de energia luminosa resultando em menor taxa de assimilação de carbono no sistema consorciado.

2.3.2 Sistemas Integrados

Um dos grandes desafios para o setor produtivo é minimizar os danos causado pela produção intensiva da monocultura e da elevada pressão exercida ao ambiente, que causam sérios danos ao solo, ao uso da água e a atmosfera. Tendo em vista o rápido aumento da população, o maior desafio é produzir alimentos, garantir a segurança alimentar, com recursos produtivos limitados e de maneira amigável ao meio ambiente (GAO et al., 2010; YAN et al., 2010; VERDELLI et al., 2012; SU et al., 2014).

Nesse sentido, uma das alternativas é o uso dos sistemas integrados, que tem potencial para contribuir com a sustentabilidade da produção da soja

em diferentes ambientes de implantação além de melhorar a qualidade do sistema de plantio direto e possibilitar uma diversificação e a melhoria na renda dos produtores (DEBIASI e FRANCHINI, 2012).

O sistema integrado tem sido adotado em todo o Brasil, principalmente nas regiões centro-sul, com aproximadamente 2 milhões de hectares, e fazendo uso de diversos arranjos de integração (EMBRAPA, 2015), sendo que a Integração Lavoura Pecuária e Floresta tem sido considerado como o sistema mais completo, pois agrega concomitantemente o componente agrícola, forrageiro, arbóreo e animal em uma mesma área, diferenciando apenas pelo fato de que os componentes podem ser produzidos em períodos distintos (BUZZELLO et al., 2015), otimizando a produção por unidade de área, aumentando a ciclagem de nutrientes devido ao sinergismo entre os componentes, elevando e conservando o potencial produtivo deste sistema (ALMEIDA et al., 2014).

Os sistemas integrados apresentam características próprias, como a manutenção da umidade do solo, o sombreamento e o maior fornecimento de nutrientes para as plantas (LI et al., 2007; GAO et al., 2010). Nesse aspecto, é importante ressaltar que a soja é influenciada pela condição hídrica, temperatura e sombreamento proporcionados pelo sistema integrado. O estresse relacionado a esses fatores ambientais pode resultar em danos irreversíveis à cultura, afetando diretamente a produtividade, fator limitante para a manutenção das atividades agropecuárias e a sustentabilidade do sistema de integração com a cultura (QUINTINO et al., 2013).

Estudos tem demonstrado diversas vantagens do consórcio se comparado com o cultivo de forma solteira, principalmente, ao avaliar o rendimento de grãos, constatando que o sistema é viável economicamente (GHOSH et al., 2009; REZENDE et al., 2011), isso se deve ao fato do sistema consorciado agregar culturas diferentes, em uma mesma área, promovendo uma melhor cobertura vegetal do espaço utilizado (FIDELIS et al., 2015).

Em um estudo realizado por Almeida et al. (2014) com o intuito de avaliar a produtividade de soja em cultivo integrado com o eucalipto, as plantas de soja foram amostradas conforme a distância que estavam da linha de plantio do eucalipto, considerando três posições diferentes: oeste (distante), centro (meio) e leste (próximo), foi observado que a produtividade de grãos por

hectare foi maior na posição oeste, seguida pelo centro e leste, constatando que na posição de menor radiação solar incidente ocorreu a menor produtividade. Esse resultado justifica-se pelo fato de que a extremidade em que se teve maior incidência luminosa, temperatura amena e boa condição hídrica permitiram uma maior condutância estomática possibilitando o máximo aproveitamento da radiação disponível e elevando a assimilação de dióxido de carbono no decorrer do processo fotossintético.

Yan et al. (2010) através de seu estudo avaliando o crescimento de plantas de soja sob sombreamento de milho no sistema de integração observaram que é difícil obter uma produção estável de soja com este sistema, tendo em vista que as plantas de soja crescem sobre o sombreamento do milho, fazendo com que as hastes da soja se tornem mais finas e suscetíveis ao acamamento. Mesmo assim, esses autores constataram que há uma tendência de um maior rendimento no cultivo consorciado, mesmo com o rendimento da cultura complementar, no caso a soja, substancialmente reduzido, pois o rendimento total será maior devido a melhor utilização do espaço e do tempo.

Quintino et al. (2013) ao avaliarem a influência do sombreamento causado pelo sistema de Integração Lavoura Pecuária Floresta na produtividade da soja, constataram que a restrição da intensidade de radiação fotossintética reduziu a produtividade final da soja, por interferir na fase de florescimento da cultura. Quando ocorre a comparação dos sistemas de integração lavoura pecuária e floresta (ILPF) e integração lavoura pecuária (ILP), o primeiro apresentou menor produção que o segundo, dado o sombreamento exercido pelas árvores, este fato pode ser explicado pela menor intensidade de radiação fotossinteticamente ativa em uma das fases críticas do desenvolvimento da soja que é o início do florescimento, este acontecimento influenciou principalmente no pegamento das vagens resultando em menor número de vagens por planta no momento da colheita.

Fidelis et al. (2015), avaliaram o desempenho agrônomico de soja solteira e em consórcio com sorgo e pinhão manso. Os autores concluíram que o sistema consorciado promoveu o estiolamento das plantas de soja e menores produções de massa seca total, de flores, de vagens, de grãos e consequentemente, produtividade 40% menor, isso ocorreu devido ao

excessivo sombreamento causado pelas plantas de sorgo e pinhão manso sobre a soja, afetando o desenvolvimento da cultura.

Em estudo conduzido por Gao et al. (2010) para investigar a eficiência da distribuição e uso da radiação fotossinteticamente ativa (PAR) em sistema consorciado de milho e soja, foi possível concluir através deste sistema, que ao se cultivar em uma mesma área plantas de portes diferentes o rendimento final será afetado, pois a interceptação da radiação varia de acordo com a distribuição da luz no dossel. Portanto, a cultura do milho obteve maior rendimento 15% maior se comparada ao rendimento da soja, pois a cultura de maior porte interceptou mais luz, enquanto que a soja foi afetada pelo sombreamento causado pelo milho.

Verdelli et al. (2012) ao comparar a taxa de crescimento, interceptação da radiação e componentes de rendimento de cultivo consorciado de milho e soja com o cultivo solteiro destas culturas, concluíram que quando consorciado, a soja tem seu rendimento inferior ao solteiro, sendo que o principal componente afetado é o número de grãos por área. Mas o milho tem seu rendimento aumentado em 17% quando consorciado com a soja devido ao aumento da interceptação de radiação que permitiu um aumento na taxa de crescimento da cultura principalmente em torno do período crítico, aumentando assim a partição de matéria seca para os grãos.

2.4 ASPECTOS AMBIENTAIS

As mudanças climáticas têm sido apontadas como um dos principais desafios do século XXI. Pesquisas realizadas são unânimes ao destacar que as mudanças climáticas causarão impacto líquido negativo para o país em médio e longo prazo (SIQUEIRA et al., 1994; SANGHI et al., 1997; NOBRE et al., 2005; ÁVILA et al., 2006; FÉRES et al., 2008; PINTO e ASSAD, 2008; CUNHA et al., 2013; OLIVEIRA e TAVARES, 2017).

Na cultura da soja as variáveis que estão diretamente relacionadas com o desenvolvimento e rendimento das plantas são disponibilidade hídrica, temperatura, luminosidade e fotoperíodo (BERLATO et al., 1992). Assim, o rendimento dos grãos torna-se extremamente sensível aos fatores climáticos (OLIVEIRA e TAVARES, 2017).

Para obter elevada produtividade da soja são necessárias condições ambientais adequadas (FLORA et al., 2014). Em condições climáticas adversas pode ocorrer o abortamento de estruturas reprodutivas conforme o estágio de desenvolvimento acometido pelo estresse, pois limitam a divisão e o alongamento celular ou causam o decréscimo do acúmulo de matéria seca nas plantas (FIOREZE et al., 2013).

2.4.1 Exigência hídrica

Dada a importância econômica da soja, no contexto social e econômico, a ocorrência de desordem ambiental como deficiência hídrica é capaz de causar grandes perdas de produtividade (KRON et al., 2008). A falta de água diminui grandemente a taxa fotossintética da cultura (CHAVES et al., 2002), sendo que o fechamento estomático é o principal fator para a redução da fotossíntese (SANTOS et al., 2006).

A exigência hídrica é de extrema importância em duas principais fases, a que compreende o período da germinação a emergência das sementes e entre o florescimento e o enchimento das vagens. Caso ocorra déficit hídrico nestes momentos o rendimento final da cultura será afetado negativamente (DOSS e THURLOW, 1974; CÂMARA, 2000).

Kuss (2006) indica que a ocorrência de estiagens os veranicos em períodos críticos de maior necessidade hídrica, como da floração a maturação fisiológica de grãos, podem interferir no rendimento, pois a demanda hídrica da soja nesta fase corresponde a 7,5 mm/dia.

A soja pode ser considerada uma cultura que tolera determinados níveis de estresses ambientais, visto que grande parte das cultivares utilizadas tem o hábito de crescimento indeterminado, assim o florescimento ocorre por um longo período, permitindo que períodos curtos de seca não influenciem grandemente no rendimento, já que haverá a produção flores mais tardiamente (KRON et al., 2008). Mas considerando as variações do clima no decorrer do desenvolvimento da cultura Franke (2000) constatou que a soja exige durante seu ciclo uma demanda hídrica de 450 a 850 mm, para assim obter produtividade considerável.

Se o déficit hídrico perdurar por um longo período, o rendimento da cultura será afetado, pois todo o metabolismo da planta será comprometido, com frequência os principais efeitos são: encurtamento dos internódios, diminuindo a altura das plantas e reduzindo a taxa de crescimento relativo, a área foliar e a assimilação líquida referente à eficiência fotossintética (CONFALONE et al., 1998; DESCLAUX et al., 2000).

2.4.2 Temperatura

Um dos fatores ambientais mais importantes para a elevada produtividade das espécies vegetais é a temperatura a soja é adaptada a temperatura média de 25°C. Seu florescimento ocorre apenas em temperaturas superior a 13°C, em temperaturas superiores a 30°C, pode provocar redução na emergência das plântulas, nodulações e baixa atividade fotossintética, além do abortamento de flores e vagens e a aceleração da maturação nessas condições. Abaixo de 20°C a emergência e o desenvolvimento vegetativo podem ser diminuídos (MONDINI et al., 2001, EMBRAPA, 2011).

Através de estudo realizado por Rodrigues et al. (2001) para quantificar o efeito do fotoperíodo e da temperatura na duração do período de florescimento da soja, houve um efeito inibitório no desenvolvimento dos órgãos reprodutivos de algumas cultivares de soja em condição de fotoperíodos longos e baixa temperatura. A temperatura ideal para indução floral foi entre 21 e 27°C a noite, sendo que teve aumento do fotoperíodo numa taxa de 16 min a cada °C elevado e da mesma forma a temperatura basal alterou numa taxa de 3,4°C a cada hora de aumento no fotoperíodo.

2.4.3 Fotoperíodo

A soja é uma planta sensível ao fotoperíodo, modificando seu comportamento conforme varia a duração do dia. Cada cultivar possui um fotoperíodo crítico, assim tem seu desenvolvimento vegetativo ocorrendo de forma adequada até que o comprimento do dia atinja determinado valor (MONDINI et al., 2001). O fotoperíodo crítico é aquele suficiente para induzir o florescimento nas plantas (TECNOLOGIAS, 2008).

As plantas não florescem quando estão no período juvenil, sendo esse período uma característica específica de cada cultivar, isso ocorre independente do fotoperíodo, pois as plantas ainda não têm capacidade de desencadear o florescimento. Quando encerra o período juvenil, e se atinge o fotoperíodo crítico, ocorre a combinação de hormônios endógenos que produzem modificações bioquímicas nas células meristemáticas das gemas axilares, estas passam a se multiplicar e se diferenciar em primórdios florais (CÂMARA e HEIFFIG, 2000).

O período de florescimento da planta de soja é de extrema importância para o rendimento de grãos, pois está diretamente relacionado ao balanço entre o crescimento vegetativo e o crescimento reprodutivo. Sendo que, o que se espera de uma planta de soja é que quando atinja a fase de florescimento, tenha o desenvolvimento da parte aérea (caule, ramos e folhas) suficientes para gerar o maior número de vagens capazes de produzir grãos (MUNDSTOCK e THOMAS, 2005).

Quando a soja é semeada tardiamente, ocorre a antecipação do florescimento, devido o encurtamento do fotoperíodo, assim reduzem o ciclo de desenvolvimento (PEDERSEN e LAUER, 2004; VENTUROSO et al.; 2009). O florescimento precoce, força as plantas a atingirem o período reprodutivo com menor índice de área foliar, reduzindo a eficiência da planta na produção de fotoassimilados, afetando diretamente a produção de vagens, grãos e conseqüentemente a produtividade (EGLI, 2010).

Han et al. (2006) verificaram que o fotoperíodo é o principal fator ambiental que regula o crescimento no pós-florescimento de plantas de soja. Observaram também que o fotoperíodo mais curto após a floração reduz o crescimento e o desenvolvimento da cultura.

A soja é uma planta de dias curtos, assim sua floração é induzida quando o fotoperíodo é menor que um comprimento crítico. O fotoperíodo crítico é constante em uma mesma cultivar, deste modo as plantas alteram seu crescimento e desenvolvimento quando semeadas em latitudes diferentes da qual está adaptada, ou até mesmo em época de semeadura diferente da recomendada. Porém, as exigências fotoperiódicas de uma cultivar estão extremamente relacionadas as necessidades térmicas. Assim, cultivares que

apresentam fotoperíodo crítico mais curto (ciclos tardios), precisam maior quantidade de somas térmicas (COSTA, 1996).

Grande parte da área mundial cultivada com soja está localizada em latitudes maiores que 30°, onde tem-se a condição de clima temperado. Neste contexto o Brasil é uma exceção, visto a expansão deste cultivo nas últimas décadas no cerrado brasileiro. Esta expansão só ocorreu devido o desenvolvimento de cultivares melhoradas e adaptadas a regiões de baixa latitude (ALMEIDA et al., 1999).

As cultivares convencionais, na grande maioria, são muito sensíveis a mudanças entre latitudes ou datas de semeadura devido a respostas as variações no fotoperíodo, assim quando ocorre o cultivo destas cultivares em regiões tropicais, os fotoperíodos mais curtos durante a estação de crescimento da soja reduzem o período vegetativo (florescimento precoce) e causam reduções na produtividade e no porte das plantas (HARTWIG e KIIHL, 1979).

Cultivares adaptadas ao cultivo em regiões equatoriais tem como característica agrônômica muito marcante a melhor adaptação às condições edafo-climáticas dos trópicos. Esta característica é conhecida como período juvenil longo, que foi a solução encontrada por melhoristas de soja para retardar o florescimento em condições de dias curtos. O fator básico a ser considerado no melhoramento de cultivares menos sensíveis às variações de data de semeadura e com adaptação em faixas de latitudes mais baixas é o porte das plantas. Com esta característica durante a fase juvenil, a soja não é induzida a florescer mesmo quando submetida a fotoperíodo indutivo bem curto, permitindo assim maior crescimento vegetativo (ALMEIDA et al., 1999).

2.4.4 Luminosidade

Uma importante condição do ambiente capaz de interferir nos caracteres quantitativos das plantas é a radiação solar (MELGES et al., 1989). Vários autores consideram a radiação como o principal fator limitante da produção das culturas além de ser de suma importância para a sobrevivência das plantas (OKAFOR e DATTA, 1976; HARPER, 1977; RANSOM e OELKE, 1982; CASTRO e GARCIA, 1996; GAO et al., 2010; SU et al., 2014).

Para que as plantas consigam expressar seu potencial produtivo é necessário que detenham a melhor eficiência na interceptação e no uso da luminosidade disponível no ambiente (BUZZELLO et al., 2015), garantindo elevadas produtividades, pois as plantas necessitam de adequado acúmulo de matéria seca durante as fases de seu desenvolvimento (WELLS, 1993).

A radiação está relacionada ao processo de fotossíntese realizado pelas plantas, que corresponde à obtenção de energia metabólica para o seu crescimento e desenvolvimento através da transformação do CO₂ atmosférico. Para este processo ocorrer é necessária energia que deve ser obtida através da radiação (CASTRO e GARCIA, 1996; CASAROLI et al., 2007).

O produto obtido da fotossíntese é importante fonte para os drenos das plantas. Esses fotoassimilados são translocados via floema para os órgãos, conforme o estágio de desenvolvimento. No estágio vegetativo, o floema direciona tais compostos para as raízes, folhas e gemas vegetativas; no estágio reprodutivo, principalmente para as flores, vagens e grãos (CÂMARA, 2000).

A soja é classificada como planta C₃, ou seja, fixa CO₂ atmosférico via ciclo C₃, tornando-a menos eficiente no uso da radiação solar. A medida que aumenta a intensidade luminosa, aumenta a fotossíntese, até atingir um ponto de saturação. Observa-se que as plantas com metabolismo C₄ se saturam a intensidades luminosas mais altas que as C₃, indicando que a enzima responsável pela captação de CO₂ nas C₄ é mais eficiente na sua atividade, podendo ir a intensidade luminosas mais altas sem saturação (ROSOLEM, 2006.; CASAROLI et al., 2007).

Caso a incidência luminosa seja abaixo de seu ponto de compensação, as plantas tendem a respirar mais, eliminando o CO₂ que seria utilizado para a produção de fotoassimilados. Assim, haverá modificações morfológicas nas plantas como alteração da espessura foliar, emissão de novos ramos e aumento do comprimento dos entrenós, influenciando na estatura da planta (BIANCHI et al., 2006; ROSOLEM, 2006).

Observa-se que a não ocorrência de sombreamento durante o desenvolvimento da soja corresponde a uma condição favorável para a realização da fotossíntese, aumentando o nível de fotoassimilados produzidos e garantindo o desenvolvimento de estruturas reprodutivas, assim como o

enchimento de grãos, dependendo do estágio de desenvolvimento em que se encontram, resultando em maior produtividade ao final do ciclo (CAMARA, 2009).

Pereira et al. (2002) registrou em seu estudo que a taxa fotossintética da soja aumentou conforme ocorreu a transição do estágio vegetativo para o reprodutivo, atingindo o seu valor máximo na fase de enchimento de grãos. Esse período corresponde à fase de maior demanda por fotoassimilados, sendo responsável pelo direcionamento dos compostos aos drenos principais. Shibles e Weber (1966) e Pereira et al. (2002), concluíram que é necessária uma maior eficácia no uso da radiação principalmente no período de enchimento de grãos, o que influencia no rendimento da cultura.

O excesso de radiação pode levar à saturação luminosa, influenciando na eficiência do uso da luminosidade (JIANG et al., 2004). Nesta condição ocorre o aumento da temperatura da planta, o que acelera o processo respiratório. Quando o processo de respiração é maior que o fluxo hídrico haverá o fechamento estomático, o que interfere diretamente no processo de transpiração e fotossíntese (SINGH et al., 1974; CASAROLI et al., 2007).

A ocorrência de períodos nebulosos durante o desenvolvimento das culturas pode reduzir o rendimento dos grãos, além de efeitos significativos sobre as características morfológicas e fisiológicas visto que, as plantas alteram suas características fotossintéticas para garantir sua sobrevivência nos vários ambientes, pois os processos fotossintéticos são muito sensíveis à condição de sombra (KURUPPUARACHCHI, 1990; REYNOLDS et al., 2007; ZHANG et al., 2008; CHENG e FLEMING, 2009; DAI et al., 2009; PENG et al., 2009; GHANBARI et al., 2010; HUANG et al., 2011).

Su et al. (2014) ao avaliarem a plasticidade morfológica, parâmetros fotossintéticos e o rendimento final da soja cultivada na entrelinha do cultivo de milho, observaram que a condição de sombra implicou em redução da fotossíntese líquida devido a deficiência de energia para assimilação do carbono e na diminuição do rendimento de grãos relacionado a reduções significativas no número de sementes por vagem.

Melges et al. (1989) ao submeterem plantas de soja às condições luminosas que proporcionaram 30%, 50%, 70% e 100% de sombreamento, observaram menor acúmulo de massa verde, de assimilação líquida da

fotossíntese, maior estatura devido ao estiolamento, fato que favoreceu o acamamento e retardamento na maturação em condições acima de 50% de sombreamento.

A produtividade da soja em plantas submetidas a baixa incidência luminosa é reduzida devido a menor produção de vagens por planta e pelo acamamento, além do abortamento de flores e de vagens que ocorre por consequência dos baixos teores de açúcares nas folhas como consequência da ineficiência fotossintética, além de outras mudanças no metabolismo (MELGES et al., 1989).

Através do estudo realizado por Purcell et al. (2002), cujo objetivo foi avaliar a eficiência no uso da radiação e a produção de biomassa na cultura da soja, verificou-se um decréscimo na eficiência no uso da radiação com o aumento do sombreamento, sendo que esta condição favoreceu o abortamento de vagem influenciando a produtividade final.

Fioreze et al. (2013) avaliaram a produtividade de soja submetida ao déficit luminoso e hídrico, observaram uma diminuição no número de vagens, número de grãos e na massa de grãos, como reflexo da ineficiência fotossintética realizada por plantas em condições de baixa luminosidade na fase do florescimento.

Buzzello et al. (2015) ao avaliarem a competição de cultivares de soja em ambiente com e sem sombreamento em área de Sistema Integrado de Produção Agropecuária (SIPA), observaram que os caracteres diâmetro do caule e número de nós no caule exerceram forte influência sobre o rendimento da cultura, em função da alteração qualitativa e quantitativa da radiação solar incidente que causou imediato estiolamento nas plantas, ou seja, excessivo crescimento longitudinal em plantas cultivadas sob sombreamento de 50% e 100%.

Castro e Garcia (1996) ao avaliarem a competição entre plantas com ênfase no recurso luz, constataram que o efeito da competição no desenvolvimento das plantas varia, pois, os resultados dependem do estágio de desenvolvimento no qual as plantas se encontram, sendo que plantas em desenvolvimento se adaptam mais facilmente as diferentes condições luminosas se comparadas com plantas adultas.

Na safra 2009/2010, as condições climáticas prejudicaram a produção de grãos, pois a nebulosidade em excesso reduziu a produção de grãos, pois a radiação solar disponível foi insuficiente para a realização plena dos processos fotossintéticos (MOREIRA, 2009).

Sem insolação adequada, a planta pode produzir menos que o potencial, pois ocorre a redução das taxas fotossintéticas, o que é capaz de impactar negativamente na granação e conseqüentemente na produtividade das lavouras (MANO e GOMES, 2018)

Segundo EMBRAPA (2015) o excesso de chuvas na região Centro-Oeste atrapalhou o desenvolvimento da soja, que apesar de ser uma espécie que realiza fotossíntese via C3, ela também é dependente de luminosidade adequada para realização deste processo e produção de biomassa. Na safra 2015/2016 as plantas apresentaram crescimento vegetativo menos vigoroso, devido a restrição luminosa causada pela alta nebulosidade e excesso de chuva.

No ano de 2015 o excesso de chuva e nebulosidade no Mato Grosso do Sul causou graves problemas na safra da soja. Ocorreu o amarelecimento das folhas e prejuízo ao florescimento, levando posteriormente ao abortamento das vagens e menor rendimento da cultura (AGROCLIMA, 2015).

Segundo EMBRAPA (2018) as lavouras de soja foram prejudicadas na safra 2017/2018 pelo excesso de chuva e nebulosidade, isto ocorreu na região Sul e Centro-Oeste do país. Em algumas localidades desde o mês de setembro de 2017 até fevereiro de 2018 a radiação solar incidente foi abaixo do normal. O quando a baixa luminosidade ocorre na fase de formação das vagens e enchimento de grãos, a consequência é o abortamento de vagens, especialmente as pequenas, assim como o menor enchimento dos grãos e produtividade que pode diminuir entre 17% e 26%.

3 CAPÍTULO 1

COMPONENTES MORFOLÓGICOS E DE RENDIMENTO DA SOJA (CV. TMG 7262 RR) EM CONDIÇÃO DE SOMBREAMENTO ARTIFICIAL

RESUMO

A radiação solar é um fator ambiental com capacidade de alterar características quantitativas na cultura da soja. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do estresse por sombreamento artificial, determinando o estágio em que a cultura da soja (CV. TMG 7262 RR) apresenta maior sensibilidade ao sombreamento. Foram avaliadas as características morfológicas, de rendimento e a produtividade da cultura. O experimento foi conduzido em uma área localizada na comunidade de Rio Verde, pertencente ao município de Flor da Serra do Sul, região sudoeste do Estado do Paraná, utilizando a cultivar TMG 7262 RR que é amplamente utilizada nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país, as sementes possuem tecnologia INOX™ e Roundup Ready™, apresenta resistência a ferrugem asiática, suas plantas tem hábito de crescimento semi-determinado com ciclo estimado de 117 a 126 dias. O experimento contou com 6 tratamentos, constituídos pelo momento do sombreamento na cultura da soja, que foram avaliados em delineamento inteiramente casualizado com 3 repetições, e a ausência de sombreamento (controle) com 15 repetições, totalizando 30 parcelas. As variáveis analisadas foram massa seca da parte aérea, comprimento do caule, número de nós por planta, número de ramos por planta, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade. Os resultados mostraram que o sombreamento influenciou as médias de todos os componentes. Plantas sombreadas a partir de V7 apresentaram as menores médias, exceto para a massa de 100 grãos, Sombreamento a partir de R7 não afetou os componentes avaliados e o componente número de vagens por planta foi o componente de rendimento mais afetado pelo sombreamento.

Palavras-chave: *Glycine max* L., radiação solar, produtividade.

MORPHOLOGICAL COMPONENTS AND SOYBEAN YIELD, CV. TMG 7262 RR IN CONDITION OF ARTIFICIAL SHADING

ABSTRACT

Solar radiation is an environmental factor capable of changing quantitative characteristics in the soybean crop. The objective of this work was to evaluate the effects of stress by artificial shading, determining the stage in

which the soybean crop (CV. TMG 7262 RR) shows a greater sensitivity to shading. Morphological characteristics, yield and yield of the crop were evaluated. The experiment was carried out in an area located in the community of Rio Verde, in the municipality of Flor da Serra do Sul, southwestern region of the State of Paraná, using the cultivar TMG 7262 RR, which is widely used in the South, Southeast and Midwest regions of the country, the seeds have INOX™ technology and Roundup Ready™, presents resistance to Asian rust, their plants have a habit of semi-determined growth with estimated cycle of 117 to 126 days. The experiment consisted of 6 treatments, consisting of the shade moment in the soybean crop, which were evaluated in a completely randomized design with 3 replicates, and the absence of shading (control) with 15 replications, totaling 30 plots. The analyzed variables were shoot dry mass, stem length, number of nodes per plant, number of branches per plant, number of pods per plant, number of grains per pod, mass of 100 grains and productivity. The results showed that the shading influenced the averages of all the components. Plants shaded from V7 showed the lowest averages, except for the mass of 100 grains. Shading from R7 did not affect the evaluated components and the number of pods per plant was the component of yield most affected by shading.

Keys-words: *Glycine max* L., solar radiation, yield.

3.1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.), varia seu comportamento de acordo com as características genéticas, intrínsecas de cada cultivar, sendo influenciadas pelo manejo adotado na lavoura bem como pelas condições ambientais, como disponibilidade hídrica, temperatura, luminosidade e fotoperíodo (MATEUS e SILVA, 2013). A fim de maximizar o seu potencial produtivo é fundamental conhecer o comportamento das cultivares de acordo com o ambiente e o manejo adotado.

Para obter uma alta produtividade é necessário ter a disposição cultivares de elevada qualidade, que garantam um bom desenvolvimento através de uma boa formação de componentes morfológicos e de rendimento. Sendo necessário que as condições do ambiente, juntamente com as práticas culturais sejam coerentes com a necessidade da cultura (COSTA e SILVA, 2008). Algumas características podem ser alteradas em condições adversas, como os componentes de rendimento (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa do grão) (MUNDSTOCK e THOMAS, 2005), assim como os componentes morfológicos (ROCHA et al., 2014).

Um dos grandes desafios do século XXI são as mudanças climáticas, pois trazem consigo a possibilidade de danos irreversíveis aos ecossistemas, além de reduzir o potencial de produção agrícola (CUNHA et al., 2013). Estudos que analisaram a agricultura brasileira são unânimes em afirmar que estas mudanças climáticas causarão impactos irreversíveis a economia do país em médio e longo prazo (SIQUEIRA et al., 1994; SANGHI et al., 1997; NOBRE et al., 2005; ÁVILA et al., 2006; FÉRES et al., 2008; PINTO e ASSAD, 2008; CUNHA et al., 2013; OLIVEIRA e TAVARES, 2017).

A radiação solar é um fator limitante da produção, além de ser de suma importância para a sobrevivência das plantas por estar relacionado ao processo de fotossíntese, é capaz de interferir nos caracteres quantitativos das plantas, afetando o potencial genético da produção (OKAFOR e DATTA, 1976; HARPER, 1977; RANSON e OELKE, 1982; MELGES et al., 1989; CASTRO e GARCIA, 1996; GAO et al., 2010; SU et al., 2014).

A ocorrência de períodos de sombreamento durante o desenvolvimento das culturas pode reduzir o rendimento dos grãos (KURUPPUARACHCHI, 1990; REYNOLDS et al., 2007; PENG et al., 2009), e afetar as características morfológicas e fisiológicas (ZHANG et al., 2008; GHANBARI et al., 2010). As plantas alteram suas características fotossintéticas para garantir sua sobrevivência nos vários ambientes (CHENG e FLEMING, 2009; HUANG et al., 2011), pois os processos fotossintéticos são muito sensíveis à condição de sombra (DAI et al., 2009; HUANG et al., 2011).

Período com excesso de chuva e nebulosidade vem ocorrendo em maior frequência no Brasil. As safras 2009/2010, 2014/2015 e 2017/2018 estas condições prejudicaram a produtividade da cultura. Quando as plantas são submetidas a longos períodos nublados, ocorre uma limitação drástica de luminosidade às plantas, assim todo processo fotossintético será influenciado, afetando o pegamento e formação das vagens, bem como o enchimento dos grãos (MOREIRA, 2009; AGROCLIMA, 2015; EMBRAPA, 2015; EMBRAPA, 2018; MANO e GOMES, 2018).

Bianchi et al. (2006) concluíram que caso a incidência luminosa seja abaixo do ponto de compensação haverá modificações morfológicas nas plantas como alteração da espessura foliar, emissão de novos ramos e comprimento dos entrenós, influenciando a estatura da planta. Complementar a

este estudo Câmara (2009) observou quando as plantas de soja tiveram o desenvolvimento em uma condição favorável para realização da fotossíntese, ou seja, sem sombreamento excessivo, houve melhor desenvolvimento das estruturas reprodutivas, assim como o enchimento de grãos, resultando em maior produtividade.

Su et al. (2014) ao avaliarem a plasticidade morfológica, parâmetros fotossintéticos e o rendimento final de soja, concluíram que a condição de sombra, implicou na diminuição do rendimento de grãos, relacionado a redução significativa no número de grãos por vagem isso devido a deficiência de energia para a assimilação do carbono.

Buzzello et al. (2015) ao avaliarem a competição de cultivares de soja em ambiente com e sem sombreamento em área de Sistema Integrado de Produção Agropecuária (SIPA), observaram que caracteres como diâmetro do caule e número de nós no caule foram alterados devido a alteração da radiação solar incidente de 50% e 70%, causando um expressivo estiolamento das plantas. Fioreze et al. (2013) em estudo realizado para avaliar o rendimento de soja submetido a déficit luminoso, constataram que esta condição na fase do florescimento ocasiona uma diminuição na massa e no número de vagens e grãos.

A nova tendência dos SIPAs é a incorporação de árvores nos sistemas caracterizando assim o SILPF (sistemas integrados de lavoura-pecuária-floresta) (MACEDO et al., 2010). Dentre as espécies agrícolas utilizadas nestes sistemas com árvores encontra-se a soja, pois além de sua expressiva importância no setor produtivo e econômico, é detentora de uma grande plasticidade morfológica (BALBINO et al., 2011).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi analisar os efeitos do estresse por sombreamento artificial na cultura da soja (CV. TMG 7262 RR) e determinar a partir do estágio V7 o efeito do sombreamento nos diferentes estádios, através da avaliação dos componentes morfológicos, de rendimento e de produtividade da cultura.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma área localizada na comunidade de Rio Verde, pertencente ao município de Flor da Serra do Sul, região sudoeste do Estado do Paraná, com coordenadas geográficas 26°14'58.44" S e 53°12'48.81" W e altitude de 700 m.a.n.m. O solo da área experimental é classificado como Nitossolo (ITCG, 2008). Os solos pertencentes a esta classe, em sua maioria são profundos, bem drenados e de coloração variando de vermelho a brunada, apresentando textura argilosa a muito argilosa, seu desenvolvimento é originário de rochas basálticas (EMBRAPA, 2006).

O Relevo é considerado suave ondulado, com declividade de 0-10% apresentando um elevado potencial para uso agrícola (IBGE, 2011). Foi realizada análise de solo na profundidade de 0 a 20 cm. A amostra de solo foi encaminhada para o Laboratório de Solos do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região pertence a classe Cfb (OMETTO, 1981), considerado temperado úmido com verão ameno, sem estação seca definida. A região apresenta temperatura média no mês mais quente de 22°C e precipitação média variando de 1.100 a 2.000 milímetros por ano, com possibilidade de ocorrer geada durante o inverno (BRASIL, 2016).

O experimento foi instalado em área cultivada sob sistema de plantio direto na palha, tendo o consórcio de aveia preta (*Avena strigosa*) e azevém (*Lolium perenne* ssp. *multiflorum*) como culturas antecessoras.

As sementes utilizadas foram da cultivar TMG 7262 RR, com crescimento do tipo semi-determinado, pertencem ao grupo de maturação 6.2, com ciclo total de 117 a 126 dias, a produtividade estimada varia de 69 a 80 sacas por hectare, seu cultivo é adaptado as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Esta cultivar possui a tecnologia INOX™ e Roundup Ready™ apresentando resistência a infecção da doença de *Phakopsora pachyrhizi* e ao herbicida glyphosate, além de resistência as doenças do cancro da haste (*Diaporthe phaseolorum* f. sp. *meridionalis*), mancha olho de rã (*Cercospora sojina*), pústula bacteriana (*Xanthomonas axonopodis*), moderada resistência

ao oídio (*Erysiphe diffusa*) e mancha alvo (*Corynespora cassiicola*), suscetibilidade a nematoides e tolerância ao acamamento (TMG, 2017).

As sementes foram tratadas industrialmente com o inseticida clorantraniliprole (31,25 g de ingrediente ativo para cada 50 kg de sementes), o fungicida carbendazim+tiram (15 + 45 g de ingrediente ativo para cada 50 kg de sementes) e com os micronutrientes molibdênio (30 g.50 kg⁻¹ de sementes) e cobalto (3 g.50 kg⁻¹ de sementes) com a intenção de auxiliar na fixação de nitrogênio atmosférico e inoculadas com estirpes específicas de *Bradyrhizobium japonicum* (100 mL 50 kg⁻¹ de sementes).

A semeadura foi realizada no dia 28 de outubro de 2015, dentro do período estipulado pelo zoneamento agrícola para a semeadura da soja na região. Foi utilizado uma semeadora de plantio direto Semeato®, modelo PAR-3600, que apresenta mecanismo sulcador do tipo guilhotina, com nove linhas de semeadura, espaçadas entre si de 45 cm. A semeadora foi regulada para distribuir 12 sementes por metro a 3 cm da superfície do solo, totalizando uma densidade de 266.666 sementes por hectare.

A adubação foi realizada seguindo as recomendações presentes no Manual de Adubação e Calagem (CQFS – RS/SC, 2004) na forma de reposição. Juntamente com a semeadura, foi aplicado na linha 46 kg ha⁻¹ de P₂O₅ de produto comercial Top Phos® que fornece fósforo, cálcio e enxofre nos níveis 22%, 17% e 5%, respectivamente. O potássio foi aplicado a lanço 20 dias após a semeadura na dose de 88 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio que fornece 60% de potássio.

O controle de plantas daninhas e dessecação das plantas antecessoras à semeadura foram realizados pela utilização do herbicida paraquat + diuron (400 + 200 g ha⁻¹ de i.a) associado ao uso de adjuvante (25 mL.100 L⁻¹ de água) 30 dias antes da semeadura. Após 15 dias da semeadura aplicou-se o herbicida glyphosate (1,5 L.ha⁻¹) associado ao uso do adjuvante (100 mL/100 L água) para controlar as plantas invasoras na área experimental.

Foi realizada a primeira aplicação preventiva do fungicida trifloxistrobina+protioconazol (60 + 70 g.ha⁻¹ de i.a) com adjuvante (500 mL.ha⁻¹) e do inseticida teflubenzurom (7,5 g.ha⁻¹ de i.a) para controle da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*), 20 dias após a semeadura. A segunda aplicação de fungicida ocorreu 50 dias após a semeadura com

trifloxistrobina+ciproconazol (75 + 32 g.ha⁻¹ de i.a) com adjuvante (500 mL.ha⁻¹) e o inseticida tiametoxam+lambdacialotrina (35,25 + 26,5 g.ha⁻¹ de i.a) para controlar os percevejos e a mosca branca (*Bemisia tabaci*).

Para avaliar o efeito do sombreamento em plantas de soja, foi adicionado tela de sombreamento com 50% de restrição luminosa, de coloração preta. Esta tela foi inserida com o decorrer do desenvolvimento das plantas, a partir do momento em que as plantas atingiram cada um dos 5 estádios de desenvolvimento pré-determinados (V7, R1, R3, R5 e R7) e permaneceram até estágio R8 (TABELA 2).

TABELA 2 - TRATAMENTOS UTILIZADOS PARA AVALIAR OS COMPONENTES MORFOLÓGICOS E DE RENDIMENTO DA SOJA (CV. TMG 7262 RR), EM CONDIÇÃO DE SOMBREAMENTO ARTIFICIAL, FLOR DA SERRA DO SUL, 2016.

Tratamentos	Momento sombreamento
V7(sétimo nó)	40 DAE*
R1 (início de florescimento)	47 DAE
R3 (início da formação de vagens)	71 DAE
R5 (início do enchimento das sementes)	85 DAE
R7 (início da maturação fisiológica)	117 DAE
SS (Sem sombreamento)	-----

* Dias após emergência

O experimento contou com 6 tratamentos, os 5 constituídos pelo momento do sombreamento foram avaliados no delineamento inteiramente casualizado com 3 repetições, e o controle (ausência de sombreamento) com 15 repetições, totalizando 30 parcelas.

Cada parcela foi constituída por 6 linhas espaçadas 45 cm entre si e com 4 m de comprimento, resultando em uma área total de 10,8 m². Foi desconsiderado 30 cm das cabeceiras, com a intenção de diminuir a interação entre parcelas experimentais e/ou com o ambiente externo, resultando em área útil de 9,18 m². As telas de sombreamento foram colocadas nas parcelas experimentais a 1,2 m de altura do solo, cobrindo a face superior e 50 cm das laterais.

Para determinar os componentes morfológicos, de rendimento e da produtividade, foi realizada a coleta do material no dia 13/03/2016, quando as plantas atingiram estágio de maturação plena (R8), ou seja, no momento em

que pelo menos 50% da população de plantas apresentou a característica descrita para este estágio na escala de Fehr e Caviness (1977).

Para a determinação dos componentes morfológicos e de rendimento foram coletadas de forma aleatória descartando um metro da extremidade inferior e superior da segunda linha, posicionada a uma linha do início da parcela experimental, totalizando uma retirada de 30 plantas por estágio (tratamento) em que se adicionou a tela de sombreamento e 150 plantas para o tratamento sem sombreamento (controle).

O material coletado foi submetido à contagem e separação de seus componentes. Todo material foi embalado e encaminhado ao Laboratório de Fitotecnia e Fitosanitarismo da UFPR, secado em estufa a 65°C por 48h ou até massa constante e posteriormente pesado em balança de precisão para a obtenção da massa seca de todos os componentes.

Para a obtenção dos componentes morfológicos massa seca da parte aérea (MSPA), comprimento do caule (CC), número de nós no caule por planta (NNP) e número de ramos por planta (NRP) foi mensurado o comprimento do caule (distância do colo da planta até o último nó), o número de nós no caule, o número de ramos, bem como a massa seca do caule, das folhas, dos ramos, das vagens e dos grãos.

Para os componentes de rendimento, número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV) foi determinado, o número de vagens nos ramos, o número de vagens no caule, o número de grão nos ramos e o número de grãos no caule.

Para obter a produtividade da cultura (PROD) (kg ha^{-1}) realizou-se a colheita e trilha manual de 2,7 m^2 que equivale a duas linhas no espaçamento 45 cm, descontando-se a bordadura de 50 cm em cada extremidade das fileiras. Após pesagem desta massa colhida foi separado quatro amostras de 100 grãos para determinar a massa de 100 grãos (g). O número de grãos por vagem (NGV) foi obtido dividindo o número de grãos obtido por planta (NGP) pelo número de vagens por planta (NVP).

Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK) a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa R.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Componentes Morfológicos

Constatou-se diferença significativa entre os tratamentos para os componentes morfológicos: massa seca da parte aérea (MSPA), comprimento do caule (CC), número de nós por planta (NNP) e número de ramos por planta (NRP) (TABELA 3).

TABELA 3 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA OS COMPONENTES MASSA SECA DA PARTE AÉREA (MSPA), COMPRIMENTO DO CAULE (CC), NÚMERO DE NÓS POR PLANTA (NNP) DA SOJA (CV. TMG 7262 RR), FLOR DA SERRA DO SUL - PARANÁ, 2016.

FV	GL	Quadrado Médio		
		MSPA	CC	NNP
Tratamento	5	45,71*	289,01*	14,40*
Resíduo	24	3,11	15,46	0,34
Média Geral		10,10	98,40	18,83
CV%		17,46	4,00	3,08

*Significativo a 5% de probabilidade de acordo com o teste F.

De modo geral, ao observar as médias dos caracteres morfológicos em resposta aos tratamentos verifica-se que o efeito do sombreamento foi menos prejudicial quanto mais tardiamente ocorreu o sombreamento, pois as médias dos tratamentos R5 e R7 para os caracteres avaliados se assemelharam as médias do tratamento sem sombreamento (SS) (TABELA 4). Pereira (2002) em seu estudo obteve resultado semelhante, onde justificou devido a taxa fotossintética da soja aumentar conforme ocorre a transição do estágio vegetativo para o reprodutivo, atingindo seu valor máximo na fase de enchimento de grãos. Assim quanto mais tardar a ocorrência de períodos de sombreamento, menor será a influência no desenvolvimento das plantas.

TABELA 4 - MÉDIAS DOS TRATAMENTOS PARA OS COMPONENTES MORFOLÓGICOS: MASSA SECA DA PARTE AÉREA (MSPA), COMPRIMENTO DO CAULE (CC) E NÚMERO DE NÓS POR PLANTA (NNP) NOS TRATAMENTOS, FLOR DA SERRA DO SUL - PARANÁ, 2016.

Tratamentos	MSPA (g/planta)		CC (cm)		NNP	
V7	4,75	d*	78,93	c	14,80	c
R1	5,85	cd	107,33	a	17,60	b
R3	8,26	bc	97,80	b	18,13	b
R5	9,32	ab	100,83	ab	19,07	a
R7	11,32	ab	101,67	ab	19,27	a
SS	12,30	a	99,49	ab	19,88	a

*Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste SNK a 5% de probabilidade; V7 = sétimo nó; R1 = início do florescimento; R3 = início da formação de vagens; R5 = início do enchimento das sementes; R7 = início da maturação e SS = sem sombreamento.

De acordo com Shibles e Weber (1966) e Pereira (2002) é necessário uma maior eficiência na realização da fotossíntese nos estádios vegetativos e reprodutivos, pois a fase vegetativa é de extrema importância na definição do rendimento e na fase reprodutiva ocorre a formação e acúmulo de massa dos componentes de rendimento. A ocorrência de ambiente sombreado em ambas as fases, acarretará em alteração das características morfológicas e de rendimento das plantas.

As médias para a massa seca da parte aérea (MSPA) foram maiores para os tratamentos que receberam o sombreamento nos estádios avançados do ciclo da cultura.

Observa-se que quando o sombreamento ocorreu mais tardiamente ao desenvolvimento das plantas, principalmente na fase de enchimento de grãos (R5) e maturação fisiológica (R7) bem como nas plantas que não foram sombreadas (SS) a produção de MSPA foi superior às demais, sendo que as plantas que foram sombreadas desde o estádio vegetativo (V7) apresentaram uma produção 61% menor de MSPA do que as plantas não sombreadas (TABELA 4).

Quanto mais tarde ocorreu o sombreamento sobre as plantas maior foi a produção de matéria seca pela parte aérea, pois as plantas permaneceram mais tempo em pleno crescimento e desenvolvimento, sem expressivas limitações.

Resultado semelhante de MSPA foi encontrado por Melges et al. (1989) e por Fidelis et al. (2015) concluíram que o ambiente influencia a produção de matéria seca, pois com o sombreamento ocorre o reajustamento no processo respiratório, relacionado com a radiação solar e com a temperatura foliar, isso ocorre devido a redução no teor de assimilados e do decréscimo na temperatura das plantas. Outra explicação sugerida pelos autores é que em ambientes sombreados pode ocorrer a redução na atividade da malato desidrogenase, enzima que catalisa a conversão do malato para oxalacetato (usando NAD^+) em uma reação reversível. Este oxalacetato posteriormente é utilizado nas reações de oxidação e biossíntese de açúcares e aminoácidos.

Plantas sombreadas em V7 apresentaram um comprimento de caule (CC) menor quando comparado aos demais tratamentos. O tratamento R1 apresentou média superior ao tratamento R3 e os demais tratamentos (R5, R7 e SS) não diferiram estatisticamente dos tratamentos R1 e R3.

Avaliando conjuntamente o CC e o NNP é possível concluir que as plantas sombreadas a partir do estágio R1 sofreram o processo de estiolamento, visto que o comprimento do caule deste tratamento é maior, sendo que o NNP é menor que o dos tratamentos R5, R7 e SS (TABELA 4).

Buzzello et al. (2015) ao avaliar a competição de cultivares de soja em ambientes com e sem sombreamento, por meio de índices resultantes das combinações entre a produção de biomassa e diferentes caracteres observaram que a soja apresentou estiolamento quando submetida ao sombreamento, afetando o desempenho agrônômico, pois a condição de sombra reduz a razão entre os comprimentos de onda vermelho/vermelho extremo, resultando em alterações morfológicas como aumento da estatura.

Nas plantas estioladas ocorre a chamada Síndrome do sombreamento, que ocorre quando o crescimento em extensão de pecíolos e internódios é favorecido, com menor desenvolvimento foliar, assim altera-se alguns processos fisiológicos, como a aceleração do crescimento longitudinal, aumento na extensão do internódio e redução da massa do caule, conseqüentemente acarreta em respostas morfológicas como aumento do comprimento do caule e diminuição do número de nós (KENDRICK e KRONENBERG, 1993).

É possível perceber que as plantas sombreadas desde o estágio vegetativo (V7) apresentaram médias significativamente inferiores para todos os caracteres morfológicos avaliados quando comparado com o tratamento sem sombreamento (SS) (TABELA 4). Nascimento Junior (1986) e Fidelis et al. (2015) concluíram que a soja quando submetida ao sombreamento desde o início do seu desenvolvimento, estiolam na tentativa de escapar da sombra, mas, no decorrer do tempo a condição constante e intensa de sombra reduzirá a quantidade de radiação solar incidente sobre as plantas, reduzindo a atividade fotossintética e conseqüentemente o desenvolvimento e o crescimento da cultura.

3.3.2 Componentes de rendimento

De acordo com a análise de variância existe diferença significativa entre os tratamentos para os componentes de rendimento: número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de 100 grãos (M100) e produtividade (PROD) (TABELA 5).

TABELA 5 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA OS COMPONENTES DE RENDIMENTO: NÚMERO DE VAGENS POR PLANTA (NVP), NÚMERO DE GRÃOS POR VAGEM (NGV), MASSA DE 100 GRÃOS (M100) E PRODUTIVIDADE (PROD) NA SOJA (CV. TMG 7262 RR), FLOR DA SERRA DO SUL - PR, 2016.

FV	GL	Quadrado Médio			
		NVP	NGV	M100 (g)	PROD (kg.ha ⁻¹)
Tratamento	5	1134,71*	0,02	1,68*	122.667,54*
Resíduo	24	7,27	0,003	0,18	53.394,81
Média geral		61,42	2,43	16,93	5.103,92
CV%		4,39	2,53	2,53	4,53

*Significativo a 5% de probabilidade de acordo com o teste de F.

As médias obtidas para o número de vagens por planta (NVP) foram superiores para as plantas sombreadas na fase final do desenvolvimento (R7) e nas que não sofreram restrição luminosa ao longo do seu desenvolvimento (SS). As Plantas que passaram por período sombrio nos estádios R3 e R5 apresentaram resultado intermediário, e as que receberam o sombreamento

desde a fase vegetativa (V7) e no florescimento (R1) foram inferiores aos demais.

Avaliando a média do NVP no tratamento R1, R3 e R5, observa-se que apresentaram um decréscimo na produção de vagens de 47%, 33% e 31% respectivamente que o controle. Para o estágio R1 esta média baixa é resultado da limitação no pegamento das flores e formação de vagens que ocorreu devido a limitação luminosa, sendo que para os tratamentos R3 e R5.

Estudos com resultados semelhantes aos encontrados indicam que, soja submetida a déficit luminoso, favorece o abortamento das vagens, interferindo no número de vagens, número e massa de grãos, conseqüentemente a produção final é afetada, esta realidade é justificada pelas mudanças no metabolismo das plantas submetidas a baixa incidência luminosa a ineficiência fotossintética é um dos primeiros mecanismo alterado nas plantas, trazendo consigo a consequência de baixos teores de açúcares na planta, influenciando diretamente a produção, pegamento, abortamento das vagens, massa e número de grãos (MELGES et al., 1989; PURCELL et al., 2012; FIOREZE et al., 2013).

TABELA 6 - MÉDIAS DOS TRATAMENTOS PARA OS COMPONENTES DE RENDIMENTO: NÚMERO DE VAGENS POR PLANTA (NVP), NÚMERO DE GRÃOS POR PLANTA (NGP), MASSA DE 100 GRÃOS (M100) E PRODUTIVIDADE (PROD) NA SOJA (CV. TMG 7262), FLOR DA SERRA DO SUL - PARANÁ, 2016.

Tratamentos	NVP	NGV	M100 (g)	PROD (kg.ha ⁻¹)
V7	36,03 c*	2,50 a	17,23 A	2929,11 C
R1	38,70 c	2,47 a	16,33 B	3632,19 B
R3	54,20 b	2,53 a	16,20 B	3500,77 B
R5	54,93 b	2,56 a	15,89 B	3397,80 B
R7	71,13 a	2,41 a	17,48 A	6205,70 A
SS	71,83 a	2,41 a	17,23 A	6274,73 A
CV (%)	4,39	3,96	2,53	4,53

*Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste SNK a 5% de probabilidade; V7 = sétimo nó; R1 = início do florescimento; R3 = início da formação de vagens; R5 = início do enchimento das sementes; R7 = início da maturação e SS = sem sombreamento.

Para médias obtidas do número grãos por vagem (NGV) observa-se que não ocorreu diferença significativa, visto que este componente das plantas é de alta herdabilidade genética, pois o ambiente exerce pouca influência (CASTRO, 2009).

Avaliando a massa de 100 grãos (M100), observa-se que para as plantas que passaram por período sombrio no início dos estádios reprodutivos (R1, R3 e R5) apresentaram as menores médias, sendo que as maiores médias estão relacionadas ao sombreamento em V7, R7 e para a condição sem sombreamento.

Segundo Moreira (2009) o efeito de se submeter as plantas a longos períodos de nebulosidade, pode ser observado no menor número e massa de grãos formados em plantas submetidas a esta condição.

As médias superiores observadas em R7 e na testemunha (SS) para todos os componentes eram esperadas, visto que, quando as plantas foram sombreadas em R7 estas já haviam cessado a produção de massa e já iniciavam o processo de maturação. Como as plantas não tiveram limitação luminosa, não teve restrição alguma para realização plena dos processos fotossintéticos.

Porém quando se analisa apenas a média encontrada nas plantas que foram sombreadas a partir do estágio V7, conclui-se que, como o sombreamento ocorreu a partir de uma fase em que ainda não estava definido o florescimento e o número de vagens, a restrição luminosa forçou a menor formação de flores e vagens, assim as reservas formadas nos estádios vegetativos foram suficientes para encher o menor número de estruturas reprodutivas formadas.

Quanto à produtividade (PROD), observa-se que as plantas que permaneceram em ambiente sombreado durante um período maior (V7) por mais que conseguiram compensar a massa de 100 grãos, apresentaram produtividade 53,3% menor que o tratamento controle. Os tratamentos R1 e R3 apresentaram médias 42% e 44%, respectivamente, menores que a testemunha, esta produtividade é a resposta do menor NVP produzidas por estas plantas.

Mano e Gomes (2018) destacam que longos períodos nublados, ou seja, com insolação inadequada, pode fazer com que as plantas produzam menos que o potencial, interferindo na produtividade da cultura.

Observa-se que o componente mais influenciado pela condição de sombreamento é o NVP. Este componente está diretamente relacionado com a produtividade da soja, pois quando o sombreamento interferiu no pegamento e formação das vagens (R1, R3 e R5) a produtividade média encontrada foi cerca de 40% inferior ao valor encontrado para a testemunha (SS).

Em estudo realizado por Quintino et al. (2013) ao avaliarem a influência do sombreamento na produtividade da soja, constatou-se que sob esta condição a produtividade final da soja foi reduzida, por interferir na fase de florescimento da cultura, assim nas áreas com menor intensidade de radiação fotossinteticamente ativa durante o florescimento que corresponde a uma das fases mais críticas do desenvolvimento da soja, influenciou principalmente o pegamento das vagens, conseqüentemente menor número de vagens por planta no momento da colheita.

Resultado semelhante foi observado na safra 2017/2018, em que ocorreu um longo período nublado e com excesso de chuva nas regiões Sul e Centro-Oeste. Esse fato deu-se no mês de janeiro, período que no estado do Paraná corresponde ao início da fase reprodutiva da soja, assim verificou-se expressivo abortamento das vagens, acarretando em baixa produtividade nas lavouras.

Embrapa (2018) destaca que quando os longos períodos com baixa luminosidade ocorrem nas fases reprodutivas é que as flores e vagens podem ser abortadas, principalmente as pequenas, isto é uma estratégia natural da soja, bem como de outros vegetais, além disso esta condição pode levar ao menor enchimento dos grãos, resultando em menor massa dos grãos. Pois as plantas não conseguem realizar tanta fotossíntese quanto deveriam para produzir os fotoassimilados necessários para garantir uma alta produtividade, esta realidade foi possível observar neste trabalho, pois quanto mais tempo as plantas permaneceram sombreadas, mais a produção foi influenciada.

3.4 CONCLUSÃO

O sombreamento influenciou todos os componentes morfológicos e de rendimento avaliados, exceto o número de grãos por vagem.

As plantas sombreadas a partir de V7 apresentaram as menores médias para todos os componentes avaliados, exceto para a massa de 100 grãos.

A partir de R7 o sombreamento não afetou os componentes avaliados.

O componente com maior potencial para interferir na produtividade é o número de vagens por planta.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROCLIMA PRO. **Excesso de chuvas no MS pode causar perdas na safra de soja**. 2015. Disponível em: <<https://agroclimapro.com.br/2015/12/22/excesso-de-chuvas-no-ms-pode-causar-perdas-na-safra-de-soja/>>. Acesso em: 30 abr 2018.

ÁVILA, A. F. D.; IRIS, L. J. M.; LIMA, M. **Impacto das mudanças climáticas na agricultura brasileira**. Brasília: Embrapa, 2006.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; SILVA, V. P.; MORAES, A.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1-13. 2011.

BIANCHI, M.A.; FLECK, N.G.; DILLENBURG, L.R. Partição da competição por recursos do solo e radiação solar entre cultivares de soja e genótipos concorrentes. **Planta Daninha**, Viçosa, v.24, n.4, p.629-639, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). 2016. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/html/observacoes.php?Ink=Estações>>. Acesso em 18 jul. 2016.

BUZZELLO, G. L.; PELISSARI, A.; MORAES, A.; DESCHAMPS, C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; OLIVEIRA, A. B.; LUSTOSA, S. B. C.; SKORA NETO, F.; OLIVEIRA, R. A. Índices não paramétricos estimados pela combinação de diferentes caracteres com acumulação de biomassa como critério de avaliação da competição de cultivares de soja com e sem sombreamento. **Revista Brasileira de Biometria**, São Paulo, v.33, n.3, p.310-329, 2015.

- CÂMARA, G.M.S. **Fisiologia da produção de soja**. In: CAMARA, G.M.S (Coord.). Soja & Cia. Piracicaba: ESALQ/USP, 2009. p.150-179.
- CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R. Competição entre plantar com ênfase no recurso luz. **Ciência rural**, Santa Maria, v.26, n.1, p.167-174. 1996.
- COSTA, A. S. V.; SILVA, M. B. Sistemas de consórcio milho feijão para a região do Vale do Rio Doce, Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.2, p.663-667. 2008.
- CASTRO, L. P. **Herança da produção de grãos e dos componentes de produção em soja**. 45 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2009.
- COSTA, A. S. V.; SILVA, M. B. Sistemas de consórcio milho feijão para a região do Vale do Rio Doce, Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.2, p.663-667. 2008.
- CHENG, Y. C., FLEMING, G.R.: Dynamics of light harvesting in photosynthesis. – **Annus Review of Physical Chemistry**, v.60, p.241-262. 2009.
- CQFS - COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400 p.
- CUNHA, D. A.; COELHO, A. B.; FÉRES, J. G.; BRAGA, M. J.; SOUZA, E. C. Irrigação como estratégia de adaptação de pequenos agricultores às mudanças climáticas: aspectos econômicos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v.51, n.2, p.369-386, 2013.
- DAI, Y. J.; SHEN, Z. G.; LIU, Y.; WANG, L. L.; HANNAWAY, D.; LU, H. F. Effects of shade treatments on the photosynthetic capacity, chlorophyll fluorescence, and chlorophyll content of *Tetrastigma hemsleyanum* Diels et Gilg. – **Environmental and Experimental Botany**, v.65, p.177-182. 2009.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.
- EMBRAPA. **Excesso de chuvas na região sul de MS pode atrapalhar desenvolvimento da soja**. 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agropecuaria-oeste/busca-de-noticias/-/noticia/8225673/artigo---excesso-de-chuvas-na-regiao-sul-de-ms-pode-atrapalhar-desenvolvimento-da-soja>>. Acesso em: 02 mai 2018.
- EMBRAPA. **Excesso de nebulosidade prejudica lavouras de soja**. 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/31603961/excesso-de-nebulosidade-prejudica-lavouras-de-soja>>. Acesso em: 01 mai 2018.

- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, (Special report, 80), 1977. 11p.
- FÉRES, J.; REIS, E.; SPERANZA, J. Assessing the impact of climate change on the Brazilian agricultural sector. In: 16th Annual EAERE Conference, 2008, Gothenburg. **Proceedings of the 16th Annual EAERE Conference**. Gothenburg: EAERE, 2008.
- FIDELIS, R. R.; OLIVEIRA, V. A.; ANDRADE, C. A. O.; FERES, C. I. M. A. Desempenho agrônomo de sorgo e soja solteiros e em consórcio nas entrelinhas do pinhão-manso. **Revista Agrarian**, Dourados, v.8, n.30, p.331-342. 2015.
- FIOREZE, S.L.; RODRIGUES, J.D.; CARNEIRO, J.P.C.; SILVA, A.A.; LIMA, M.B. Fisiologia e produção da soja tratada com cinetina e cálcio sob déficit hídrico e sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n.11, p.1432-1439, 2013.
- GAO, Y.; DUAN, A. W.; QIU, X. Q.; SUN, J.; ZHANG, J.; LIU, H.; WANG, H. Distribution and use efficiency of photosynthetically active in strip intercropping of maize and soybean. **Agronomy Journal**. v.102, n.4, p.1149-1157. 2010.
- GHANBARI, A.; DAHMARDEH, M.; SIAHSAR, B. A.; RAMROUDI, M. Effect of maize (*Zea mays* L.) - cowpea (*Vigna unguiculata* L.) intercropping on light distribution, soil temperature and soil moisture in arid environment. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, Helsinki, v.8, n.1, p.102-108. 2010.
- HARPER, J. L. **Population biology of plants**. London: Academic Press, 1977. 892 p.
- HUANG, D.; WU, L.; CHEN, J. R.; DONG, L. Morphological plasticity, photosynthesis and chlorophyll fluorescence of *Athyrium pachyphlebium* at different shade levels. **Photosynthetica**, v.49, p.611-618. 2011.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa Físico do Estado do Paraná**. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/mapas_estaduais_e_distrito_federal/fisico/pr_fisico800k_2011.pdf>. Acesso em 18/12/2017.
- ITCG – INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIA. **Solos – Estado do Paraná**. 2008. Disponível em: <http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Produtos_DGEO/Mapas_ITCG/PDF/Mapa_Solos.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2017.
- KENDRICK, R. E.; KRONENBERG, G. H. M. **Photomorphogenesis in plants**. 2ª Edição. Kluwer Academic Publishers: 1993, 828p.

KURUPPUARACHCHI, D. S. P. Intercropped potato (*Solanum spp.*): Effect of shade on growth and tuber yield in the northwestern regosol belt of Sri Lanka. **Field Crops Research**, v.25, p.61-72. 1990.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, s.especial, p.133-146. 2009.

MACEDO, R. L. G.; VALE, A. B.; VENTURIN, N. **Eucalipto em sistemas agroflorestais**. Lavras: Editora UFLA, 2010. 331p.

MANO, A.; GOMES, J. R. **Chuva e nebulosidade começam a preocupar setor de soja do país: ferrugem é ameaça**. 2018. Disponível em: < <http://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=1159957>>. Acesso em: 29 abr 2018.

MATEUS, R. P. G.; MEDEIROS da SILVA, C. Avanços biotecnológicos na cultura da soja. **Revista Campo Digital**, v.8, n.2, p.23-27. 2013.

MATOS, F. S.; CARVALHO, D. D. C.; SOUZA, A. C.; NEVES, T. G.; RIBEIRO, R. P.; CRUVINEL, C. K. L.; ROSA, V. R.; FREITAS SANTOS, P. G. Viabilidade agrônômica do consórcio entre pinhão manso e soja. **Revista Agrarian**, Dourados, v.24, n.24, p.226-232. 2014.

MELGES, E.; LOPES, N.F.; OLIVA, M.A. Crescimento, produção de matéria seca e produtividade da soja submetida a quatro níveis de radiação solar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.9, p.1073-1080, 1989.

MOREIRA, R. **Condições climáticas prejudicam safra 2009/2010 de milho**. 2009. Disponível em: < https://www.agrolink.com.br/noticias/condicoes-climaticas-prejudicam-safra-2009-2010-de-milho_101555.html>. Acesso em: 03 mai 2018.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre: Evangraf/Ufrgs, 2005. 31p

NASCIMENTO JÚNIOR, D. Leguminosas – espécies disponíveis, fixação de nitrogênio e problemas fisiológicos para o manejo de consorciação. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 8, Anais...Piracicaba: FEALQ, p.390-411. 1986.

NOBRE, C. A.; ASSAD, E. D.; OYAMA, M. D. Mudança ambiental no brasil: o impacto do aquecimento global nos ecossistemas da Amazônia e na agricultura. **Scientific American Brasil**, v.80, p.70-75, 2005.

OKAFOR, L. I.; DATTA, S. K. Competition between upland rice and purple nutsedge for nitrogen, moisture and light. **Weed Science**, Champaing, v.24, n.1, p.40-43. 1976.

- OLIVEIRA, K. G.; TAVARES, M. Efeito dos fatores climáticos no comportamento dos custos de produção da soja: um estudo nas principais cidades produtoras brasileiras no período de 2005 a 2015. **Revista Conhecimento Contábil**, Mossoró, v.4, n.1, p.38-61, 2017.
- OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo : Ceres, 1981. 425p.
- PENG, X. B.; ZHANG, Y. Y.; CAI, J.; JIANG, Z. M.; ZHANG, S.X. Photosynthesis, growth and yield of soybean and maize in a tree-based agroforestry intercropping system on the Loess Plateau. **Agroforestry Systems**, v.76: p.569-577. 2009.
- PEREIRA, A. B.; VRISMAN, A. L.; GALVANI, E. Estimativa da radiação solar global diária em função do potencial de energia solar na superfície do solo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.2, p.211-216. 2002.
- PINTO, H. S.; ASSAD, E. D. **Aquecimento global e cenários futuros da agricultura brasileira**. Campinas: Embrapa/Unicamp. 2008.
- PURCELL, L.C.; BALL, R.A.; REAPER, J.D.; VORIES, E.D. Radiation use efficiency and biomass production in soybean at different plant population densities. **Crop Science**, v.42, p.172-177, 2002.
- QUINTINO, A.C.; ALMEIDA, R.G.; ABREU, J.G.; MACEDO, M.C.M.; ARANHA, A. S. **Produtividade da soja em condições de sombreamento em sistemas de integração**. Trabalho apresentado nos 10 anos de pesquisa: Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável, Campo Grande, 2013.
- RANSON, J; K.; OELKE, E. A. Common water plantain (*Alisma triviale*) interference with wild rice (*Zizania palustris*). **Weed Science**, Champaign, v.30, n.1, p.10-14. 1982.
- REYNOLDS, P. E.; SIMPSON, J. A.; THEVATHASAN, N. V.; GORDON, A. M.: Effects of tree competition on corn and soybean photosynthesis, growth, and yield in a temperate tree-based agroforestry intercropping system in southern Ontario, Canada. **Ecological Engineering**, v.29, p.362-371. 2007.
- ROCHA, K.F.; CASSOL, L.C.; PIVA, J.T.; MINATO, E.A.; FAVERSANI, J.C.; Caracteres morfológicos e componentes de rendimento de milho sob diferentes sistemas de preparo de solo e plantas de cobertura de inverno. **Synergismus Scyentifica**, Pato Branco, v.9, n.1, 2014.
- SANGHI, A.; ALVESS, D.; EVERSON, R.; MENDHELSON, R. Global warming impacts on Brazilian agriculture: estimates of the Ricardian Model. **Economia Aplicada**, v.1, n.1, p.7-33, 1977.
- SHIBLES, R.M.; WEBER, C.R. Interception of solar radiation and dry matter production by various soybean planting patterns. **Crop Science**, v.6, p.55-59, 1966.

SIQUEIRA, O. J. F.; FARIAS, J. R. B.; SANS, L. M.A. Efeitos potenciais de mudanças climáticas globais na agricultura brasileira e estudos de adaptação para trigo, milho e soja. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.2, n.1, p.115-129, 1994.

SU, B. Y.; SONG, Y. X.; SONG, C.; CUI, L.; YONG, T. W.; YANG, W. Y. Growth and photosynthetic responses of soybean seedlings to maize shading in relay intercropping system in Southwest China. **Photosynthetica**, v.52, n.3, p.332-340. 2014.

TMG – TROPICAL MELHORAMENTO E GENÉTICA. **TMG 7262 RR**.

Disponível em: < <http://www.tmg.agr.br/cultivar/tmg-7262-rr>>. Acesso em: 28 abr 2018.

VERDELLI, D.; ACCIARESE, H. A.; LEGUIZAM, E. S. Corn and Soybeans in a Strip Intercropping System: Crop Growth Rates, Radiation Interception, and Grain Yield Components. **International Journal of Agronomy**. 2012.

ZHANG, L., VAN DER WERF, W., BASTIAANS, L.; ZHANG, B. L.; SPIERTZ, J. H. J. Light interception and utilization in relay intercrops of wheat and cotton. **Field Crops Research**, v.107, p.29-42. 2008.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste estudo é possível minimizar o efeito do sombreamento natural sobre as plantas de soja no município de Flor da Serra do Sul, bem como para outras regiões que apresentem as mesmas restrições luminosas.

Assim, é necessário destacar a importância de escolher a cultivar adequada para cada região, levando em consideração principalmente o seu ciclo.

Especificamente para a região em estudo, indica-se a escolha de cultivares que apresentem um ciclo de desenvolvimento mais curto, assim, estas plantas permanecem no período vegetativo por menos tempo, atingindo mais rapidamente a fase reprodutiva.

Outra justificativa para a escolha de cultivares com crescimento precoce é que rapidamente estas plantas atingem a fase reprodutiva, assim, caso ocorra uma restrição luminosa, provavelmente vai atingir as fases finais do desenvolvimento das plantas, influenciando muito pouco ou nada na produção final das cultivares.

Cultivares com ciclo de desenvolvimento mais rápido, necessitam de menos radiação para exercer suas funções vitais plenamente, o que é extremamente importante para regiões com períodos de restrição luminosa.

REFERÊNCIAS

AGROCLIMA PRO. **Excesso de chuvas no MS pode causar perdas na safra de soja**. 2015. Disponível em: <

<https://agroclimapro.com.br/2015/12/22/excesso-de-chuvas-no-ms-pode-causar-perdas-na-safra-de-soja/>>. Acesso em: 30 abr 2018.

ALMEIDA, F. L.; CALONEGO, J. C.; CATUCHI, T. A.; TIRITAN, C. S.; ARAÚJO, F. F.; GOMES da SILVA, P. C. Produtividade de soja em diferentes posições entre renques de eucalipto em cultivo consorciado. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v.10, n.1, p.33-44. 2014.

ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A.; MIRANDA, M. A. C.; CAMPELO, G. J. A. Melhoramento da soja para regiões de baixa altitude. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/98300/1/LVsojamelhoramento.pdf>>. Acesso em: 12/06/2018.

ÁVILA, A. F. D.; IRIS, L. J. M.; LIMA, M. **Impacto das mudanças climáticas na agricultura brasileira**. Brasília: Embrapa, 2006.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C.; GONÇALVES, H. M. Relação entre o rendimento da soja e variáveis meteorológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.5. p. 692-702. 1992.

BEZERRA, A. P. A.; PITOMBEIRA, J. B.; TÁVORA, F. J. A. F.; VIDAL NETO, F. C. Rendimento, componentes da produção e uso eficiente da terra nos consórcios sorgo x feijão-de-corda e sorgo x milho. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 38, n. 1, p. 104-108. 2007.

BIANCHI, M.A.; FLECK, N.G.; DILLENBURG, L.R. Partição da competição por recursos do solo e radiação solar entre cultivares de soja e genótipos concorrentes. **Planta Daninha**, Viçosa, v.24, n.4, p.629-639, 2006.

BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. 817 p.

BUENO, O. C.; ESPERANCINI, M. S. T.; TAKITANE, I.C. Produção de biodiesel no Brasil: aspectos socioeconômicos e ambientais. **Revista Ceres**. Viçosa, v.56, n.4, p.507-512. 2009.

BUZZELLO, G. L.; PELISSARI, A.; MORAES, A.; DESCHAMPS, C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; OLIVEIRA, A. B.; LUSTOSA, S. B. C.; SKORA NETO, F.; OLIVEIRA, R. A. Índices não paramétricos estimados pela combinação de diferentes caracteres com acumulação de biomassa como critério de avaliação da competição de cultivares de soja com e sem sombreamento. **Revista Brasileira de Biometria**, São Paulo, v.33, n.3, p.310-329, 2015.

- CÂMARA, G.M.S. **Fisiologia da produção de soja**. In: CAMARA, G.M.S (Coord.). Soja & Cia. Piracicaba: ESALQ/USP, 2009. p.150-179.
- CÂMARA, G.M.S. **Soja: tecnologia da produção II**. Piracicaba: G.M.S. Câmara, 2000. 450p.
- CÂMARA, G. M. S.; HEIFIGG, L. S. Fisiologia, ambiente e rendimento da cultura da soja. In: CÂMARA, G. M. de S. **Soja: tecnologia de produção II**. Piracicaba: ESALQ/LPV, 2000. p. 81-117.
- CASAROLI, D.; FAGAN, E.B.; SIMON, J.; MEDEIROS, S.P.; MANFRON, P.A.; DOURADO NETO, D.; LIER, Q.J.; MÜLLER, T.N.M. Radiação solar e aspectos fisiológicos na cultura de soja – uma revisão. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.14, n.2, p.102-120, 2007.
- CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R. Competição entre plantar com ênfase no recurso luz. **Ciência rural**, Santa Maria, v.26, n.1, p.167-174. 1996.
- CHAVES, M. M.; PEREIRA, J. S.; MAROCO, J.; RODRIGUES, M. L.; RICARDO, C. P. P.; OSÓRIO, M. L.; CARVALHO, I.; FARIA, T.; PINHEIRO, C. How plants cope with stress in the field: photosynthesis and growth. **Annals of Botany**, Oxford, v.89, p.907-16, 2002.
- CHENG, Y. C., FLEMING, G.R.: Dynamics of light harvesting in photosynthesis. – **Annual Review Physical Chemistry**, v.60, p.241-262. 2009.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO.
Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Brasília: Conab. 2017.
Disponível em: < http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_11_09_17_30_52_boletim_de_grao_-_2o_lev_2017.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2017.
- CONFALONE, A. E.; COSTA, L. C.; PEREIRA, C. R. Crescimento e captura de luz em soja sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, p.165-169. 1998.
- COSTA, A. S. V.; SILVA, M. B. Sistemas de consórcio milho feijão para a região do Vale do Rio Doce, Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.2, p.663-667. 2008.
- COSTA, J. A. **Cultura da soja**. Porto Alegre: Ed. do autor, 1996. 233 p.
- CORDEIRO JUNIOR, P. S.; FINOTO, E. L.; BARBARO TORNELI, I. M.; MARTINS, A. L. M. Desempenho Agrônômico de Cultivares de Soja para região Centro Norte Paulista, Safra 2016/2017. **Nucleus**, Edição Especial, 2017.
- CUNHA, D. A.; COELHO, A. B.; FÉRES, J. G.; BRAGA, M. J.; SOUZA, E. C. Irrigação como estratégia de adaptação de pequenos agricultores às mudanças

climáticas: aspectos econômicos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v.51, n.2, p.369-386, 2013.

DAI, Y. J.; SHEN, Z. G.; LIU, Y.; WANG, L. L.; HANNAWAY, D.; LU, H. F. Effects of shade treatments on the photosynthetic capacity, chlorophyll fluorescence, and chlorophyll content of *Tetrastigma hemsleyanum* Diels et Gilg. **Environmental and Experimental Botany**, v.65, p.177-182. 2009.

DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. Atributos físicos do solo e produtividade da soja em sistema de integração lavoura-pecuária com braquiária e soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.7, p.1180-1186. 2012.

DESCLAUX, D.; HUYNH, T.; ROUMET, P. Identification of soybean plant characteristics that indicate the timing of drought stress. **Crop Science**, Madison, v.40, p.716-722. 2000.

DORNELLES, E. L. B.; MENDEZ, M. G.; CORREA, L. A. V.; SCHUCH, L. O. B. Arranjos de plantas e épocas de semeadura no cultivo consorciado de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e milho (*Zea mays* L.) na região sul do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.3, n.1, p.11-16, 1997.

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

EGLI, D.B. Soybean yield physiology: principles and processes of yield production. In: SINGH, Guriqbal (Ed.). **The soybean: botany, production and uses**. Ludhiana: CABI, p. 113-141, 2010.

EMBRAPA. **Excesso de chuvas na região sul de MS pode atrapalhar desenvolvimento da soja**. 2015. Disponível em:

<<https://www.embrapa.br/agropecuaria-oeste/busca-de-noticias/-/noticia/8225673/artigo---excesso-de-chuvas-na-regiao-sul-de-ms-pode-atrapalhar-desenvolvimento-da-soja>>. Acesso em: 02 mai 2018.

EMBRAPA. **Excesso de nebulosidade prejudica lavouras de soja**. 2018.

Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/31603961/excesso-de-nebulosidade-prejudica-lavouras-de-soja>>. Acesso em: 01 mai 2018.

EMBRAPA. **Integração lavoura pecuária floresta – ILPF**. 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-ilpf/nota-tecnica>> Acesso em: 07/10/2015.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção da soja**: região central do Brasil. 2004. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>> Acesso em: 07 mar 2017.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina: Embrapa Soja, n. 15, 2011. 262 p.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Estádios de desenvolvimento da cultura da soja**. Ames: Universidade do Estado de Ciência e Tecnologia de Iowa, 1977. 11p.

FÉRES, J.; REIS, E.; SPERANZA, J. Assessing the impact of climate change on the Brazilian agricultural sector. In: 16th Annual EAERE Conference, 2008, Gothenburg. **Proceedings of the 16th Annual EAERE Conference**. Gothenburg: EAERE, 2008.

FIDELIS, R. R.; OLIVEIRA, V. A.; ANDRADE, C. A. O.; FERES, C. I. M. A. Desempenho agrônomo de sorgo e soja solteiros e em consórcio nas entrelinhas do pinhão-manso. **Revista Agrarian**, Dourados, v.8, n.30, p.331-342. 2015.

FIOREZE, S.L.; RODRIGUES, J.D.; CARNEIRO, J.P.C.; SILVA, A.A.; LIMA, M.B. Fisiologia e produção da soja tratada com cinetina e cálcio sob déficit hídrico e sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.11, p.1432-1439, 2013.

FLORA, L. P. D.; DOURADO NETO, D.; SANTI, A. L.; CHERUBIN, MAURÍCIO ROBERTO; FLORA, D. P. D. . **Correlação entre componentes morfológicos e de produtividade na cultura de soja**. In: Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão, 2014, São Pedro. Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão - ConBAP 2014, 2014.

FRANKE, A. E. Necessidade de irrigação suplementar em soja nas condições edafoclimáticas do Planalto Médio e Missões, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8, 2000.

FREITAS, M.C.M.; A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1, 2011.

GALERANI, P. **Perdas repetidas**. 2005. Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/71325/1/ID-25583.pdf>> Acesso em: 14 mai. 2017.

GAO, Y.; DUAN, A. W.; QIU, X. Q.; SUN, J.; ZHANG, J.; LIU, H.; WANG, H. Distribution and use efficiency of photosynthetically active in strip intercropping of maize and soybean. **Agronomy Journal**. v.102, n.4, p.1149-1157. 2010.

GHANBARI, A.; DAHMARDEH, M.; SIAHSAR, B. A.; RAMROUDI, M. Effect of maize (*Zea mays* L.) - cowpea (*Vigna unguiculata* L.) intercropping on light distribution, soil temperature and soil moisture in arid environment. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, Helsinki, v.8, n.1, p.102-108. 2010.

GHOSH, P. K.; TRIPATHIA, A. K.; BANDYOPADHYAY, K. K.; MANNAA, M. C. Assesment of nutriente competition and nutriente requirement in

soybean/sorghum intercropping system. **European Journal of Agronomy**, v.31, n.1, p. 43-50. 2009.

GOMES, R. P. **A soja**. 4.ed. São Paulo: Nobel, 1989.

HAN, T.; WU, C.; TONG, Z.; MENTREDDY, R.S.; TAN, K.; GAI, J. Postflowering photoperiod regulates vegetative growth and reproductive development of soybean. **Environmental and Experimental Botany**, v. 55, n. 1-2, p. 120-129, 2006.

HARPER, J. L. **Population biology of plants**. London: Academic Press, 1977. 892 p.

HARTWIG, E. E.; KIIHL, R. A. S. Identification and utilization of a delayed flowering character in soybean for short-day conditions. **Field Crops Research**. v.2, p.145-151. 1979.

HUANG, D.; WU, L.; CHEN, J. R.; DONG, L. Morphological plasticity, photosynthesis and chlorophyll fluorescence of *Athyrium pachyphlebium* at different shade levels. **Photosynthetica**, v.49, p.611-618. 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro: IBGE. 2006. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Agropecuario_2006>. Acesso em: 12 mai. 2017.

JIANG, A.C.D.; GAOB, H.Y.; ZOUB, Q.; JIANGA, G.M.; LIA, L.H. Leaf orientation, photorespiration and xanthophyll cycle protect Young soybean leaves against high irradiance in field. **Environmental and Experimental Botany**, p.1-10, 2004.

KAPPES, C.; WRUCK, F. J.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M. Feijão comum: características morfo-agronômicas de cultivares. **Documentos IAC**, Campinas, 2008, 85 p.

KRON, A. P.; SOUZA, G. M.; RIBEIRO, R. V. Water deficiency at different developmental stages of *Glycine Max* can improve drought tolerance. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.1, p.43-49. 2008.

KUSS, R. C. R. **Populações de plantas e estratégias de irrigação na cultura da soja**. Dissertação de Mestrado/Universidade Federal de Santa Maria – Área de Concentração em Engenharia de Água e Solo. Santa Maria – RS, 2006.

KURUPPUARACHCHI, D. S. P. Intercropped potato (*Solanum spp.*): Effect of shade on growth and tuber yield in the northwestern regosol belt of Sri Lanka. **Field Crops Research**, v.25, p.61-72. 1990.

LI, L.; LI, S. M.; SUN, J. H.; ZHOU, L. L.; BAO, X. G.; ZHANG, H. G.; ZHANG, F. S. Diversity enhances agricultural productivity via rhizosphere phosphorus

facilitation on phosphorus-deficient soils. **Proceedings of the National Academy of Science**, USA, v.104, p.11192-11196. 2007.

MANO, A.; GOMES, J. R. **Chuva e nebulosidade começam a preocupar setor de soja do país: ferrugem é ameaça**. 2018. Disponível em: < <http://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=1159957>>. Acesso em: 29 abr 2018.

MATEUS, R. P. G.; MEDEIROS da SILVA, C. Avanços biotecnológicos na cultura da soja. **Revista Campo Digital**, v.8, n.2, p.23-27. 2013.

MATOS, F. S.; CARVALHO, D. D. C.; SOUZA, A. C.; NEVES, T. G.; RIBEIRO, R. P.; CRUVINEL, C. K. L.; ROSA, V. R.; FREITAS EMBRAPA 200, P. G. Viabilidade agrônômica do consórcio entre pinhão manso e soja. **Revista Agrarian**, Dourados, v.24, n.24, p.226-232. 2014.

MELGES, E.; LOPES, N.F.; OLIVA, M.A. Crescimento, produção de matéria seca e produtividade da soja submetida a quatro níveis de radiação solar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.9, p.1073-1080, 1989.

MISSÃO, M.R. Soja: Origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado. **Revista de Ciências Empresariais**, Maringá, v.3, n.1, p. 7-15, 2006.

MONDINI, M.L.; VIEIRA, C.P.; CAMBRAIA, L.A. **Época de Semeadura: um Importante Fator que Afeta a Produtividade da Cultura da Soja**. Dourados – EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE, 2001. 17 p. Documentos, 34.

MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; LUSTOSA, S. B. C.; COSTA, S. E. V. G. A.; KUNRATH, T. R. Integrated crop-livestock systems in the Brazilian subtropics. **European Journal of Agronomy**. 2013.

MOREIRA, R. **Condições climáticas prejudicam safra 2009/2010 de milho**. 2009. Disponível em: < https://www.agrolink.com.br/noticias/condicoes-climaticas-prejudicam-safra-2009-2010-de-milho_101555.html>. Acesso em: 03 mai 2018.

MÜLLER, L. Morfologia, anatomia e desenvolvimento. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C., (Eds). **A Soja no Brasil**. 1 ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. p. 73-108.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre: Evangraf/Ufrgs, 2005. 31p.

NOBRE, C. A.; ASSAD, E. D.; OYAMA, M. D. Mudança ambiental no brasil: o impacto do aquecimento global nos ecossistemas da Amazônia e na agricultura. **Scientific American Brasil**, v.80, p.70-75, 2005.

OKAFOR, L. I.; DATTA, S. K. Competition between upland rice and purple nutsedge for nitrogen, moisture and light. **Weed Science**, Champaign, v.24, n.1, p.40-43. 1976.

OLIVEIRA, K. G.; TAVARES, M. Efeito dos fatores climáticos no comportamento dos custos de produção da soja: um estudo nas principais cidades produtoras brasileiras no período de 2005 a 2015. **Revista Conhecimento Contábil**, Mossoró, v.4, n.1, p.38-61, 2017.

OLIVEIRA, P.; NASCENTE, A. S.; KLUTHCOUSKI, J. Soybean growth and yield under cover crops. **Revista Ceres**, Viçosa, v.60, n.2, p.249-256. 2013

PEDERSEN, P.; LAUER, J.G. Response of soybean yield components to management system and planting date. **Agronomy Journal**. v. 96, p. 1372-1381, 2004.

PENG, Y. H.; YANG, W. K.; LIN, W. H.; LAI, T. T.; CHIEN, C. T. Nak regulates Dlg basal localization in Drosophila salivary gland cells. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.382, p.108-113, 2009.

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais. **Campinas: IAC**, 1987 (Boletim técnico,114).

PEREIRA, A. B.; VRISMAN, A. L.; GALVANI, E. Estimativa da radiação solar global diária em função do potencial de energia solar na superfície do solo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.2, p.211-216. 2002.

PINTO, H. S.; ASSAD, E. D. **Aquecimento global e cenários futuros da agricultura brasileira**. Campinas: Embrapa/Unicamp. 2008.

POTAFOS. **Como a planta de soja se desenvolve**. Piracicaba, 1997, p.22.

PURCELL, L.C.; BALL, R.A.; REAPER, J.D.; VORIES, E.D. Radiation use efficiency and biomass production in soybean at different plant population densities. **Crop Science**, v.42, p.172-177, 2002.

QUINTINO, A.C.; ALMEIDA, R.G.; ABREU, J.G.; MACEDO, M.C.M.; ARANHA, A. S. **Produtividade da soja em condições de sombreamento em sistemas de integração**. Trabalho apresentado nos 10 anos de pesquisa: Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável, Campo Grande, 2013.

RANSON, J. K.; OELKE, E. A. Common water plantain (*Alisma triviale*) interference with wild rice (*Zizania palustris*). **Weed Science**, Champaign, v.30, n.1, p.10-14. 1982.

REYNOLDS, P. E.; SIMPSON, J. A.; THEVATHASAN, N. V.; GORDON, A. M.: Effects of tree competition on corn and soybean photosynthesis, growth, and yield in a temperate tree-based agroforestry intercropping system in southern Ontario, Canada. **Ecological Engineering**, v.29, p.362-371. 2007.

REZENDE, P. M.; ALCANTARA, H. P. PASSOS, A. M. A.; CARVALHO, E. R.; BALIZA, D. P.; OLIVEIRA, G. T. M. rendimento forrageiro de rebrota do sorgo em sistema de produção consorciado com soja. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.2, p.362-368. 2011.

RICHARDS, P.; PELLEGRINA, H.; SPERA, S. Soybean Development: The Impact of a Decade of Agrivultural Change on Urban and Economic Growth in Mato Grosso, Brazil. **Plos One**. 2015.

ROCHA, K.F.; CASSOL, L.C.; PIVA, J.T.; MINATO, E.A.; FAVERSANI, J.C.; Caracteres morfológicos e componentes de rendimento de milho sob diferentes sistemas de preparo de solo e plantas de cobertura de inverno. **Synergismus scyentifica**, Pato Branco, v.9, n.1, 2014.

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

ROSOLEM, C. A. Ecofisiologia da soja. In: Suzuki, S. et al. (Ed.). **Boletim de pesquisa de soja 2006**. Rondonópolis: Fundação MT, p.41-51. 2006.

SANGHI, A.; ALVESS, D.; EVERSON, R.; MENDHELSON, R. Global warming impacts on Brazilian agriculture: estimates of the Ricardian Model. **Economia Aplicada**, v.1, n.1, p.7-33, 1977.

SANTOS, M. G.; RIBEIRO, R. V.; OLIVEIRA, R. F.; MACHADO, E. C.; PIMENTEL, C. The role of inorganic phosphate on photosynthesis recovery of common bean after a mild drought deficit. **Plant Science**, Clare, v.170, p.659-664. 2006.

SHIBLES, R.M.; WEBER, C.R. Interception of solar radiation and dry matter production by various soybean planting patterns. **Crop Science**, v.6, p.55-59, 1966.

SINGH, M.; OGREN, W.L.; WODHOLIM, J.M. Photosynthetic characteristics of several C₃ and C₄ plant species grown under different light intensities. **Crop Science**, v.14, p.563-566, 1974.

SIQUEIRA, O. J. F.; FARIAS, J. R. B.; SANS, L. M.A. Efeitos potenciais de mudanças climáticas globais na agricultura brasileira e estudos de adaptação para trigo, milho e soja. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.2, n.1, p.115-129, 1994.

SU, B. Y.; SONG, Y. X.; SONG, C.; CUI, L.; YONG, T. W.; YANG, W. Y. Growth and photosynthetic responses of soybean seedlings to maize shading in relay intercropping system in Southwest China. **Photosynthetica**, v.52, n.3, p.332-340. 2014.

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).

TMG – TROPICAL MELHORAMENTO E GENÉTICA. **TMG 7262 RR**. Disponível em: < <http://www.tmg.agr.br/cultivar/tmg-7262-rr>>. Acesso em: 28 abr 2018.

VENTUROSOS, L.R.; CARON, B.O.; SCHMIDT, D.; BERGAMIN A.C.; VALADÃO JÚNIOR D.D.; JAKELAITIS A. Efeito da época de semeadura sobre caracteres agronômicos em cultivares de soja em Rolim de Moura-RO. **Bioscience Journal**. v. 25, p. 73-81, 2009.

VERDELLI, D.; ACCIARESE, H. A.; LEGUIZAM, E. S. Corn and Soybeans in a Strip Intercropping System: Crop Growth Rates, Radiation Interception, and Grain Yield Components. **International Journal of Agronomy**. 2012.

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

YAN, Y.; GONG, W.; YANG, W.; WAN, Y.; CHEN, X.; CHEN, Z.; WANG, L. Seed Treatment with Uniconazole Powder Improves Soybean Seedling Growth under Shading by Corn in Relay Strip Intercropping System. **Plant Production Science**, v.13, n.4, p.367-374. 2010.

ZHANG, L., VAN DER WERF, W., BASTIAANS, L.; ZHANG, B. L.; SPIERTZ, J. H. J. Light interception and utilization in relay intercrops of wheat and cotton. **Field Crops Research**, v.107, p.29-42. 2008.