

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**CURSO DE AGRONOMIA**

**Germinação e desenvolvimento de soja, *Glycine max* (L.) Merr. (Fabaceae), cultivar BR 11, em regime diferencial de luz e com simulação de herbivoria.**

**JOÃO PAULO MENESES DE SOUZA**

**Uberlândia-MG**

**Dezembro/2017**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**Germinação e desenvolvimento de soja, *Glycine max* (L.) Merr. (Fabaceae), cultivar BR 11, em regime diferencial de luz e com simulação de herbivoria.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Helena Maura Torezan Silingardi

**Uberlândia-MG**

**Dezembro/2017**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**JOÃO PAULO MENESES DE SOUZA**

**GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE SOJA, GLYCINE MAX (L.)  
MERR. (FABACEAE), CULTIVAR BR 11, EM REGIME DIFERENCIAL DE  
LUZ E COM SIMULAÇÃO DE HERBIVORIA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Biólogo Arthur Carlos de Oliveira  
Membro da Banca

Biólogo Eduardo Calixto Soares  
Membro da Banca

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Helena Maura Torezan Silingardi  
(Orientadora)

**UBERLÂNDIA - MG  
DEZEMBRO - 2017**

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>8</b>
2.1. OBJETIVO GERAL .....	8
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
2.2.1. QUESTÃO 1 .....	8
2.2.2. QUESTÃO 2 .....	8
2.2.3. QUESTÃO 3 .....	8
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>8</b>
3.1.1. ESPÉCIE VEGETAL .....	8
3.1.2. TESTE DE GERMINAÇÃO .....	8
3.1.3. ÁREA DO PLANTIO .....	9
3.1.4. SEMEADURA .....	9
3.2.1. GERMINAÇÃO DEPENDENTE DA CONDIÇÃO LUMINOSA AMBIENTAL .....	9
3.2.2. DESENVOLVIMENTO DEPENDENTE DA CONDIÇÃO LUMINOSA AMBIENTAL E DO TEMPO .....	10
3.2.3. DESENVOLVIMENTO DEPENDENTE DA CONDIÇÃO LUMINOSA AMBIENTAL E DA SIMULAÇÃO DE DANOS.....	10
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>11</b>
4.1. DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS .....	11
4.1.1. GERMINAÇÃO DEPENDENTE DA CONDIÇÃO LUMINOSA AMBIENTAL .....	11
4.1.2. ALTURA DEPENDENTE DA CONDIÇÃO LUMINOSA AMBIENTAL.....	12
4.1.3. SOBREVIVÊNCIA DEPENDENTE DA CONDIÇÃO LUMINOSA AMBIENTAL E SIMULAÇÃO DE HERBIVORIA. ....	14
4.1.4. QUANTIDADE.....	15
4.1.5. RIGIDEZ FOLIAR DEPENDENTE DA CONDIÇÃO LUMINOSA AMBIENTAL E SIMULAÇÃO DE HERBIVORIA .....	16
4.1.6. QUANTIDADE DE TRICOMAS FOLIARES E FRUTOS DEPENDENTE DA CONDIÇÃO LUMINOSA AMBIENTAL E SIMULAÇÃO DE HERBIVORIA .....	17
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>20</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>21</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A soja, espécie *Glycine max* (L.) Merr. (Fabaceae), tem uma participação milenar na alimentação humana (SEDIYAMA, 2009). Atualmente, ela é utilizada amplamente em alimentos processados por conter uma grande quantidade de proteínas, ferro, vitamina B e fibras. Ela é também utilizada como ingrediente em rações animais por ser uma matéria prima mais barata e mostrar excelentes resultados no ganho de massa em um curto intervalo de tempo, por exemplo, a soja supera o milho no ganho de massa bovino. Além de alimento, a soja também é utilizada como *commodity* por poder ser armazenada por um grande período de tempo e ainda manter suas características principais (CAVINATTO, 2012).

No Brasil foram produzidos no ano de 2016 cerca de 95,631 milhões de toneladas em uma área de 33,177 milhões de hectares (CONAB, 2016). Outro fator atualmente muito importante é que parte da soja brasileira é usada para a produção de bicomcombustível por possuir uma biomassa elevada e ter se adaptado muito bem às características climáticas do Brasil ao longo do tempo. Cerca de 85% da produção nacional de biodiesel é extraído da soja (CAVINATTO, 2012). Outro uso desse grão pode ser visto no desenvolvimento de pesquisas médicas, por exemplo, estudos recentes mostraram que é possível transformar a soja em uma verdadeira biofábrica de proteínas contra a AIDS (DINIZ, 2015).

A soja é oriunda da China e pertence à família Fabaceae (Leguminosae) (SEDIYAMA et al., 2009). Desde a sua domesticação pessoas se interessam em sua produção em larga escala visando lucro e o aproveitamento de seu grande potencial energético, nutritivo e comercial. Para isto, é preciso produzir o máximo de grãos no menor espaço possível, num curto intervalo de tempo e com o menor custo possível.

Com o desafio de desenvolver uma soja com estas qualidades, e que ainda se adapte ao solo brasileiro, a Embrapa desenvolveu a cultivar BR 11 em 1975, mais conhecida como Soja Carajás, identificada como linhagem BR 79-251 e originária do cruzamento das variedades UFV-1 e IAC 73-2736-10 em Londrina (CAMPELO et al., 1984). Esta nova variedade é resistente à pústula bacteriana (*Xantomonas phaseoli* var. *sojensis*) e ao fogo selvagem (*Pseudomonas tabaci*), e tem um ciclo de aproximadamente 140 dias, bem curto comparado às variedades de soja originais vindas da China (CAMPELO et al., 1984). No entanto, há vários outros fatores que podem danificar a soja. Segundo HOFFMANN-CAMPO et al. (2000), temos no Brasil diversas

pragas ou herbívoros que atacam as folhas, como *Anticarsia gemmatalis* e *Pseudoplusia includens* (mariposas Noctuidae), além de coleópteros desfolhadores. As plântulas, hastes e pecíolos podem sofrer danos por *Sternechus subsignatus* (besouros Curculionidae), *Elasmopalpus lignosellus* (mariposas Pyralidae) e *Epinotia aporema* (mariposas Tortricidae). As vagens e grãos podem ser atacados por percevejos sugadores, lagartas e brocas. As raízes podem ser danificadas por corós e por percevejos-castanho-da-raiz.

O Brasil chegou a consumir 130 mil toneladas de agrotóxicos em 1998 e a cultura da soja foi a maior consumidora, com 36% deste total (SPADOTTO, 1998). Esse autor menciona que a soja foi proporcionalmente a sétima cultura que mais usou agrotóxico por hectare no Brasil. Já se sabe que as pragas de seus caules e folhas são muitas vezes combatidas sem real necessidade devido ao pouco conhecimento do produtor. O manejo correto é a chave para um plantio mais saudável, com menor custo, menor impacto ambiental e socialmente correto.

Experimentos de manipulação podem simular o dano causado por herbívoros (ALVES-SILVA et al., 2014) e fornecer indicadores sobre qual é o nível de dano em que a planta consegue se recuperar sem afetar a produção de frutos e sementes. Caso o dano seja maior e a planta tenha queda acentuada na sua produtividade, pode ser indicado, nesse momento, o uso de um defensivo. No caso da produção da soja de ciclo curto, deve ser constantemente supervisionada para evitar danos sérios de herbívoros na plantação. Caso ocorra a invasão de uma praga herbívora, em muitos casos é preciso utilizar defensivos agrícolas para conter o ataque e garantir uma boa safra. No entanto, encontrar o limiar de dano econômico entre produção e herbivoria é de extrema importância para o controle de pragas.

Além do alto custo financeiro do agrotóxico, o uso de defensivos é amplamente questionado pela sociedade pelo seu alto grau de riscos à saúde podendo afetar tanto da pessoa que o aplica na lavoura quanto o consumidor final da soja, seja ele humano ou animal. Restringir seu uso para casos realmente necessários é de importância máxima ao produtor, pois representa menor custo, maior segurança de empregados e a garantia de um ecossistema mais equilibrado e um produto final (grãos) com maior qualidade.

O efeito direto da herbivoria é a diminuição da área total fotossintetizante, causando assim prejuízo para o desenvolvimento do vegetal na sua totalidade, levando à redução no metabolismo da planta e podendo comprometer a produção de vagens e sementes, ou até mesmo sua sobrevivência. Isto ocorre, pois com a diminuição das

folhas os compostos fotossintetizados são reduzidos, tornando-se muitas vezes insuficiente para a diferenciação, crescimento e maturação das estruturas da planta (FUTUYMA, 1983)

Temos que considerar também a dependência da luz e da água pelas plantas. Durante o metabolismo é essencial à presença de luz e água, tanto para o transporte de substâncias quanto para a síntese de açúcares necessária para a sobrevivência, crescimento e produção das vagens, no caso da soja. A luz fornece a energia necessária para a planta quebrar moléculas de gás carbônico e água e para formar hidrocarbonetos, os quais formarão as estruturas básicas e mais complexas para a manutenção da vida na planta (WHATLEY, WHATLEY, 1982). A deficiência na quantidade de luz pode ser um fator limitante na produção na soja. Portanto, investigar a reação da planta em vista da quantidade de luz pode definir um maior crescimento e produção. Níveis corretos de luminosidade refletem em melhores respostas ao ambiente e melhor metabolismo (WHATLEY, WHATLEY 1982).

A qualidade da luz também deve ser levada em conta: a variação do comprimento de onda recebido pela planta influencia em suas taxas fotossintéticas, atingindo valores máximos em intensidades relativamente baixas. As plantas C3, como a soja, são também altamente influenciadas pela temperatura, que afeta sua fotorrespiração (Taiz & Zeiger, 2004).

Por conta da crescente demanda por alimentos, bioenergia e produtos florestais faz-se necessário a intensificação do uso das terras agricultáveis e o aumento da eficiência dos sistemas de produção. Uma das alternativas é a utilização de sistemas integrados e aumento da densidade de plantio. Sistemas integrados possuem condições ambientais peculiares (Quintino et al., 2013) como sombreamento de espécies mais baixas como a soja.

A soja é considerada uma planta de ciclo curto. Seu período juvenil possui uma ampla adaptabilidade ao fotoperíodo, o que ajudou muito na implantação da soja no Brasil, que é um país com ampla faixa de latitudes. Esta característica foi definida como “período juvenil longo”, responsável por um florescimento mais tardio da soja (FARIAS et al., 2007) . A fisiologia observada no período juvenil longo é ainda pouco conhecida, não se sabe se ela induz um período juvenil mais longo na planta ou se a planta fica menos sensível ao fotoperíodo (FARIAS. et al., 2007).

Portanto, estudar a germinação e o crescimento em diferentes condições luminosas e a recuperação da soja de ciclo curto após a herbivoria simulada

artificialmente nas folhas, fornecerá o conhecimento necessário para indicar quando é preciso iniciar o uso de inseticidas. Assim se evita custos desnecessários, danos ao meio ambiente e possíveis intoxicações, além de se ampliar os lucros.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Comparar a germinação e o desenvolvimento de plantas em regime diferencial de luz e com simulação de herbivoria.

### **2.2 Objetivos específicos**

**2.2.1. Questão 1:** Há diferença no tempo médio de germinação dependendo da condição luminosa ambiental?

**2.2.2. Questão 2:** Há diferença no crescimento observado desde a germinação até o meio e final do ciclo em plântulas desenvolvidas a pleno sol e a sombra?

### **2.2.3. Questão 3:**

O desenvolvimento final do ciclo da planta é influenciada pela simulação de herbivoria e pela luminosidade? Há variação no desenvolvimento de acordo com o nível de dano?

## **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **3.1.1. Espécie vegetal**

Foi utilizado sementes de soja espécie *Glycine max* (L.) Merr. (Fabaceae), da variedade BR 11 adquiridas na fazenda experimental Capim branco da Universidade Federal de Uberlândia.

### **3.1.2. Teste de germinação**

A taxa de germinação foi conhecida através de testes de germinação feitos em caixas gerbox com iluminação natural e em equipamento B.O.D (Figura 1). Este teste foi feito no Laboratório de Ecologia Comportamental e de Interações do Instituto de Biologia da Universidade Federal de Uberlândia.

Antes da sementeira as caixas gerbox foram esterilizadas com álcool 70% e forradas com duas camadas de folha de germinação regadas com água destilada. Foram

utilizadas 45 sementes (três repetições com 15 sementes cada caixa) e deram um resultado de 18 sementes germinadas com 40,91% de germinação.



Figura 1- Caixa de germinação com as sementes de soja regadas com água destilada.

### **3.1.3. Área do Plantio**

O plantio e desenvolvimento das plantas ocorreu na empresa Algar Telecom no bairro industrial de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. A área dispunha de uma estufa para a produção de mudas e um campo aberto onde foram dispostas as plantas. Tanto a estufa quanto a área aberta receberam um sistema de irrigação automatizado com aspersores que irrigavam os sacos de plantio em dois momentos do dia, as 7 e 18 horas, por cerca de 10 minutos consecutivos.

### **3.1.4. Semeadura**

As sementes foram semeadas no mesmo sendo depositadas 2 sementes por saco numa mistura de terra, adubo e vermiculita em partes iguais. Os sacos plásticos para plantio foram numerados e distribuídos em duas áreas próximas entre si onde as plantas se desenvolveram, sendo a primeira dentro de uma estufa e a segunda em local aberto e com iluminação solar direta. Foram preparados 165 sacos de plantio para a área da sombra e 165 para a área de sol pleno, totalizando 330 sacos.

### **3.2.1. Germinação dependente da condição luminosa ambiental**

Foi usado um lote de plântulas crescidas no sol e outro lote de plântulas crescidas na sombra após 60 dias do plantio, também foi usado outros dois lotes de

plantas após 120 dias do plantio. Com os dois lotes de 60 dias foram contabilizados o número de sementes germinadas a cada dia, vistoriado em intervalos de 24 horas, desde o dia do plantio até termos 90% de emergência.

### **3.2.2. Desenvolvimento dependente da condição luminosa ambiental e do tempo**

Foi realizada a medição do comprimento da parte aérea, assim como foi quantificado o número de folhas, frutos e sementes. As plântulas apresentem um crescimento homogêneo em cada etapa (60 e 120 dias), foram usadas 50 plantas por lote, e foi feita a análise estatística pelo teste t ou teste de Mann Whitney. Caso o crescimento seja muito variável, foi usado um número de plantas maior, próximo de 100, e será feito um teste estatístico não paramétrico. O crescimento das plântulas apresentou um crescimento muito variável, sendo necessário o uso de testes estatístico não paramétrico.

### **3.2.3. Desenvolvimento dependente da condição luminosa ambiental e da simulação de danos**

Nas plantas crescidas no sol, um lote teve a simulação de herbivoria discreta, onde cerca de 10% da área foliar será retirada, e outro lote teve a simulação de herbivoria intensa, com a retirada de cerca de 50% e outro com 90%. Cada planta foi individualizada com uma etiqueta numerada e terá seu comprimento em altura medido, e será quantificado o número de folhas, botões florais, flores, frutos e sementes. A medida e as quantificações acontecerão tanto no início do experimento, aos 53 dias após a germinação, quanto no final do ciclo da planta, entre os 93 dias.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Desenvolvimento das plantas

O desenvolvimento das plantas foi quantificado a partir das medidas de germinação, altura, sobrevivência, quantidade de folhas, vagens, tricomas foliares e dureza foliar, nos grupos crescendo no sol pleno e na sombra, com e sem simulação de herbivoria no meio do ciclo.

#### 4.1.1. Germinação dependente da condição luminosa ambiental

Houve diferença no tempo da emergência, dependendo da condição luminosa, sendo observado que na área sombreada o processo ocorreu antecipadamente (Mann-Whitney U = 22814,500) (Figura 2). A germinação nas duas áreas foi diferente, sendo mais precoce na estufa ( $5,43 \pm 0,68$  dias; média  $\pm$  desvio padrão) e mais tardia na área com sol pleno ( $7,33 \pm 1,46$  dias). Isto mostra que a soja possui sementes quiescentes, que germinam rapidamente após a embebição, sem a necessidade de outros estímulos especiais. Ocorreu a germinação total das sementes na sombra e a germinação de 96,4% (N=159) das plantas no sol.

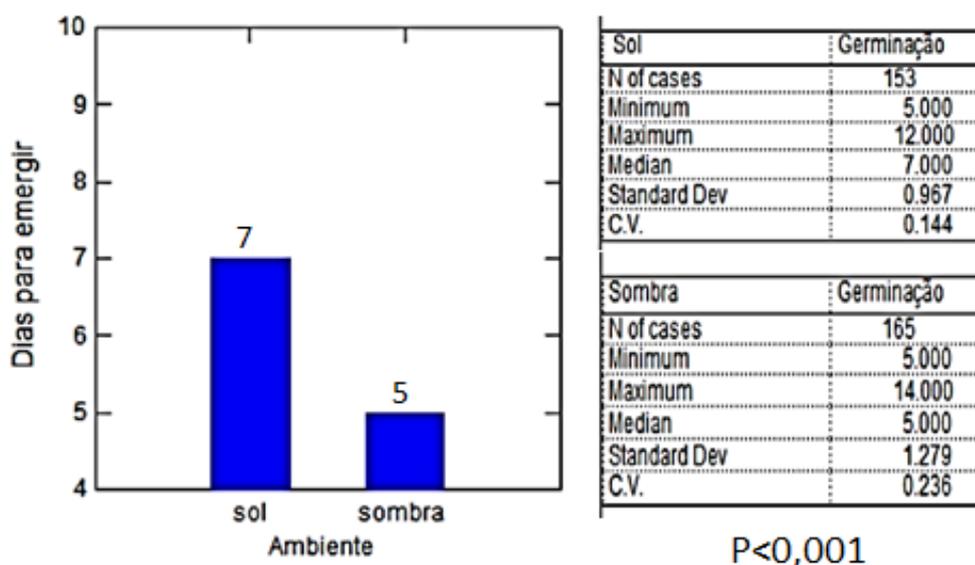


Figura 2- Dados gerados pelo SYSTAT versão 10 (Systat Software, Inc., San Jose Califórnia, EUA).

A germinação no experimento foi em média mais rápida na sombra (5 dias) que no sol (7 dias). Como as condições hídricas principalmente na casa de vegetação se

mostraram ideais, as plantas não tiveram restrição fisiológica inicialmente no processo de germinação e emergência, já que a estufa pode apresentar evapotranspiração reduzida. Em condições de campo a emergência da soja demora em torno de 10 dias (Embrapa, 2003).

#### 4.1.2. Altura dependente da condição luminosa ambiental.

O crescimento observado nas duas áreas mostrou diferenças quanto ao comprimento da parte aérea (Mann-Whitney  $U= 639,000$ );). Aos 25 dias após o plantio o comprimento do caule (altura) foi maior na sombra (Média=39 cm; Desvio Padrão=3,38 cm) do que na área de sol pleno (Média=24,78 cm; Desvio Padrão=3,11 cm) (Figura 3). No entanto, as plantas na área com sol pleno apresentaram boa resistência do caule que o mantinha na posição vertical e com maior desenvolvimento da área foliar. Na área sombreada da estufa as plantas apresentavam caule pouco resistente e muito longo, sem capacidade de ficar ereto, o que proporcionou uma situação onde as plantas formaram um tapete emaranhado sobre os sacos de plantio, como uma trepadeira sem suporte, além de ter menor área foliar.

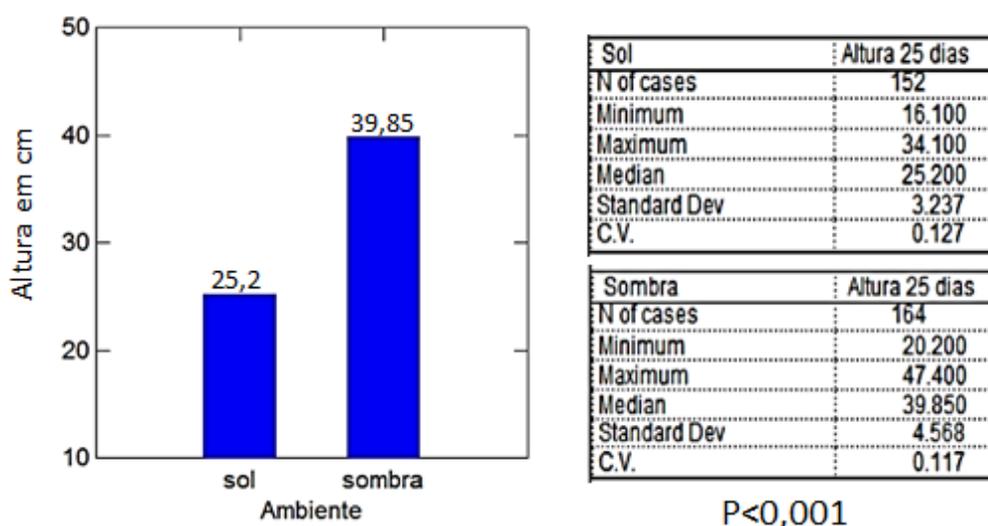


Figura 3- Dados gerados pelo SYSTAT versão 10 (Systat Software, Inc., San Jose Califórnia, EUA).

No meio do ciclo, aos 53 dias, o valor de comprimento do caule permaneceu maior na sombra (Média= 114,60 cm; Desvio Padrão= 23,30 cm) e menor na área com sol pleno (Média= 45,19 cm; Desvio Padrão= 7,30 cm) (Mann-Whitney  $U= 1026,000$ ) (Figura 5). Na área de sol pleno as plantas continuaram a apresentar um caule mais

resistente e ereto, porém com mortalidade (N= 52 plantas mortas) maior do que as plantas na área sombreada (N= 2 plantas mortas). Na área sombreada da estufa a situação das plantas se agravou, mostrando caules cada vez mais tortuosos e frágeis, levando a um emaranhamento dos caules. As plantas foram separadas e submetidas a uma simulação de herbivoria neste momento.

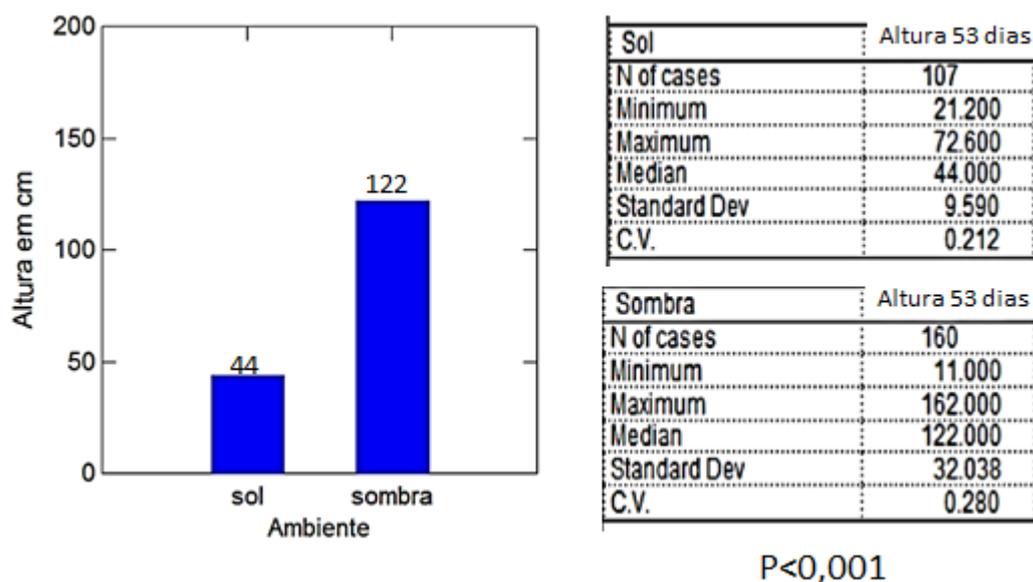


Figura 4- Dados gerados pelo SYSTAT versão 10 (Systat Software, Inc., San Jose Califórnia, EUA)

As plantas da estufa definharam cada vez mais e morreram antes de florescer. As plantas da área de sol tiveram bom desenvolvimento até o fim do ciclo, aos 93 dias, com 101 indivíduos sobreviventes produzindo flores e posteriormente vagens e sementes, no entanto, a simulação de herbivoria mostrou classes de desenvolvimento diferentes. As características de crescimento são utilizadas para inferir o grau de tolerância ou de intolerância das espécies à baixa disponibilidade de luz (SCALON & ALVARENGA, 2002). Segundo o teste de ANOVA, a variável altura (P=0,322) não foi influenciada pelo dano dos níveis de herbivoria simulada na área de plantio no sol pleno (Tabela 1).

Tabela 1 – ANOVA para altura (cm) de plantas de soja no sol relacionada ao dano causado pelos níveis de herbivoria simulada aos 93 dias após a semeadura (Dados gerados pelo SYSTAT versão 10 (Systat Software, Inc., San Jose Califórnia, EUA)).

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
DANO	342.515	3	114.172	1.179	0.322
Error	9199.653	95	96.838		

#### 4.1.3. Sobrevivência dependente da condição luminosa ambiental e simulação de herbivoria.

Apesar do ciclo para a variedade estudada ser de 120 dias, houve um encurtamento para cerca de 90-95 dias, obrigando a antecipação da coleta de dados. A quantidade de plantas vivas foi decrescendo ao longo do tempo nos dois locais de plantio, porém com maior rapidez na sombra da estufa (Figura 5). No final do ciclo (aos 93 dias) todas as plantas mantidas na sombra morreram. Isso foi considerado uma consequência principalmente do estresse causado pela pouca incidência luminosa, mas também da herbivoria simulada e do manuseio para desenroscar os caules. Algumas plantas tiveram seus caules danificados pelo manuseio, impedindo a passagem de seiva pelo xilema e floema.

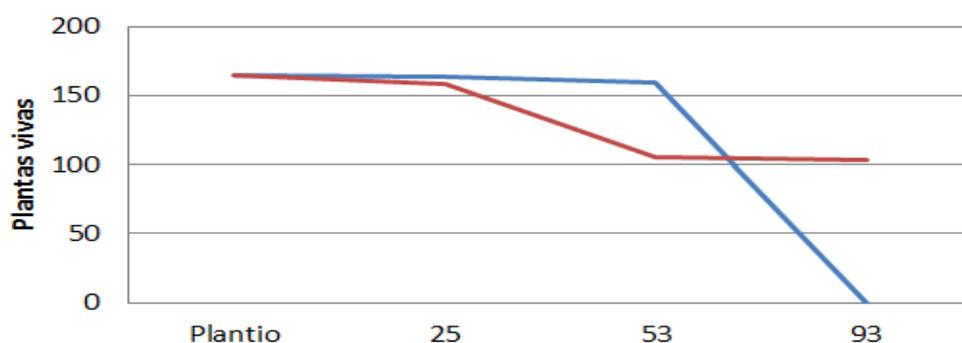


Figura 5- Sobrevivência da soja ao longo do ciclo inteiro, comparando a quantidade total de plantas nas duas áreas de plantio: sombra em azul e sol pleno em vermelho.

As plantas sem dano ou com dano leve apresentaram ótima sobrevivência no final do ciclo (93º dia) (Figura 6). Já as plantas com danos mais severos tiveram sua sobrevivência comprometida, sendo proporcional ao dano.

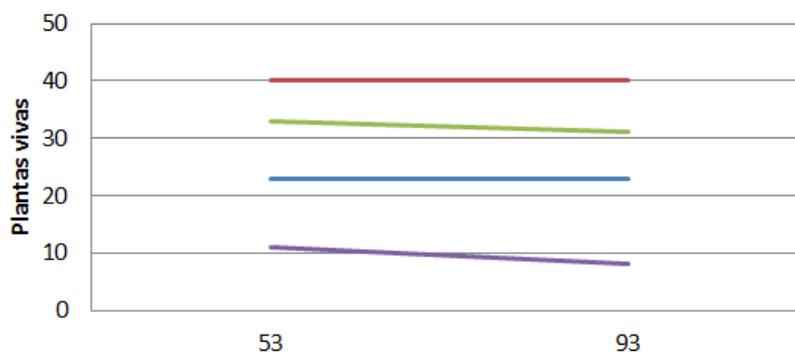


Figura 6- Sobrevivência da soja na área de sol pleno após a simulação de herbivoria. Linha azul: 0% ; vermelha: 10%; verde: 50%; roxo: 90%

#### 4.1.4. Quantidade de folhas dependente da condição luminosa ambiental e simulação de herbivoria

Foi contabilizado o número de folhas nas plantas por conta de sua folha possuir três folíolos e nem sempre todos estarem presentes. No meio do ciclo aos 53 dias a quantidade de folhas por planta foi maior na área de sombra (Média= 6 folhas; C.V= 0,462) e menor na área com sol pleno (Média= 3 ; C.V= 0,226), com diferença significativa (Mann-Whitney U = 2366,000) (Figura 9). Isso pode ter ocorrido devido ao maior dano foliar na área de sol pleno e também à maior necessidade das plantas da sombra de aumentar sua área fotossintetizante para compensar a baixa luminosidade do local. Plantas de soja com deficiência luminosa tendem a lançar folhas mais rapidamente (LIMA, 2002).

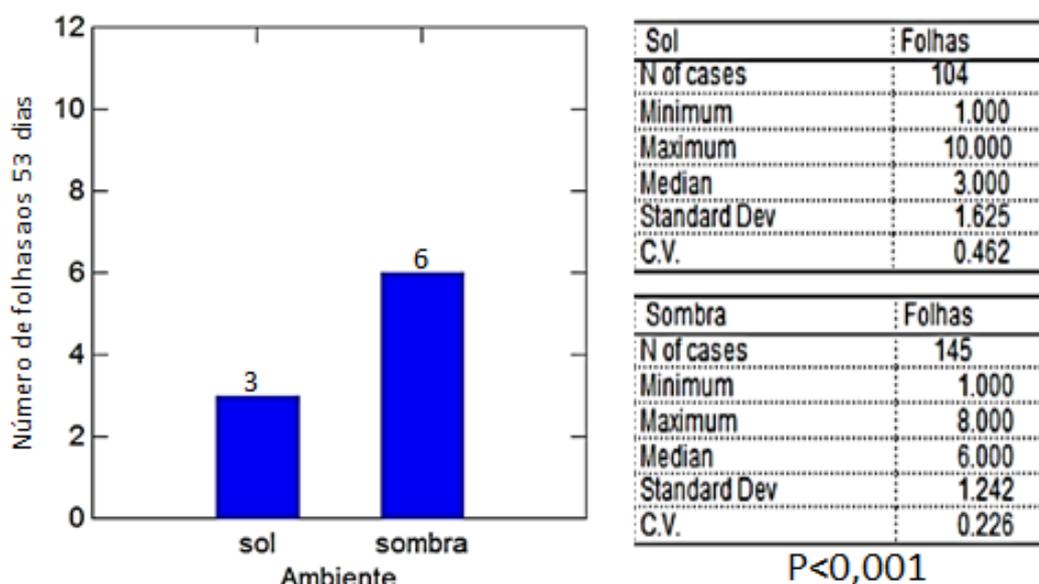


Figura 7- Dados gerados pelo SYSTAT versão 10 (Systat Software, Inc., San Jose Califórnia, EUA).

O número de folhas (P=0,189) não foi influenciado pelo dano dos níveis de herbivoria simulada na área de plantio no sol pleno (Tabela 2).

Tabela 2 - ANOVA para número folhas em plantas de soja no sol relacionada ao dano causado pelos níveis de herbivoria simulada aos 93 dias após a semeadura (Dados gerados pelo SYSTAT versão 10 (Systat Software, Inc., San Jose Califórnia, EUA))

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
DANO	184.646	3	61.549	1.648	0.189
Error	2090.954	56	37.338		

#### 4.1.5. Rigidez foliar dependente da condição luminosa ambiental e simulação de herbivoria

A rigidez foliar das plantas se mostrou distinta entre as áreas (Mann-Whitney U = 964,000). Na área de sol pleno as folhas foram mais resistentes à perfuração em comparação com as plantas em um ambiente sombreado. Em média as plantas de sol pleno apresentaram uma resistência à perfuração de 0,028 kgf (quilograma força) enquanto as plantas da estufa apenas de 0,02 kgf.

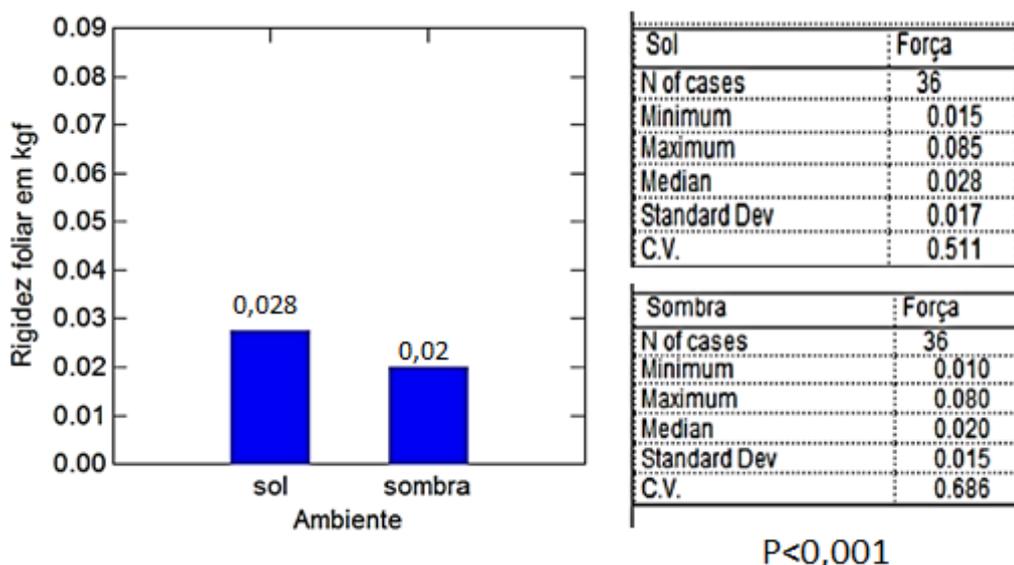


Figura 8- Dados gerados pelo SYSTAT versão 10 (Systat Software, Inc., San Jose Califórnia, EUA).

Sabemos que as folhas de sol possuem maior desenvolvimento da cutícula e têm as células paliçádicas mais longas, com um vigoroso sistema de ramos (TAIZ & ZEIGER, 2004). O sucesso na adaptação de uma espécie em diferentes condições de radiação está relacionado com a eficácia e a rapidez na alocação de biomassa (Lima Júnior et al., 2005).

Nossos resultados mostraram que a força exercida para perfuração das folhas de soja foi significativamente diferente entre os grupos de danos foliares (ANOVA:  $F_{[3,37]}=2,971$ ,  $p<0,05$ ; Tabela 3, Figura 9). Segundo o teste de ANOVA, a força para perfuração das folhas de soja ( $P=0,044$  ;  $F=2,971$ ) é uma variável estatisticamente significativa ( $P<0,05$ ) quanto ao dano de herbivoria simulada (Tabela 3, Figura 9). As plantas com herbívora simulada tiveram a rigidez foliar alterada, tendo as plantas com 50% de dano com maior rigidez foliar. A força para perfuração pode ser influenciado pela quantidade de dano causado pela herbivoria simulada onde, o dano de 50% das folhas de soja obtém a necessidade de maior força para perfuração.

Tabela 3 – ANOVA para força para perfuração em folhas de plantas de soja no sol relacionada ao dano causado pelos níveis de herbivoria simulada aos 120 dias após a semeadura (Dados gerados pelo SYSTAT versão 10 (Systat Software, Inc., San Jose Califórnia, EUA)).

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
DANO	0.001	3	0.000	2.971	0.044
Error	0.005	37	0.000		

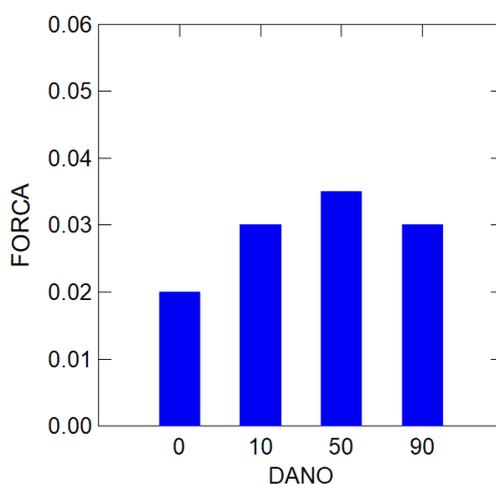


Figura 9 – Força para perfuração de folhas de plantas de soja em relação aos níveis de herbivoria simulados. (Dados gerados pelo SYSTAT versão 10 (Systat Software, Inc., San Jose Califórnia, EUA)).

#### 4.1.6. Quantidade de tricomas foliares e frutos dependente da condição luminosa ambiental e simulação de herbivoria

A quantidade de tricomas apresentou diferença significativa quando comparamos o grupo de dano, sendo o grupo com 90% de dano o grupo com maior quantidade de tricomas (Figura 10).

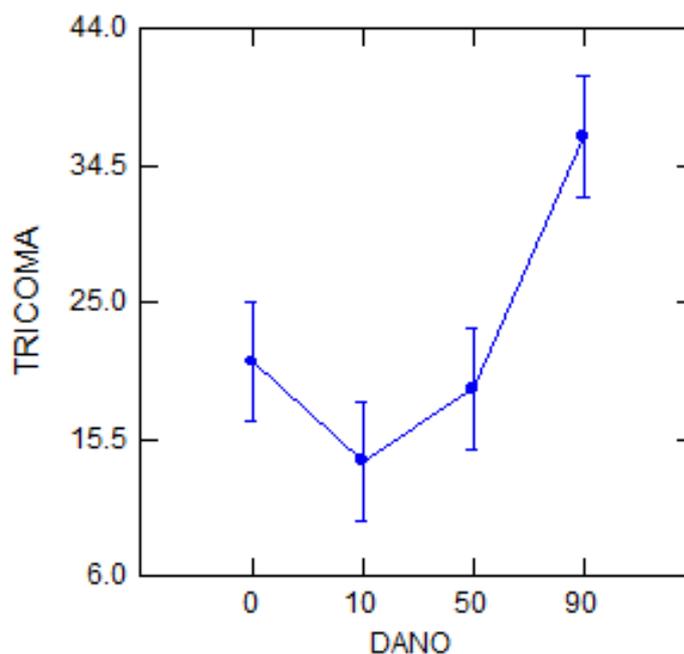


Figura 10- Número de tricomas por grupo de dano.

Segundo o teste de ANOVA, o número de vagens ( $P=0,001$  ;  $F=5,680$ ) é uma variável estatisticamente significativa ( $P<0,05$ ) quanto ao dano de herbivoria simulada (Tabela 4). O número de vagens pode ser influenciado pela quantidade de dano causado pela herbivoria simulada onde, quanto maior a perda das folhas, menor o número de vagens produzidas

Tabela 4– ANOVA para número de vagens em plantas de soja no sol relacionada ao dano causado pelos níveis de herbivoria simulada aos 120 dias após a semeadura (Dados gerados pelo SYSTAT versão 10 (Systat Software, Inc., San Jose Califórnia, EUA)).

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
DANO	413.529	3	137.843	5.680	0.001
Error	2378.324	98	24.269		

A quantidade de vagens por planta nos diferentes grupos de herbivoria foi distinta, tendo mais vagens por planta no grupo com 10% de herbivoria (Média = 14,3

vagens por planta; Desvio Padrão = 3,75 vagens por planta), seguido pela 0% (Média = 14,04 vagens por planta; Desvio Padrão = 5,17 vagens por planta), 50% (Média = 10,97 vagens por planta; Desvio Padrão = 3,32 vagens por planta) e 90% (Média = 8 vagens por planta; Desvio Padrão = 0,44 vagens por planta) (Figura 12).

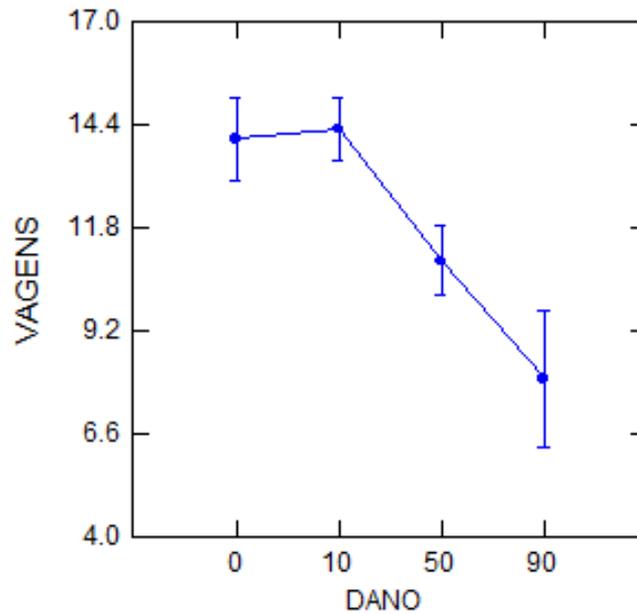


Figura 11 – Quantidade de vagens produzidas pelas plantas de soja em relação aos níveis de herbivoria simulados na área de sol pleno (Dados gerados pelo SYSTAT versão 10 (Systat Software, Inc., San Jose Califórnia, EUA)).

## 5. CONCLUSÕES

Na área sombreada da estufa o acúmulo de água era maior por conta da menor taxa de evaporação, favorecendo a germinação pela grande umidade presente. Após a germinação observou-se o desenvolvimento diferente nas duas áreas, que pode ser explicada pelo fato da soja não se desenvolver tão bem com a menor luminosidade oferecida pela área sombreada, e com isso ter um maior estiolamento do caule em busca da luz solar. Dessa forma as estruturas de sustentação foram insuficientes para deixar esses caules eretos e eles se tornaram rastejantes, as taxas fotossintéticas foram baixas e as folhas foram pequenas. Já, as plantas desenvolvidas na área ensolarada apresentaram um maior desenvolvimento da parte foliar e porte ereto. Isto mostra que a falta de sol prejudica muito o desenvolvimento de tecidos foliares e caulinares dessa espécie.

A presença de uma maior taxa fotossintética influenciou em uma sobrevivência de plantas superior no sol do que na sombra. A menor luminosidade na sombra causaram danos irreversíveis ocasionando a morte de todas as plantas. A quantidade superior de folíolos na estufa se deve possivelmente por conta da planta buscar uma área fotossintetizante maior, para compensar a ausência de luminosidade.

A quantidade de vagens por planta foi superior no grupo controle e no grupo de herbivoria simulada leve (10%). Com a herbivoria simulada pudemos observar uma maior quantidade de sementes por vagem em plantas com 10% e 50% de herbivoria, mostrando que a soja prioriza frente ao estresse uma maior produção de sementes, suportando um certo dano aos seus tecidos sem prejuízo para a produção de sementes. A necessidade de perpetuar a espécie pela produção de sementes é superior à necessidade de sobrevivência do indivíduo.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

As referências bibliográficas seguem a normatização proposta pela ABNT no site <<http://www.leffa.pro.br/textos/abnt.htm#5.9.1.1>>

- ALVES-SILVA, E.; BACHTOLD, A.; BARÔNIO, G.J.; TOREZAN-SILINGARDI H.M. & DEL-CLARO, K. Ant-herbivore interactions in an extrafloral nectaried plant: are ants good plant guards against curculionid beetles? *Journal Natural History*. 2014.
- CAMPELO, G.J.A.; BAYS, I.A.; KIIHL, R.A. S. & ALMEIDA, L.A. Soja BR 11 (Carajás): uma cultivar de ciclo mais tardio. EMBRAPA-UEPAE de Teresina. 1984.
- CAVINATTO, J. P. Soja: o brilho do grão de mil e uma utilidades. *Agrolink*23/04/12 Disponível em: [http://www.agrolink.com.br/noticias/soja--o-brilho-do-grao-de-mil-e-uma-utilidades\\_148113.html](http://www.agrolink.com.br/noticias/soja--o-brilho-do-grao-de-mil-e-uma-utilidades_148113.html)
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, 2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 4 janeiro 2018.
- DINIZ, F. Soja é usada como biofábrica de proteína contra a AIDS. *Portal Embrapa*13/02/15 Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2502191/soja-e-usada-como-biofabrica-de-proteina-contr-a-aids>.
- EMBRAPA SOJA. Sistema de Produção, 1. ISSN Versão eletrônica Jan/2003
- FARIAS B. R. J.; NEPOMUCENO L. A. & NEUMAIER N. Ecofisiologia da soja . EMBRAPA SOJA. Londrina. 2007.
- FUTUYMA, D.J. Evolutionary interactions among herbivorous insects and plants .In: FUTUYMA, D.J.; SLATKIN, M. (Eds.). *Coevolution* Sunderland Sinauer Associates. 1983. p.207-231.
- HOFFMANN-CAMPO C. B.; MOSCARDI F.; CORRÊA-FERREIRA B. S.; OLIVEIRA L. J.; DANIEL RICARDO SOSA-GÓMEZ D. R.; PANIZZI A. R.; CORSO I. C. & GAZZONI D. L.; OLIVEIRA E. B. *Pragas da Soja no Brasil e seu manejo integrado* ISSN 1516-7860. EMBRAPA Londrina. 2000.
- LIMA, FRANCISCA ZENAIDE DE. Análise da eficiência do uso da radiação solar e da água pela cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), submetida a estresse de

- luz e agua. 2002. 139 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.
- LIMA JÚNIOR, E. C.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; OLIVEIRA, H. M. Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1092 – 1097, set./out. 2005.
- QUINTINO, Andréia da Cruz et al. Produtividade da soja em condições de sombreamento em sistemas de integração. 10. ed. Campo Grande: Embrapa, 2013. 6 p.
- SCALON, S. P. Q.; ALVARENGA, A. A. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 26, n. 6, p.1-5, 2002.
- SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C. & BARROS, H. B. Origem, evolução e importância econômica. *Tecnologia de produção e usos da soja*. Londrina: Editora Mecnas (2009): 1-5.
- SPADOTTO, C. A.; GOMES, M. F.& RODRIGUES, G. S. Uso de agrotóxicos nas diferentes regiões brasileiras: subsídios para a geomedicina. *Pesticidas* 8 (1998): 111-26.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.
- WHATLEY. J. M. & WHATLEY, F. R. *A luz e a vida das plantas*. São Paulo; Edusp. 1982.