

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
AGR99006 - DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Henrique Uliana Trentin**

**Matrícula: 180059**

*Pesquisa em melhoramento de soja na Estação da Monsanto*

*Oxford, IN, E.U.A*



PORTO ALEGRE, Março de 2014.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA**  
**AGR99006 - DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Henrique Uliana Trentin**

**Matrícula: 180059**

*Pesquisa em melhoramento de soja na Estação da Monsanto  
Oxford, IN, E.U.A*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do Grau de Engenheiro Agrônomo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Supervisor de campo do Estágio: Eng. Agr., M.Sc., Felipe Zabala

Orientador Acadêmico do Estágio: Eng. Agr., Ph.D., Prof. Marcelo Teixeira Pacheco

**COMISSÃO DE AVALIAÇÃO**

Profa. Mari Lourdes Bernandi – Departamento de Zootecnia (Coordenadora)

Profa. Beatriz Maria Fedrizzi - Departamento de Horticultura e Silvicultura

Prof. Elemar Antonino Cassol - Departamento de Solos

Prof. José Fernandes Barbosa Neto - Departamento de Plantas de Lavoura

Prof. Josué Sant'Ana - Departamento de Fitossanidade

Profa. Lucia Brandao Franke - Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia

Profa. Renata Pereira da Cruz – Departamento de Plantas de Lavoura

PORTO ALEGRE, Março de 2014.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida maravilhosa que me deu.

Aos meus pais, Renato e Eliane, por tudo. Pelo carinho, pelo suporte, pela amizade, pela ajuda. Se não fosse pelo incentivo e ajuda de vocês eu provavelmente não teria feito este intercâmbio. Vocês são exemplos para mim!

A minha irmã Marina, pela amizade e ajuda nos momentos necessários.

Ao Programa Ciência sem Fronteiras, pela excelente experiência que me possibilitou!

Ao Engenheiro Agrônomo Felipe Zabala, pela oportunidade e pela amizade.

A Deborah and Basil Parker, por serem meu pai e minha mãe no exterior. Sem a ajuda de vocês eu provavelmente não teria conseguido fazê-lo.

Ao professor Marcelo Pacheco, pela amizade, pela ajuda e pelo empenho na construção desse relatório.

Aos meus parentes e amigos, pela amizade. Em especial ao Tio Juarez, que se não tivesse me dado aquela carona para enviar os papéis, eu provavelmente não teria feito este intercâmbio.

Ao Eric, ao Jeremy, ao Julian e a Laura, por terem feito meu estágio passar muito rápido.

Ao Frank, pela amizade.

## **RESUMO**

O presente trabalho de conclusão de curso foi elaborado com base no estágio curricular realizado na Estação de pesquisa em melhoramento de soja da Monsanto, localizada no município de Oxford, estado de Indiana, Estados Unidos da América. O objetivo foi aprimorar e por em prática os conhecimentos adquiridos ao longo do curso de Agronomia, além de conhecer o meio de trabalho de uma área de interesse próprio, que é o melhoramento de plantas. De junho a agosto de 2013, foram desenvolvidas atividades relacionadas às rotinas de um programa de melhoramento de soja, tais como: descarte de sementes, monitoramento de lavouras de milho para a presença de soja transgênica voluntária regulamentada, remoção de plantas daninhas, cruzamento de plantas de soja, contagem do estande de plantas, amostragem de tecidos, entre outras.

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>	
<b>Figura 1</b>	<b>Precipitação, temperaturas mínimas, médias e máximas da normal climatológica de 25 anos do município de Boswell, Indiana</b>	<b>9</b>
<b>Figura 2</b>	<b>Planta de soja voluntária regulamentada, em um caminho aberto para circulação em uma lavoura de milho</b>	<b>19</b>
<b>Figura 3</b>	<b>Contêineres usados para descarte de sementes de soja não regulamentadas</b>	<b>21</b>
<b>Figura 4</b>	<b>Contêineres usados para descarte de sementes de soja regulamentadas nos Estados Unidos, ou de sementes não regulamentadas no país mas com restrição em outros países</b>	<b>21</b>
<b>Figura 5</b>	<b>Estado de sementes de soja regulamentadas após a destruição</b>	<b>21</b>
<b>Figura 6</b>	<b>Caixas de papelão em que sacos de sementes de soja regulamentadas nos Estados Unidos, ou de sementes não regulamentadas no país mas com restrição em outros países, são colocados após o descarte das sementes</b>	<b>21</b>
<b>Figura 7</b>	<b>Placa de petri com as flores que irão ser utilizadas para obtenção de pólen</b>	<b>23</b>
<b>Figura 8</b>	<b>Etiqueta com o número de cruzamentos feitos e a localização do nó em que os mesmos foram feitos</b>	<b>23</b>
<b>Figura 9</b>	<b>Estaca com etiqueta para identificação da parcela</b>	<b>24</b>
<b>Figura 10</b>	<b>Tenda onde foi feito o teste de diferentes linhagens de soja quanto ao dano de afídeos</b>	<b>25</b>
<b>Figura 11</b>	<b>Tendas isolando plantas atacadas por afídeos, a fim de servirem como fonte de disseminação de afídeos para a tenda onde será realizado experimento</b>	<b>25</b>

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>1. Introdução</b>	<b>7</b>
<b>2. Caracterização do meio físico e socioeconômico da região de realização do trabalho</b>	<b>8</b>
<b>2.1 Meio-Oeste Norte-Americano</b>	<b>8</b>
<b>2.2 Clima</b>	<b>8</b>
<b>2.3 Solo</b>	<b>9</b>
<b>2.4 Fisiografia, aspectos socioeconômicos e infraestrutura</b>	<b>10</b>
<b>3. Caracterização da instituição de realização do trabalho</b>	<b>11</b>
<b>3.1 História</b>	<b>11</b>
<b>3.2 A empresa atualmente</b>	<b>12</b>
<b>3.3 Estação de pesquisa de melhoramento de soja em Oxford, IN</b>	<b>12</b>
<b>4. Referencial teórico do assunto principal</b>	<b>13</b>
<b>4.1 Soja</b>	<b>13</b>
<b>4.2 Melhoramento genético de soja</b>	<b>15</b>
<b>4.3 Processo de regulamentação de culturas geneticamente modificadas nos Estados Unidos</b>	<b>16</b>
<b>5. Atividades realizadas</b>	<b>18</b>
<b>5.1 Levantamento da quantidade e destruição de plantas de soja voluntária regulamentadas em lavouras de milho</b>	<b>18</b>
<b>5.2 Descarte de sementes não utilizadas no programa de melhoramento</b>	<b>19</b>
<b>5.3 Cruzamento de linhagens de soja</b>	<b>22</b>
<b>5.4 Amostragem de tecido</b>	<b>23</b>
<b>5.5 Capinas e identificação das parcelas com estacas</b>	<b>24</b>
<b>5.6 Instalação de uma tenda de afídeos</b>	<b>25</b>
<b>6. Discussão</b>	<b>26</b>
<b>7. Considerações finais</b>	<b>27</b>
<b>8. Referências Bibliográficas</b>	<b>28</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma planta da família Fabaceae, produtora de grãos e que tem como provável origem o nordeste da China (Himowitz, 1970). Seu grão é rico em óleo e proteínas e é utilizado tanto na alimentação animal como humana (Manara, 1988). De acordo com estatísticas da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura de 2012, a soja é a décima “commodity” mais produzida no mundo, totalizando 241 milhões de toneladas. Motivos como a facilidade de total mecanização da cultura, a substituição de óleos animais por óleos vegetais, além dos múltiplos usos de seus grãos contribuíram para a expansão de cultivo da planta, que até o início do século XX era utilizada principalmente como forragem nos Estados Unidos da América (EMBRAPA, 2014).

A rápida expansão da área cultivada não poderia ter sido alcançada sem o progresso em melhoramento genético feito nessa época. O melhoramento de plantas começou com a domesticação das plantas pelo homem, mas o aumento de estudos nessa área é mais recente (Poehlman, 1987). A área de melhoramento de plantas é tão importante para a segurança alimentar da humanidade que Norman Borlág, bacharel em fitopatologia e genética, o qual coordenou um programa de desenvolvimento de cultivares de trigo de alta resistência e produtividade no México, Índia e Paquistão, recebeu o Prêmio Nobel da Paz em 1970 (Noble Prize, 2014). O melhoramento de plantas, tanto no Brasil como nos Estados Unidos, é feito por instituições públicas e privadas. Uma empresa que apresenta abrangência mundial e que desenvolve o melhoramento de cultivares de soja é a Monsanto (Borém e Miranda, 2013).

A realização do estágio só foi possível graças ao Programa Ciência Sem Fronteiras. Este programa busca, através do intercâmbio e mobilidade internacional, promover melhoras na ciência, tecnologia, inovação e competitividade brasileira (GOVERNO FEDERAL BRASILEIRO, 2014). Graças ao programa foi possível estudar por dois semestres nos Estados Unidos da América, na Illinois State University, e fazer estágio numa empresa sediada naquele país.

O estágio foi realizado entre 13 de junho e 07 de agosto de 2013, na estação de pesquisa em melhoramento de soja da companhia Monsanto, localizada no município de Oxford, no estado de Indiana, nos Estados Unidos da América, totalizando 308 horas. Além das atividades desempenhas na estação de Oxford, também foram realizadas atividades em

lavouras localizadas em outros municípios de Indiana, tais como Attica, Lebanon, Remington, Tipton, Wabash e Wanatah.

O estágio teve como objetivo aprimorar e pôr em prática os conhecimentos adquiridos ao longo do curso de Agronomia, além de conhecer mais o meio de trabalho de uma área de interesse pessoal de estudo e trabalho, que é o melhoramento de plantas.

## **2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DA REGIÃO DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO**

### **2.1 Meio-Oeste Norte-Americano**

O Meio-Oeste Norte-Americano (Illinois, Indiana, Iowa, Michigan, Minnesota, Ohio, e Wisconsin) representa uma das áreas de mais intensa agricultura no mundo (Hatfield, 2012). De acordo com o Censo de Agricultura Americano de 2007, estes estados tinham um valor de mercado de produtos agrícolas e pecuários vendidos de 76.989.749.000,00 de dólares. Os estados do Meio-Oeste são considerados o cinturão do milho; entretanto existe uma diversidade de produção agrícola além de soja e milho, a qual inclui frutas, vegetais, pequenas frutas, cultivos em casas de vegetação, viveiros, entre outros (Hatfield, 2012).

### **2.2 Clima**

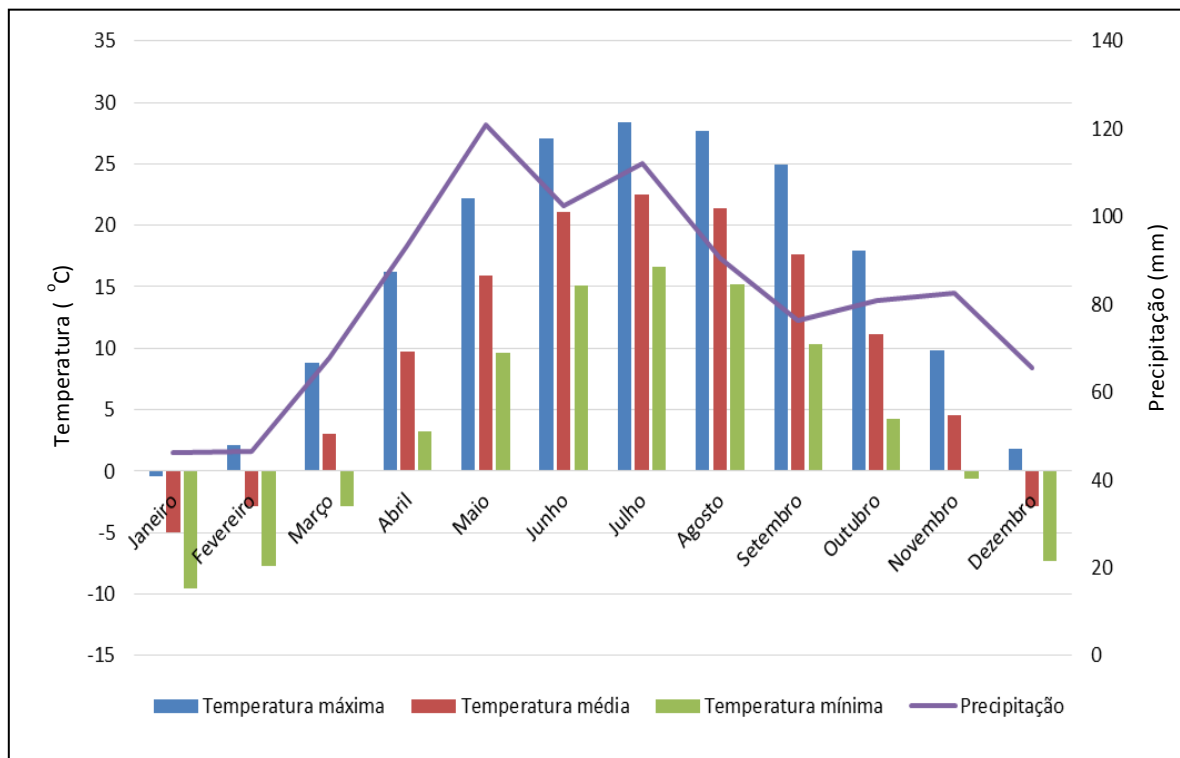
Segundo a classificação climática de Köppen, o clima do município de Oxford é caracterizado como temperado frio, sem estação seca e com verão quente (Dfa) (Kottek et al., 2006). Os dados de temperatura, precipitação e de neve foram obtidos da estação climatológica do município de Boswell, que se localiza a 11 quilômetros do município de Oxford. Julho é o mês mais quente do ano enquanto que janeiro é o mês mais frio, como pode ser visto na Figura 1. O verão é a estação mais chuvosa do ano, sendo maio o mês que registra o maior acúmulo de chuvas, 121 mm, e dezembro e janeiro os meses que mais neva, 119 e 165 milímetros, respectivamente (Indiana Climate State Office, 2014).

Os dados à seguir são referentes ao município de Fowler, que está a 14 quilômetros do município de Oxford. A data média da primeira geada é 7 de novembro e a da última é 2 de abril. O sol brilha 70 por cento do tempo possível no verão e 40 por cento no inverno. A



direção do vento predominante é sudoeste. A velocidade média do vento é maior, 19,3 quilômetros por hora, na primavera (Soil Survey of Benton County, Indiana, 1989).

Figura 1. Precipitação, temperaturas mínimas, médias e máximas da normal climatológica de 25 anos do município de Boswell, Indiana.



Fonte: Indiana State Climate Office (2014).

### 2.3 Solo

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos foi baseado no antigo sistema de classificação de solos americano formulado por Baldwin et al. (1938) (EMBRAPA, 2006). Apesar de ambos serem divididos nos mesmos seis níveis categóricos, nem sempre existe correspondência entre os mesmos. Um exemplo disso é a ordem de solos americanos classificados como Mollisols, que em alguns casos podem ser enquadrados como Chernossolos e em alguns não apresentam correspondência. De acordo com a ferramenta ‘Integrating Spatial Education Experiences (Isee)’, da Purdue University, 2014, os solos da estação de melhoramento de soja da Monsanto em Oxford podem ser classificados como Mollisols, enquanto que a maior parte dos solos de Indiana pertencem a ordem dos Alfisols.

Os Mollisols possuem horizontes superficiais de coloração escura e são ricos em matéria orgânica. Minerais interpresáveis que liberam nutrientes essenciais às plantas como

cálcio, magnésio e potássio, e micronutrientes, são abundantes. A ciclagem de nutrientes e os altos conteúdos de matéria orgânica fazem esses nutrientes prontamente disponíveis para as plantas. Os Mollisols em Indiana foram formados sob vegetação de pradarias e/ou banhados (Integrating Spatial Educational Experiences, 2014). Eles estão entre os mais importantes e produtivos solos agrícolas do mundo, e são usados extensivamente para esse propósito (University of Idaho, 2013).

#### 2.4 Fisiografia, aspectos socioeconômicos e infraestrutura

Benton County, condado ao qual o município de Oxford pertence, possui relevo plano a levemente ondulado. O condado possui uma área de 1.052,6 km<sup>2</sup>, sendo dividido em seis pequenas cidades. A maior altitude no condado é de 279 metros acima do nível do mar e a menor de 204 metros. O condado é cortado por cinco riachos principais, porém a reserva de água é principalmente subterrânea, sendo suficiente na maioria das áreas. O condado possui uma boa infraestrutura rodoviária, tendo aproximadamente 64 km de rodovias federais, 114 km de rodovias estaduais e 1.071 km de estradas do condado USDA-SCS (1989).

Assim como ocorreu em cidades do interior brasileiro, a população de Benton County diminuiu ao longo da última década, tendo atingido seu pico em 1900, quando teve uma população de 13.123 pessoas, sendo que atualmente possui 8.854 indivíduos (United States Census Bureau, 2012). Esse fato pode ser explicado pelo êxodo rural, visto que a maioria das cidades do condado são cidades pequenas e agrícolas. Oxford, por exemplo, possui uma população de 1.157 habitantes (United States Census of Bureau, 2013).

### 3. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO

#### 3.1 História

A Monsanto foi fundada em 1901 pelo americano John F. Queeny, um empregado da indústria farmacêutica, que deu esse nome à companhia em homenagem a sua esposa, Olga Monsanto Queeny. O primeiro produto comercializado pela empresa foi o adoçante artificial sacarina. Os primeiros empregados da companhia eram suíços e, no início, cabia a Olga traduzir as conversas, devido a John não saber falar o idioma alemão. Competidores na Europa e Estados Unidos da América tentaram forçar a companhia a sair dos negócios, mas John perseverou, adicionando novas ofertas a sua linha de produtos e lentamente começando a obter lucros (Monsanto, 2014a).

A Monsanto não entrou no mercado agrícola até a metade da década de 1940 quando Edgar Queeny, filho de John, adquiriu uma fazenda de aproximadamente 240 hectares e entendeu as frustrações dos agricultores. O primeiro produto agrícola da companhia foi o inseticida Santobane, usado para controlar a broca do milho e outras pestes. Outros produtos agrícolas foram lançados nos anos seguintes (Monsanto, 2014a).

Em 1955 a Monsanto comprou a Lion Oil Company, que tinha como um de seus produtos a amônia, usada para manufaturar o fertilizante nitrato de amônio, um dos fertilizantes químicos mais utilizados nos Estados Unidos da América. Na mesma década os produtos da Monsanto chegaram ao Brasil. Na década de 1960, a companhia expandiu muito sua produção de fertilizantes e também lançou alguns herbicidas tais como o Lasso<sup>®</sup> e o Ramrod<sup>®</sup>. A partir de 1982 a companhia começou a sair gradualmente do mercado de fertilizantes (Monsanto, 2014a).

Nas décadas de 1950 e 1960 a companhia lançou uma grande variedade de herbicidas, tais como Radox<sup>®</sup>, Vegadex<sup>®</sup>, Avadex<sup>®</sup>, entre outros, atingindo um grande número de culturas, tais como beterraba, cártamo, cevada, ervilha, feijão, linho, milho, soja, trigo e verduras. Em 1970, a Monsanto descobriu um herbicida capaz de controlar tanto plantas daninhas anuais como perenes e que se decompunha em compostos naturais. Este herbicida era chamado de Roundup<sup>®</sup> e tinha como ingrediente ativo a molécula chamada de glifosato (Monsanto, 2014a).

O campo da biotecnologia começou a ser estudado em 1973 por cientistas universitários. A Monsanto montou um time de cientistas com o objetivo de transferir genes

clonados para as células de plantas e depois regenerar plantas saudáveis e férteis. Os cientistas obtiveram sucesso nessa missão e foi descoberto que as progênes dessas plantas geneticamente modificadas apresentavam as mesmas características das plantas parentais. Tomateiros foram modificados para tolerar o herbicida agrícola Roundup® e para resistir a duas doenças. Desta forma, uma revolução na agricultura foi iniciada (Monsanto, 2014a).

Em 1995 o governo americano liberou a utilização de cultivares de soja resistentes ao herbicida glifosato, conhecidas como sojas Roundup Ready®, assim como cultivares de batatas resistentes a insetos, sob nome de NewLeaf®, além de algodão também resistentes a insetos, chamados de Bollgard®, os quais representam os primeiros produtos comerciais da pesquisa em biotecnologia da Monsanto. A Monsanto começou a adquirir e fazer parcerias com companhias de sementes que possuíssem excelente germoplasma. Sendo assim, entre 1996 e 1998, a companhia adquiriu empresas de sementes como Agroceres, Asgrow, Monsoy e Dekalb, com o objetivo de melhorar seu germoplasma (Monsanto, 2014a).

### 3.2 A empresa atualmente

A Monsanto tem sua sede na cidade de Saint Louis, no Estado do Missouri, nos Estados Unidos da América. Possui 21.183 funcionários e 404 instalações em 66 países (Monsanto, 2014b). No Brasil, possui 36 unidades de pesquisa, distribuídas em 12 estados. Em 2010 contava com uma equipe de 2324 funcionários permanentes. No ano de 2013 completou 50 anos de atividades no país (Monsanto, 2014c).

A companhia vende sementes de algodão, cana-de-açúcar, canola, milho, sorgo, soja, trigo, além de olerícolas e frutíferas. A empresa também comercializa tecnologias e herbicidas. A empresa possui vários projetos socioambientais e recebe muitos prêmios pela qualidade de trabalho que oferece aos seus funcionários e pela qualidade de serviços oferecidos aos consumidores (Monsanto, 2014d).

### 3.3 Estação de pesquisa de melhoramento de soja em Oxford, IN

A estação de melhoramento de soja da Monsanto em Oxford, Indiana, está localizada na entrada da cidade, no endereço East Benton Street, 703. As instalações pertenciam à companhia Asgrow, grupo que a Monsanto adquiriu. A estação trabalha no desenvolvimento de cultivares de soja precoces, dos grupos de maturação II e III, com ênfase para o estado de

Indiana. A estação possui uma equipe de 8 funcionários permanentes e costuma contratar alguns funcionários temporários durante a estação de cultivo da soja.

Dentre os funcionários permanentes, cinco deles são agrônomos, sendo que um deles é melhorista, outros três são responsáveis pela parte dos ensaios de campo e o outro é o gerente da estação. Além dos agrônomos, a equipe também tem um funcionário encarregado pela parte de máquinas, um pela parte de segurança e uma secretária. A estação realiza a maior parte de suas atividades nas áreas que possui junto à sede em Oxford, porém, também arrenda terras em outros municípios do estado tais como Attica, Lebanon, Remington, Tipton, Wabash e Wanatah. Também há o envio de sementes para lugares como Chile e Havaí, para que seja realizado o avanço de gerações.

#### **4. REFERENCIAL TEÓRICO DO ASSUNTO PRINCIPAL**

##### **4.1 Soja**

A soja cultivada atualmente é ereta e de porte arbustivo, ramificando bastante quando espaços grandes são dados, apesar de o melhoramento estar direcionando a mesma para galhos curtos. As cultivares de soja podem ser divididas segundo seu hábito de crescimento, em hábito determinado e hábito indeterminado. As cultivares de hábito indeterminado florescem antes da alongação da haste principal cessar, e flores são emitidas apenas em racemos axilares. Cultivares de hábito de crescimento determinado emitem flores em racemos terminais e axilares, e a alongação cessa com a diferenciação da gema apical (Poehlman, 1987).

Plantas de soja têm pubescência de coloração acinzentada ou amarelo-acastanhada nas hastes, folhas e legumes. Os folíolos são ovalados a lanceolados elípticos (Borém, 2005). O peso das sementes varia de 5 a 55 gramas por 100 sementes. A coloração do tegumento é normalmente amarela, mas pode ser verde, marrom, preta ou uma combinação dessas cores. A marca do hilo também pode variar em cor. A cor da flor é roxa ou branca, combinação das duas cores ou um gradiente do roxo (Poehlman, 1987).

A soja é uma espécie autógama, que apresenta de 2 a 35 flores por racemo (Borém, 2005). A corola consiste de 5 pétalas separadas, as quais envolvem o pistilo e dez estames. Os estames desenvolvem-se em um tubo ao redor do pistilo, sendo o pólen das anteras liberado

diretamente sobre o pistilo. As flores abrem nas primeiras horas da manhã, sendo o pólen liberado normalmente antes ou logo após a abertura das flores, apesar de a polinização poder ocorrer dentro das gemas. A polinização cruzada ocorre geralmente em taxas menores do que 1%. O pólen da soja é pesado e raramente é carregado pelo vento (Poehlman, 1987). Alguns insetos, como tripses e abelhas podem atuar como agentes de cruzamento natural (Sedyama, 1982).

Cultivares de soja diferem nos requerimentos de comprimento do dia para florescerem. Se a temperatura se mantiver relativamente constante, a quantidade de dias necessários para o florescimento vai ser reduzida pela diminuição do comprimento do dia. Isso resultou no fato de a maioria das cultivares de soja serem adaptadas a uma faixa relativamente estreita de latitude. Quando cultivares são plantadas em menores latitudes, com comprimentos de dias menores do que na área de adaptação, o florescimento é acelerado, os legumes emitidos em plantas com alturas reduzidas, resultando num menor rendimento de grãos, além de reduzida qualidade das sementes. A qualidade das sementes também é afetada pelas temperaturas mais elevadas durante a fase de maturação das mesmas, quando o cultivo é realizado em menores latitudes (Poehlman, 1987).

O florescimento em soja também é afetado pela soma térmica, sendo que temperaturas mais altas aceleram o tempo necessário para atingir esta fase. A polinização cruzada artificial em programas de melhoramento é uma operação tediosa, visto que as partes florais são muito pequenas e a quantidade de sementes obtidas, a partir de cruzamentos controlados, é muito menor do que a obtida em cereais. Um gene de macho esterilidade masculina foi identificado em soja, o gene  $ms_1ms_1$ , que atua inibindo o desenvolvimento de pólen viável (Poehlman, 1987). A utilização de genes de macho-esterilidade facilita a realização de cruzamentos controlados, sendo de grande valia em programas de melhoramento que objetivem realizar maior número de cruzamentos, como em programas de seleção recorrente (Brim e Stuber, 1973).

Durante a evolução do melhoramento de soja nos Estados Unidos e no Canadá, virou prática comum agrupar cultivares de acordo com a sua resposta ao fotoperíodo. Treze grupos de maturidade são agora reconhecidos, designados por números romanos, começando com 000 para o grupo de maturidade adaptado a dias longos e curtos verões, e acabando com X, que é o grupo de maturação mais tardio. Nos Estados Unidos as cultivares variam do grupo 00 ao grupo IX (Poehlman, 1987), e no Brasil do V ao IX (Alliprandini et al., 2009). O primeiro registro de soja no Brasil é de 1882, vindo dos Estados Unidos, para uso na Bahia

(EMBRAPA, 2014). Atualmente os maiores produtores mundiais são Estados Unidos, Brasil, China e Argentina. Apesar de a China possuir grande produção, ela também é um grande importador, devido ao elevado consumo interno (Borém, 2005). A produção de soja nos Estados Unidos está concentrada no 'Corn Belt' e na parte baixa do Delta do Mississipi (Poehlman, 1987).

#### 4.2 Melhoramento genético de soja

A soja apresenta ampla diversidade genética quanto a sua área de adaptação, e esta característica deve-se principalmente à sensibilidade dessa leguminosa ao fotoperíodo e à temperatura (Sediyama e Santos, 1998). Os métodos utilizados no melhoramento de soja são os mesmos métodos utilizados em outras plantas de autofecundação: introdução, seleção dentro das introduções e desenvolvimento de novas cultivares através de cruzamento controlado e desenvolvimento de populações segregantes. Muitas cultivares foram introduzidas nos Estados Unidos entre 1920 e 1931. Depois do período de introdução de cultivares, veio um período de purificação das cultivares obtidas, visto que muitas cultivares apresentavam variabilidade genética quando as mesmas foram introduzidas. O último passo foi a hibridação de genitores, que na época começava a substituir a seleção entre linhas puras como método de melhoramento de soja (Poehlman, 1987).

Vários são os métodos utilizados atualmente no melhoramento de plantas autógamas, tais como o método da população, método genealógico, método descendente de uma única semente (SSD), método descendente de uma única vagem (SSP), teste de geração precoce, seleção recorrente e o método de retrocruzamentos. Várias são as características buscadas em um programa de melhoramento de soja, entre elas: adaptação quanto ao ciclo da cultivar, hábito de crescimento, período juvenil para indução floral, altura da planta e da inserção do primeiro legume, acamamento de plantas, deiscência dos legumes, qualidade da semente, possibilidade de semeadura em épocas não convencionais, resistência aos insetos praga, resistência a doenças, teor e qualidade do óleo, teor e qualidade da proteína, sabor da soja para alimentação humana, tolerância a herbicidas e rendimento de grãos (Borém, 2005).

### 4.3 Processo de regulamentação de culturas geneticamente modificadas nos Estados Unidos

O processo de regulamentação de culturas geneticamente modificadas nos Estados Unidos da América passa por três agências regulamentadoras. A Agência de Proteção Ambiental (EPA), a Administração de Alimentos e Drogas (FDA), e o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) (Pew Initiative on Food and Biotechnology, 2001). Os ensaios de campo são uma parte importante no desenvolvimento de todas as novas cultivares, incluído as geneticamente modificadas (Monsanto, 2014e).

Nos últimos anos, o USDA autorizou mais de 80 entidades a conduzir ensaios de campo com produtos geneticamente modificados. O Serviço de Inspeção de Saúde Animal e Vegetal (APHIS) do USDA publica essa informação na página de Serviços de Regulamentação de Biotecnologia, no seu website. Através da avaliação de ensaios de campo, as culturas geneticamente modificadas estão sujeitas a restrita fiscalização regulatória. (Monsanto, 2014e).

Independentemente da escala, todos os ensaios de campo com plantas geneticamente modificadas nos Estados Unidos da América devem aderir aos padrões de segurança e conduta da APHIS. Os padrões são designados para prevenir a introdução não intencional de culturas geneticamente modificadas no comércio ou no ambiente (Monsanto, 2014e).

O teste em campo de culturas geneticamente modificadas ocorre em fases. Os testes tipicamente começam com um pequeno número de plantas e se expandem, enquanto mais informações a respeito do evento de modificação genética são obtidas. Os pesquisadores associados à Monsanto realizam uma triagem e seleção de plantas em laboratório e casa de vegetação, que cumprem ou excedem as especificações do APHIS. Com esses dados, pesquisadores solicitam a autorização do APHIS para conduzir ensaios de campo localizados, de pequena escala. Resultados de campo de pequena escala são usados para nova triagem e seleção daquelas plantas que serão testadas em ensaios de campo maiores (Monsanto, 2014e).

O APHIS posta notícias do que determina como casos mais expressivos de não cumprimento das exigências legais no seu site, os quais são raros. Nos últimos anos, o APHIS reportou que a taxa de cumprimento das normas para ensaios de campo, validada por inspeções, é de aproximadamente 99%. O APHIS também reportou que a maioria dos casos de não-cumprimento são infrações menores. Juntos, os requerimentos regulatórios do USDA



e as práticas de gestão da empresa provaram ser uma combinação muito efetiva no desenvolvimento seguro de produtos geneticamente modificados (Monsanto, 2014e).

Em adição a esses padrões de conduta obrigatórios, o APHIS oferece um programa voluntário e abrangente de manejo de qualidade, o programa Sistema de Manejo de Qualidade em Biotecnologia (BQMS), para entidades que conduzem testes de campo. Através desse programa voluntário, o APHIS aumenta as análises de pontos críticos de controle de conduta para a importação, movimento interestadual e a liberação para campo de produtos geneticamente modificados regulamentados (Monsanto, 2014e).

Cada entidade participante deve estabelecer um BQMS para manejar ensaios de campo com organismos geneticamente modificados (OGM's), que são vistoriados por auditorias de terceiros, em conformidade com os padrões de auditores do programa BQMS da APHIS. A Monsanto é um participante reconhecido no BQMS e tem um programa líder designado para atender ou exceder os padrões de exigência da APHIS, para todos os ensaios de campos. Desde 1990, a Monsanto conduziu mais de 26.000 ensaios nos Estados Unidos. Esses ensaios são conduzidos pela equipe da própria companhia, bem como por terceiros qualificados, universidades e agricultores (Monsanto, 2014e).

## 5. ATIVIDADES REALIZADAS

### 5.1 Levantamento da quantidade e destruição de plantas de soja voluntária regulamentadas em lavouras de milho

Conforme descrito anteriormente, no tópico sobre regulamentação de culturas geneticamente modificadas, o governo americano controla através de diferentes agências a liberação para testes a campo de OGM's regulamentadas. A estação de melhoramento de soja da Monsanto em Oxford conduz os ensaios de campo de linhagens de soja regulamentadas nas lavouras junto à estação, bem como em outros municípios do estado de Indiana.

Ensaio são conduzidos em municípios como Attica, Lebanon, Remington, Tipton, Wabash e Wanatah. Algumas das áreas usadas para a condução destes ensaios de campo são arrendadas de agricultores, enquanto outras pertencem a outras estações da Monsanto no estado. Nas lavouras junto à estação em Oxford, bem como nos outros locais, o milho e a soja eram usados em sucessão, em anos diferentes. Logo, nas áreas em que os ensaios de soja regulamentada eram feitos em um ano, no ano seguinte era cultivado milho.

Esta sucessão é fundamental para o controle da quantidade de plantas de soja voluntárias existentes, visto que é impossível a diferenciação visual entre plantas de soja regulamentadas e plantas de soja não regulamentadas. Foram feitas vistorias nas lavouras de milho que tinham soja regulamentada no ano anterior a cada quinze dias e, em cada vistoria, o número de plantas de soja voluntária era contado e as mesmas destruídas.

As plantas foram destruídas através do arranquio das mesmas do solo. Um detalhe interessante é que as plantas de soja arrancadas não deviam deixar a área do ensaio de campo. O monitoramento era feito linha por linha. Este serviço era executado na maioria das vezes pelos trabalhadores temporários contratados pela companhia, os quais incluíam estagiários, e por um funcionário responsável. A Figura 2 mostra uma planta de soja regulamentada em um caminho aberto para circulação em uma lavoura de milho.

Figura 2 - Planta de soja voluntária regulamentada, em um caminho aberto para circulação em uma lavoura de milho.



Foto do autor.

## 5.2 Descarte de sementes não utilizadas no programa de melhoramento

A estação de pesquisa em melhoramento de soja da Monsanto em Oxford possui colheitadeiras especiais para a colheita de parcelas de soja. As colheitadeiras registram dados como umidade dos grãos no momento da colheita e o rendimento de cada parcela, e colocam os grãos colhidos em um saco plástico. Dentro da própria colheitadeira, um código de barras era impresso nesse saco plástico, permitindo a identificação de cada parcela.

Após a colheita, o melhorista faz a análise de cada linhagem, compara com dados obtidos em outros locais e determina o futuro das sementes guardadas. Caso elas sejam selecionadas, as mesmas podem ser enviadas para outros locais, tais como Havaí ou Chile, para o avanço de geração e melhoramento, ou mantidas no local para plantio no próximo ano. O clima de Indiana permite apenas uma estação de crescimento de soja por ano, o que justifica o envio para outros locais com clima mais adequado, para que o processo de obtenção de novas cultivares seja acelerado.

A Monsanto organiza as linhagens de soja de três maneiras, de acordo com às restrições ao uso dos OGM's. As não regulamentadas, as quais são armazenadas em sacos plásticos transparentes, são aquelas que não possuem nenhuma restrição de cultivo, tanto no país como no exterior. As linhagens de soja não regulamentadas nos Estados Unidos, porém com restrição de uso em outros países, como o Canadá, que são armazenadas em sacos amarelos, como o nome já explica, apresentam restrições de cultivo em outros países e logo são tomados cuidados para que elas sejam não transportadas para os mesmos. As cultivares de soja regulamentadas, que são guardadas em sacos plásticos laranjas, são aquelas que ainda estão sob avaliação das agências regulamentadores e ainda não tem seu uso comercial liberado.

As cultivares de soja não regulamentadas nos Estados Unidos e que não apresentavam restrição de uso em outros países eram descartadas em contêineres metálicos, como os que podem ser vistos na Figura 3. Os sacos eram cortados com facas de segurança. Os sacos plásticos cortados tinham o mesmo destino que o lixo comum. A soja recolhida era repassada para um agricultor local.

As cultivares de soja não regulamentadas nos Estados Unidos, porém com restrição de uso em outros países, recebiam um tratamento diferente. Os sacos eram descartados em contêineres maiores, como os da Figura 4. A soja descartada era levada até uma das áreas da estação onde a mesma era destruída. O estado em que os grãos ficavam após a destruição pode ser visto na Figura 5. Os sacos plásticos cortados eram colocados em grandes caixas de papelão, que eram forradas com dois grandes sacos plásticos que cobriam todo o fundo da caixa, como pode ser visto na Figura 6.

Figura 3 – Contêineres usados para descarte de sementes de soja não regulamentadas.



Foto do autor.

Figura 4 – Contêineres usados para descarte de sementes de soja regulamentadas nos Estados Unidos, ou de sementes não regulamentadas no país mas com restrição de uso em outros países.



Foto do autor.

Figura 5 – Estado de sementes de soja regulamentadas após a destruição.



Foto do autor.

Figura 6 – Caixas de papelão em que sacos de sementes de soja regulamentadas nos Estados Unidos, ou de sementes não regulamentadas no país mas com restrição de uso em outros países, são colocados após o descarte das sementes.



Foto do autor.

Quando as mesmas estivessem cheias, os sacos plásticos eram amarrados e a caixa de papelão lacrada. As caixas de papelão eram então enviadas para incineração. O custo para incineração é elevado, logo, os sacos plásticos eram preenchidos o máximo possível, respeitando o tamanho da caixa, para diminuir custos. O processo de descarte de linhagens de soja regulamentadas é exatamente o mesmo do que o das linhagens de soja não regulamentadas nos Estados Unidos, porém com restrição de uso em outros países.

Porém o descarte dessas duas últimas não era feito ao mesmo tempo. Cada vez que se mudava o tipo de semente a ser descartada, o galpão era varrido e o contêiner de sementes esvaziado. Sementes extras, que foram guardadas em envelopes e em copinhos, para serem usadas após o plantio dos ensaios, em caso de falhas de emergência, eram descartadas quando verificado que as mesmas não seriam mais necessárias. Este serviço era realizado principalmente por temporários e estagiários.

### 5.3 Cruzamento de linhagens de soja

A estação de pesquisa em melhoramento de soja de Oxford faz o cruzamento de linhagens de soja para o desenvolvimento de novas cultivares. Nos blocos de cruzamento, normalmente as linhagens materna e paterna são postas lado a lado. Para realizar o cruzamento, primeiro, utilizando uma pinça, eram coletadas aproximadamente 10 flores da linhagem paterna, as quais eram armazenadas numa placa de petri, como pode ser visto na Figura 7. Dava-se preferência a flores abertas e com coloração das pétalas bem viva, o que era sinal que o pólen estava sendo liberado e que o mesmo se encontrava em boas condições. Depois, nas plantas utilizadas como mãe, eram retiradas as sépalas, as pétalas, o androceu, deixando apenas a parte feminina da flor. Para as plantas que receberiam o pólen procuravam-se gemas florais com o maior tamanho possível, porém que ainda não tivessem exteriorizado as pétalas, pois, nesta fase, já poderia ter ocorrido a fecundação.

Os cruzamentos realizados durante o período de estágio eram, normalmente, feitos das 9:30 da manhã até as 16:00 da tarde, devido a menor umidade do ar nesse período, fato que facilitava a liberação do pólen. Eram polinizadas aproximadamente 15 flores por cruzamento. O registro de quantas gemas florais foram cruzadas, as linhagens utilizadas como pai e mãe, a pessoa que fez o cruzamento e a data eram anotados em um envelope de papel. Este era utilizado posteriormente para armazenamento dos legumes que foram gerados a partir daquele cruzamento.

Antes de uma flor ser polinizada, eram eliminados todos os legumes e flores de cada nó da planta em que iria ser feitos os cruzamentos, restando apenas as gemas florais em que os mesmos seriam feitos. No nó abaixo das gemas florais cruzadas era amarrada uma etiqueta plástica que continha quantas polinizações tinham sido feitas no nó acima do nó em que se encontrava a etiqueta, a pessoa que fez a polinização e a data do cruzamento, como pode ser visto na figura 8. No caso de serem feitos cruzamentos em nós próximos na planta, era utilizada a uma única etiqueta para apontar os nós em que haviam sido feitos os cruzamentos.

Algumas novas flores de soja surgiam em nós em que os cruzamentos tinham sido feitos. Desta forma, para a identificação das flores onde foi feito o cruzamento as mesmas tinham as sépalas eliminadas, tornando possível a diferenciação, no momento da colheita, de um legume em que foi feito o cruzamento e outro onde ocorreu autofecundação.

Figura 7 – Placa de petri com as flores que irão ser utilizadas para obtenção de pólen.



Foto do autor.

Figura 8 – Etiqueta com o número de cruzamentos feitos e a localização do nó em que os mesmos foram feitos.



Foto do autor.

#### 5.4 Amostragem de tecido

Foi feita a amostragem de tecido vegetal em algumas parcelas dos ensaios conduzidos na sede da estação de pesquisa em melhoramento de soja de Oxford. O procedimento para a realização da amostra de tecidos era a seguinte: primeiro, eram marcadas as plantas onde seria feita a amostragem de tecido vegetal, com uma etiqueta plástica biodegradável. Normalmente eram marcadas as 10 melhores plantas de cada parcela. Depois se retirava um pedaço de uma

folha nova de uma planta marcada, amassava-se o mesmo, colocando-o em uma bandeja adequada para o processo.

As bandejas eram mantidas refrigeradas após a coleta para manter a qualidade do material coletado. A amostragem de tecido era feita para avaliar a presença de genes relacionados ao rendimento de grãos, a resistência a doenças e a resistência a herbicidas. Os ensaios recebiam tratamento com herbicidas, o que facilitava a eliminação das plantas que não possuísem os genes de interesse.

### 5.5 Capinas e identificação das parcelas com estacas

Capinas eram feitas nas lavouras para a eliminação das plantas daninhas de maior tamanho. Esse serviço geralmente era executado por um funcionário responsável e pelos trabalhadores temporários, os quais incluíam estagiários. A identificação das parcelas era feita colocando-se estacas que continham etiquetas na frente das mesmas, (Figura 9). A cor da estaca e o tipo de planta, em relação às restrições de uso de OGM's, mantêm o mesmo padrão dos sacos, descrito na segunda atividade.

Figura 9 – Estaca com etiqueta para identificação da parcela.



Foto do autor.



## 5.6 Instalação de uma tenda de afídeos

Foi instalada uma tenda coberta por tela, de malha bem fina, para avaliar o dano de afídeos em diferentes linhagens de soja. Após a instalação da tenda foi feito o plantio das linhagens e identificação das mesmas, (Figura 10). Plantas atacadas por afídeos na estação de Oxford eram isoladas com uma pequena tenda, como pode ser visto na Figura 11. Essas plantas serviriam para a disseminação de pulgões dentro da tenda em que o experimento seria conduzido. O estagiário contribuiu para essa atividade através do plantio das linhagens de soja e da identificação das mesmas através de estacas com etiquetas.

Figura 10 – Tenda onde foi feito o teste de diferentes linhagens de soja quanto ao dano de afídeos.



Foto do autor.

Figura 11 – Tendões isolando plantas atacadas por afídeos, a fim de servirem como fonte de disseminação de afídeos para a tenda onde será realizado o experimento.



Foto do autor.

## 6. DISCUSSÃO

As exigências impostas pelo governo americano para o descarte de sementes de uso controlado são muito rígidas. Há aproximadamente duas décadas plantas geneticamente modificadas vêm sendo cultivadas e nenhuma notícia de grande repercussão sobre malefícios à saúde foi divulgada. Estudos afirmam que os mesmos podem apresentar maiores resíduos de agrotóxicos em relação à produção orgânica, o que não é diferente de organismos não modificados geneticamente e que sofreram tratamento com agrotóxicos. Porém, caso seja respeitado o período de carência dos produtos, os organismos geneticamente modificados podem ser considerados seguros.

Não raro, algumas sementes de soja regulamentadas ou com alguma restrição em outro país ficavam presas aos sacos plásticos, após o descarte das mesmas nos contêineres. Estas então eram colocadas nas caixas de papelão que iriam ser incineradas, processo que gera um alto custo para a companhia. Esta exigência me parece exagerada.

A identificação de cada ensaio realizado na sede deixou a desejar. Não raras foram as vezes em que a equipe foi aos ensaios para fazer a identificação das parcelas através da colocação de estacas, e teve que esperar até o funcionário responsável conseguir identificar o ensaio ou até mesmo voltar para a sede para conseguir fazê-lo. Um maior registro dos dados no momento do plantio e um posterior processamento destes auxiliariam na redução de gasto de tempo na identificação dos ensaios.

Um produtor aplicou atrazina em uma lavoura de milho na sede da Monsanto em Oxford. Ocorreu deriva do produto, que atingiu alguns ensaios de soja, causando fitotoxicidade às plantas. A deriva de produtos de lavouras adjacentes nos ensaios de soja é muito prejudicial, devido ao fato de que a fitotoxicidade pode matar, prejudicar o desenvolvimento e/ou a produção das plantas, assim ocasionando a perda de linhagens ou distorcendo o real desempenho das mesmas. Para tentar eliminar esse problema, o gestor da estação deve convencer o produtor que utilizará a terra a não utilizar agrotóxicos que são danosos a soja. Outra solução é acabar com o acordo em que a estação permite que produtores locais cultivem milho em suas áreas e começar a fazer o processo por conta própria. Isso porque permitiria à estação um melhor controle dos produtos aplicados nas lavouras de milho.

A estação de melhoramento de soja de soja da Monsanto em Oxford se preocupava muito com a segurança dos seus funcionários. Eram feitos constantes treinamentos de segurança tanto para funcionários permanentes como para os funcionários temporários. O

estado de conservação dos equipamentos era checado pelo responsável pela segurança com frequência. A estação tinha um sistema de identificação das áreas em que foram aplicados produtos químicos. Nas áreas aplicadas, eram colocadas placas para alertar as pessoas para não entrarem nessas áreas. No prédio principal, o registro de aplicação de produtos e às aplicações de produtos expiradas eram mantidas em um mural. No registro de aplicação de produtos estavam os dados dos produtos aplicados, a área onde eles foram aplicados, quando eles foram aplicação, o intervalo de segurança para a entrada na área, entre outros. A preocupação com a segurança diminui o risco de acidentes e traz tranquilidade para os funcionários.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O estágio na estação de pesquisa em melhoramento de soja da Monsanto em Oxford foi muito proveitoso, pois foi possível conhecer as principais atividades executadas em uma estação de melhoramento, área da Agronomia a qual gosto muito e que já tinha dedicado três semestres trabalhando como bolsista-voluntário. Através da reflexão sobre as atividades realizadas e o funcionamento da estação foram avaliados e postos em prática os conhecimentos obtidos ao longo do curso de Agronomia.

A participação no programa Ciência Sem Fronteiras proporcionou experiências incríveis, tais como a oportunidade de conhecer uma nova cultura, um outro sistema de ensino superior e um outro país. Esse intercâmbio proporcionou um grande crescimento pessoal e profissional. Essa troca de conhecimentos e de experiências contribuem para todos os países envolvidos no programa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alliprandini, L.F. et al. **Understanding soybean maturity groups in Brazil: environment, cultivar classification, and stability.** Crop Science, v.49, p.801-808, 2009. Disponível em: <<https://www.crops.org/publications/cs/abstracts/49/3/801>>. Acesso em: 23 mar 2014. doi: 10.2135/cropsci2008.07.0390.

Baldwin, M.; Kellogg, C. E.; Thorp, J. Soil classification. In: ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soils and men. Washington, D.C., 1938. p. 979-1001. (Agriculture Yearbook, n. 1938).

Borém, A. **Melhoramento de espécies cultivadas.** 2ª Ed. Viçosa, UFV. 969 p. 2005.

Borém, A.; Miranda, G.V. **Melhoramento de plantas.** 6ª Ed. Viçosa, UFV. 523 p. 2013.

Brim, C.A.; Stuber, C.W.1973. **Application of Genetic Male Sterility to Recurrent Selection Schemes in Soybeans.** Crop Science, v. 13, n. 5, p. 528-530, 1973.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro, 2006. 306p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/93143/1/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>>. Acesso: 25 de mar. 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Tecnologia de Produção de Soja na Região Central do Brasil 2004. **A soja no Brasil.** Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>>. Acesso: 25 de mar. 2014.

FAO – Food and Agriculture Organization of the Unites States. 2011. **Ranking: Commodities by region.** Disponível em: <[http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/browse/rankings/commodities\\_by\\_regions/E](http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/browse/rankings/commodities_by_regions/E)>. Acesso em: 25 mar. 2014.

Governo Federal Brasileiro, 2014. **Ciência sem Fronteiras**. Disponível em: <<http://www.cienciasemfronteiras.gov.br/web/csf/o-programa>>. Acesso em: 25 mar. 2014.

Hatfield, J., 2012: **Agriculture in the Midwest. In: U.S. National Climate Assessment Midwest Technical Input Report**. J. Winkler, J. Andresen, J. Hatfield, D. Bidwell, and D. Brown, coordinators. Disponível de: ‘The Great Lakes Integrated Sciences and Assessments (GLISA) Center’, <[http://glisa.msu.edu/docs/NCA/MTIT\\_Agriculture.pdf](http://glisa.msu.edu/docs/NCA/MTIT_Agriculture.pdf)>. Acesso em: 25 mar. 2014.

Himowitz, T. **On the domestication of soybean**. Economic Botany, New York, v. 24, n. 2, p. 421-480, 1970.

Kottek, M., J. Grieser, C. Beck, B. Rudolf, and F. Rubel, 2006: **World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated**. *Meteorol. Z.*, **15**, 259-263. Disponível em: <[koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pdf/Paper\\_2006.pdf](http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pdf/Paper_2006.pdf)>. doi: 10.1127/0941-2948/2006/0130.

Manara, N.T.F. Origem e expansão. IN: SANTOS, O.S. (Coord.) **A cultura da soja 1 – Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná**. Globo, 1988. p. 13-23.

Monsanto, 2014a. **Company History**. Disponível em: <<http://www.monsanto.com/whoweare/Pages/monsanto-history.aspx>>. Acesso em: 25 mar. 2014.

Monsanto, 2014b. **Monsanto at a Glance**. Disponível em: <<http://www.monsanto.com/whoweare/pages/default.aspx>>. Acesso em: 25 mar. 2014.

Monsanto, 2014c. **Monsanto do Brasil**. Disponível em: <[http://www.monsanto.com.br/institucional/publicacoes/perfil-monsanto/pdf/perfil\\_monsanto\\_2011.pdf](http://www.monsanto.com.br/institucional/publicacoes/perfil-monsanto/pdf/perfil_monsanto_2011.pdf)>. Acesso: 25 mar. 2014.

Monsanto, 2014d. **Produtos**. Disponível em: <<http://www.monsanto.com.br/produtos/produtos.asp>> Acesso: 25 mar. 2014.

Monsanto, 2014e. **Commitment to Field Trial Compliance**. Disponível em:  
<<http://www.monsanto.com/products/pages/commitment-to-field-trial-compliance.aspx>>.  
Acesso: 25 mar. 2014.

Nobelprize, 2014. **Normal Borlaug – Bibliographical**. Disponível em:  
<[http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/peace/laureates/1970/borlaug-bio.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/peace/laureates/1970/borlaug-bio.html)>. Acesso: 25  
mar. 2014.

Poehlman, J.M. **Breeding Field Crops**. New York: Henry Holt & Co. Inc., 1987. 427p.

Purdue University. 2014. **Integrating Spatial Educational Experiences**. Disponível em:  
<<http://isee.purdue.edu/>>. Acesso em: 25 mar. 2014.

Purdue University. 2014. Indiana State Climate Office. **Normals - Cooperative**. Disponível  
em:  
<<http://iclimate.org/normalsOut308.asp?date1=1&month1=Jan&year1=1981&date2=31&month2=Dec&year2=2010&County=BENTON&rr=C4&vrr=CC4&ToSubmit=Continue>>.  
Acesso em: 25 mar. 2014.

Sediyama, T. **Evolução no melhoramento da soja**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte,  
MG, v. 8, n. 94, p. 83, 1982.

Sediyama, T.; Santos, O.S. 1998. Escolha de cultivares. In: Santos, O.S.(Coord.) **A cultura da soja-1**. Publicações Globo Rural. Rio de Janeiro. p 91 -108.

The Pew Charitable Trusts. Pew Initiative on Food and Biotechnology. **Guide to U.S. Regulation of Genetically Modified Food and Agricultural Biotechnology Products**. 2011. Disponível em:  
<[http://www.pewtrusts.org/uploadedFiles/wwwpewtrustsorg/Reports/Food\\_and\\_Biotechnology/hhs\\_biotech\\_0901.pdf](http://www.pewtrusts.org/uploadedFiles/wwwpewtrustsorg/Reports/Food_and_Biotechnology/hhs_biotech_0901.pdf)>. Acesso em: 10 mai. 2014.

University of Idaho. College of Agriculture and Life Sciences. **Mollisols**. 2013. Disponível em: <<http://www.cals.uidaho.edu/soilorders/mollisols.htm>>. Acesso: 25 mar de 2014.

United States Census Bureau. **Annual Estimates of the Resident Population: April 1, 2010 to July 1, 2012.** 2013. Disponível em:

<<http://www.census.gov/popest/data/counties/totals/2012/CO-EST2012-alldata.html>>.

Acesso em: 25 mar. 2014.

United States Census Bureau. **Unites States Decennial Census.** 2012. Disponível em:

<<http://www.census.gov/prod/www/decennial.html>>. Acesso em: 25 mar. 2014.

United States Department of Agriculture. **2007 Census of Agriculture.** Disponível em:

<<http://www.agcensus.usda.gov/Publications/2007/index.php>>. Acesso em: 25 mar. 2014.

United States Department of Agriculture. Soil Conservation Service. **Soil Survey of Benton County, Indiana.** 1989. Disponível em:

<[http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_MANUSCRIPTS/indiana/bentonIN1989/bentonIN1989.pdf](http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_MANUSCRIPTS/indiana/bentonIN1989/bentonIN1989.pdf)>. Acesso em: 25 mar. 2014.