

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**AVALIAÇÃO DE VARIEDADES E LINHAGENS DE SOJA EM  
CONDIÇÕES DE BAIXA LATITUDE**

**RENATO SANTOS ROCHA**

**TERESINA  
Estado do Piauí, Brasil  
Abril – 2009**

**AVALIAÇÃO DE VARIEDADES E LINHAGENS DE SOJA EM  
CONDIÇÕES DE BAIXA LATITUDE**

**RENATO SANTOS ROCHA  
ENGENHEIRO AGRÔNOMO**

**Orientador: Dr. José Algaci Lopes da Silva**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí – UFPI, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

**TERESINA  
Estado do Piauí, Brasil  
Abril – 2009**

FICHA CATALOGRÁFICA

Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco

R672a Rocha, Renato Santos. .  
Avaliação de variedades e linhagens de soja em  
condições de baixa latitude [manuscrito] / Renato Santos  
Rocha – 2009.  
59 f. : il. col.

Cópia de computador (*printout*).  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí.  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2009.  
Orientador: Prof. Dr. José Algaci Lopes da Silva.

1. *Glycine max* (L.) Merryl. 2. Soja – cultivar. 3. Soja -  
adaptabilidade. 4. Soja – produção. I.Título.

CDD 633.34

**AVALIAÇÃO DE VARIEDADES E LINHAGENS DE SOJA EM  
CONDIÇÕES DE BAIXA LATITUDE**

**RENATO SANTOS ROCHA**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Título de Mestre em Agronomia e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Agronomia, nível de mestrado da Universidade Federal do Piauí – UFPI, em 22 de abril de 2009.

Apresentada à Comissão Examinadora, integrada pelos Professores:

---

**Prof. Dr. Disraeli Reis da Rocha**

(Membro)

---

**Dr. Ricardo Montalván Del Águila**

(Membro)

---

**Prof. Dr. José Alagaci Lopes da Silva**

(Orientador)

**TERESINA**

**Estado do Piauí – Brasil**

**Abril - 2009**

## **EPÍGRAFE**

*"A maior vitória na competição é derivada da satisfação interna de saber que você fez o seu melhor e que você obteve o máximo daquilo que você deu."*

(Howard Cosell)

Aos meus pais Raimundo e Maria Natividade

Aos meus irmãos Cantídio, Joana D'Arc, Rônei e Antonino

**DEDICO**

À minha noiva Lana Paula

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Piauí – UFPI, pelo título de mestre;

Ao Prof. Dr. José Algaci Lopes da Silva, pelas orientações e ensinamentos para convivência científica, durante a realização deste trabalho;

A CAPES pela concessão de bolsa de estudo; pelo subsídio que me proporcionou para realizar este curso;

Ao Prof. Dr. Disraeli Reis da Rocha e ao Pesquisador Dr. Ricardo Montalván Del Águila pela contribuição neste trabalho;

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, em especial a Prof. Dr<sup>a</sup>. Regina Lúcia, por seus ensinamentos;

Às empresas CEBACURI e NORAGRO, pelo fornecimento de material necessário ao desenvolvimento deste trabalho;

A todos da minha família, fonte inesgotável de inspiração para busca de meus ideais;

À minha madrinha Maria das Mercês e ao seu marido, Francisco Sales, por todo apoio e incentivo em todos os momentos;

À minha afilhada Giovana, pelos grandiosos momentos de alegria;

Aos amigos de infância: Ildenes, José Eide, Murilo, Milson, Darlan e Roberto, pela força nos momentos de dificuldade;

Ao amigo e estagiário Fábio Adriano, por sempre estar disponível em colaboração neste trabalho;

Aos amigos de profissão: Guaraná, Fabrício, Sergio, Eduardo, Carlos Eduardo, José Maria, Sinevaldo, Jaqueline, Laurielson e Aragão;

Aos pesquisadores da Embrapa: Dr<sup>a</sup>. Fábiana de Melo, Dr<sup>a</sup>. Maria Teresa e Dr. Ricardo Camargo, pelo caráter, companheirismo, bem como pelas oportunidades.

Aos amigos dos Mestrados em Agronomia e Ciência Animal, Balbino, Adilberto e Ferreira e, especialmente, Sebastião, Clemilton, Fernando, Adailton, bem como aos demais companheiros de disciplinas e trabalhos, pela união e perseverança na conquista de mais um degrau.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	viii
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	ix
<b>RESUMO</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 REVISÃO DE LITERTURA</b> .....	15
<b>2.1 Classificação botânica, origem e distribuição</b> .....	15
<b>2.2 Morfologia e desenvolvimento da planta de soja</b> .....	17
<b>2.3 Ciclo da soja</b> .....	18
<b>2.3.1 Fotoperiodismo e temperatura</b> .....	19
<b>2.4 Altura da planta e da primeira vagem</b> .....	22
<b>2.5 Densidade populacional e acamamento na cultura da soja</b> .....	25
<b>2.6 Produtividade da cultura da soja</b> .....	27
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	30
<b>3.1 Local do experimento</b> .....	30
<b>3.2 Tratamentos e delineamento experimental</b> .....	31
<b>3.3 Condução do experimento</b> .....	32
<b>3.4 Características avaliadas</b> .....	33
<b>3.4.1 Características fenológicas</b> .....	33
<b>3.4.2 Características relacionadas ao desenvolvimento da planta</b> .....	33
<b>3.4.3 Características relacionadas ao desempenho produtivo</b> .....	34
<b>3.5 Análise dos dados</b> .....	34
<b>4 RESULTADOS E DISCULSÃO</b> .....	35
<b>4.1 Características fenológicas</b> .....	36
<b>4.2 Características relacionadas ao desenvolvimento da planta</b> .....	38
<b>4.2.1 Acamamento e estande final</b> .....	38
<b>4.2.2 Altura da planta e da primeira vagem</b> .....	40
<b>4.3 Peso médio de 100 grãos e produtividade</b> .....	42
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	44
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	45
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	55



<b>8 ANEXOS .....</b>	<b>57</b>
-----------------------	-----------

**LISTA DE FIGURAS**

**Figura 1** - Imagem aérea da área experimental do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI.....31

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 01:** Resumo das análises de variância para APL, APV, PG e PROD, obtidos no experimento de avaliação das variedades e linhagens de soja para regiões de baixa latitude, UFPI, Teresina – PI.....35
- Tabela 02:** Valores médios de duração dos períodos compreendido entre a emergência e o florescimento e à maturação dos genótipos de soja avaliados em baixa latitude, UFPI, Teresina – PI.....36
- Tabela 03:** Valores médios dos caracteres Índices de Acamamento (ACA) e Estande Final (EST) dos genótipos de soja cultivados em baixa latitude, UFPI, Teresina – PI...39
- Tabela 04:** Valores médios dos caracteres agronômicos (APL e APV) dos genótipos de soja cultivados em baixa latitude, UFPI, Teresina – PI.....41
- Tabela 05:** Valores médios das características peso médio de 100 grãos e produtividade de grãos dos genótipos de soja cultivados em baixa latitude, UFPI, Teresina – PI. ....43

## AVALIAÇÃO DE VARIEDADES E LINHAGENS DE SOJA EM CONDIÇÕES DE BAIXA LATITUDE

Autor: Renato Santos Rocha

Orientador: Dr. José Algací Lopes da Silva

### RESUMO

O estudo de cultivares de soja adaptadas a baixas latitudes é de suma importância, uma vez que os resultados servirão de base para programas futuros de melhoramento genético. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o comportamento de variedades e linhagens de soja cultivadas sob baixa latitude, nas condições edafoclimáticas de Teresina-PI. Foram avaliadas características fenológicas, produtivas e relacionadas ao desenvolvimento da planta. Foram utilizados 32 genótipos, entre linhagens e variedades em fase de pré-lançamento, algumas já lançadas em estados do Centro-Oeste, quais sejam: Conquista, Valiosa RR, Msoy 8008 RR, CD 219 RR, UFV 18 PM, P98 C81, BMS Topázio SM, BMS Ágata, BMS Ametista, BMS Ônix, BMS Turmalina, BMS Granada e DM 309. E as linhagens BCR945 G110, BCR945 G114, BCR892 G132, BCR892 G140, BCR1070 G228, BCR1070 G229, BCR1070 G231, BCR1070 G244, BCR1070 G246, BCR1070 G251, BCR1067 G189, BCR1067 G210, BCR651 G68, BCR651 G75, BCR1057 G157, BCR1057 G162, BCR553 G306. As variedades BRS Sambaíba e Msoy 9350 serviram como testemunhas regionais. O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. A região observada é considerada apta ao cultivo da soja, com produtividade de grãos em alguns dos genótipos, acima de 2.900 kg ha<sup>-1</sup> (48,3 sacas de 60 kg ha<sup>-1</sup>). Dos genótipos avaliados, além da testemunha BRS Sambaíba, os que mais se destacaram em relação às características observadas nas condições de baixa latitude foram: Conquista, Valiosa RR, BCR892 G132, BCR651 G75 e BCR6651 G68.

**Palavras-chave:** *Glycine max* (L.) Merrill, Soja - cultivar, Soja - adaptabilidade e Soja - produtividade.

## VARIETIES AND LINES OF SOYBEAN EVALUATION UNDER CONDITIONS OF LOW LATITUDE

Author: Renato Santos Rocha

Guiding: Dr. José Algací Lopes da Silva

### ABSTRACT

The study of soybean cultivars adapted to low latitudes is of great importance, since the results provide a basis for future breeding programs. The objective of this study was to evaluate the behavior of strains and varieties of soybean under low latitude, in terms of climate and soil of Teresina-PI. Was evaluated components of production and grain yield. The experiment 32 genotypes between strains, cultivars in the pre-launch and is already launched in some states of the Region Centro-Oeste of Brasil, which are: Conquista, Valiosa RR, Msoy 8008 RR, CD 219 RR, UFV 18 PM, P98 C81, BMS Topázio SM, BMS Ágata, BMS Ametista, BMS Ônix, BMS Turmalina, BMS Granada and DM 309 and the strain BCR945 G110, BCR945 G114, BCR892 G132, BCR892 G140, BCR1070 G228, BCR1070 G229, BCR1070 G231, BCR1070 G244, BCR1070 G246, BCR1070 G251, BCR1067 G189, BCR1067 G210, BCR651 G68, BCR651 G75, BCR1057 G157, BCR1057 G162, BCR553 G306. Varieties BRS Sambaíba and Msoy 9350 served as witnesses regional. The experimental design used was a randomized block design with four replications. The region observed is considered suitable for cultivation of soybean, with grain yield in some genotypes, above 2900 kg ha<sup>-1</sup> (48.3 sacks of 60kg.ha<sup>-1</sup>). Of genotypes, and a control BRS Sambaíba the most overall average stood out in conditions of low latitude were: Conquista, Valiosa RR, BCR892 G132, BCR651 G75 and BCR6651 G68.

**Key words:** *Glycine max* (L.) Merrill, Soybean - cultivar, Soybean - adaptability and Soybean - productivity.

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill), espécie de grande importância econômica, tem como centro de origem o continente asiático, mais precisamente na região da China Antiga. Há referências bibliográficas, que essa leguminosa constituía-se em base alimentar do povo chinês há mais de 5.000 anos. Sua origem se deu através do cruzamento natural entre duas espécies de soja selvagem, que foram domesticadas e melhoradas por pesquisadores daquele país. Com o transcorrer dos séculos evoluiu para outras regiões e países do oriente.

Sua introdução no ocidente deu-se a partir do século XVIII, quando em 1739 foi cultivada experimentalmente na Europa. No continente americano, maior produtor mundial de soja, o primeiro relato sobre seu comportamento data de 1804. A primeira ocorrência do seu cultivo no Brasil data de 1882 quando, segundo Gustavo D'Utra, professor da Escola Agrícola da Bahia, um sitiante baiano semeou as primeiras sementes, de origem ignorada (SANTOS, 1988).

É uma espécie exótica para o Brasil e de grande interesse socioeconômico, em função dos teores elevados de proteína (40%) e óleo (20%), da alta produtividade de grãos e da possibilidade de adaptação a ambientes diversos. O país é considerado a grande promessa no fornecimento do esperado incremento da demanda mundial de soja, cujo crescimento médio, nos últimos 40 anos, tem sido da ordem de cinco milhões de ton./ano. Não é possível pensar no Brasil sem a soja, sem os mais de 10 bilhões de dólares que agrega anualmente à sua balança comercial, assim como outros 50 bilhões de dólares que gera em benefícios indiretos representados, principalmente, por 4,5 milhões de empregos derivados da sua extensa cadeia produtiva que inclui, antes da porteira, as indústrias de defensivos, de fertilizantes, de máquinas e de implementos e, depois da porteira, as empresas de transporte, armazenagem, processamento e exportação. Mais de 240.000 produtores brasileiros trabalham e vivem do cultivo dessa oleaginosa.

De 1882 até hoje, a cultura da soja foi reinventada no Brasil. Foi da Bahia para o Rio Grande do Sul, onde se iniciou como cultura forrageira. Transformou-se numa oleaginosa e, atualmente, é valorizada, sobretudo, pelo teor e qualidade protéica do seu farelo e do óleo produzidos. Atualmente a cultura ocupa uma área mundial de 93,9 milhões de hectares, produzindo 236,08 milhões de toneladas. Os Estados Unidos são

o maior produtor mundial com uma área plantada em 2006 de 30,19 milhões de hectares, produção de 86,8 milhões de toneladas e produtividade de 2.870 kg/ha (SEDIYAMA, 2009). O Brasil é o segundo colocado na produção mundial do grão com uma área de 20,69 milhões de hectares, produção de 58,4 milhões de toneladas e produtividade média de 2.823 kg/ha (SEDIYAMA, 2009).

As previsões de crescimento sugerem que o Brasil ocupará a primeira posição até 2012. As exportações no complexo atingiram US\$ 11,4 bilhões em 2007 (MINISTÉRIO, 2008), correspondendo a algo próximo de 8% do total das receitas cambiais brasileiras em 2007 e, em 2008, essa percentagem ultrapassou os 9% (ABIOVE, 2009). Num período anterior, entre 2000 e 2005, as exportações do complexo soja cresceram 80% (ALBRECHT *et al.* 2008). Dada a sua importância, há intensa atividade de pesquisa dirigida à obtenção de informações para a cultura da soja que possibilitem aumentos na produtividade e redução nos custos de produção (EMBRAPA, 2003).

A soja vem crescendo também como fonte alternativa de combustível. O biodiesel de soja já vem sendo testado por instituições de pesquisa, como a Embrapa e Universidades, em diferentes cidades brasileiras. Como vem sendo mostrado em função do seu potencial produtivo, a soja ocupa posição de destaque na economia brasileira, justificando a necessidade de pesquisas no sentido de aperfeiçoar o seu cultivo e reduzir os riscos de prejuízos.

A soja é considerada como planta de dias curtos, noites longas; por isso, grande parte da área mundial cultivada com essa cultura está localizada em latitudes maiores que 30°, onde prevalecem condições de clima temperado. O Brasil representa uma exceção dentro desse contexto. Nas duas últimas décadas, com a expansão da cultura em grandes áreas dos Cerrados, o processo produtivo agrícola com a soja ocorreu predominantemente em regiões de climas tropical e subtropical. A adaptação da soja nas condições de baixas latitudes das regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste foi um dos grandes desafios enfrentados pelos programas de melhoramento da cultura. Essa expansão foi muito facilitada pelo desenvolvimento de cultivares melhoradas e adaptadas inclusive para zonas equatoriais. Atualmente, cerca de metade da produção brasileira é colhida nos estados compreendidos em latitudes menores que 20°. As regiões situadas em latitudes menores que 10° representam atualmente as áreas de

expansão da soja, especialmente nos estados do Maranhão, Piauí, Tocantins e Pará (PALUDZYSZYN FILHO *et al.*, 1993; EMBRAPA 2000).

As indicações de novas variedades de soja tem sido uma das principais ferramentas para os agricultores aumentarem a produtividade e a estabilidade na produção (ALMEIDA *et al.*, 1997). Além disso, sua expansão sob condições de baixas latitudes foi alavancada com o lançamento de cultivares com características agronômicas de melhor adaptação às condições edafoclimáticas dos trópicos. Essa tecnologia, genuinamente brasileira, representada pelas sementes de 'cultivares tropicais', tem permitido a exploração da soja em regiões antes consideradas inaptas para o seu cultivo comercial. O processo contínuo de recomendação de cultivares para as regiões de médias e baixas latitudes permitiu que extensas áreas da região tropical dos Cerrados fossem incorporadas ao processo produtivo agrícola, inclusive, viabilizando a exploração de outras espécies econômicas, com reflexos diretos na produção de carne bovina, suína e de frango, por exemplo.

Uma cultivar de soja deve ter alta produtividade, estabilidade de produção e ampla adaptabilidade aos mais variados ambientes existentes na região onde é recomendada. A resistência genética às principais doenças e pragas e a tolerância aos fatores abióticos são garantias de estabilidade de produção e de retorno econômico, e podem ser obtidas com o uso de semente de cultivares melhoradas. Para tanto, é fundamental o desenvolvimento e avaliação do desempenho de linhagens e/ou cultivares de soja em vários anos e locais, devido a existência de interação genótipo x ambiente. Com isso, um programa de melhoramento genético regional é de vital importância para atestar a viabilidade técnica da cultura na região.

Apesar de todo o progresso que a pesquisa tem alcançado com cultivares com maior potencial de rendimento, o desenvolvimento e o rendimento da cultura podem ser limitados por estresses ambientais durante seu ciclo. Entre os fatores ambientais que exercem efeitos sobre o desenvolvimento da cultura da soja os mais importantes são a umidade, a temperatura e o fotoperíodo, que variam entre as cultivares e de acordo com as diferentes épocas do ano. O potencial de rendimento da soja é determinado geneticamente; no entanto, o efeito dos fatores ambientais pode interferir na sua expressão, limitando o seu desenvolvimento em algum momento durante o ciclo da cultura.



Trabalhos que visam identificar cultivares mais adaptadas são de fundamental importância na otimização do sistema produtivo desta cultura, e certamente contribuirão, ainda mais, para o avanço da soja nas regiões de baixa latitude.

Dado a escassez de tais trabalhos na região e na expectativa de fornecer subsídios para uma escolha adequada de cultivares, com o presente trabalho objetivou-se verificar o desempenho agrônômico em condições de baixa latitude de variedades e linhagens de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] obtidas junto ao programa de melhoramento de soja BMS – CEBACURI, com sede em Minas Gerais e Goiás. Experimentos adicionais, em anos subseqüentes, serão necessários para fins de futuras recomendações de cultivares e parentais para novos ciclos de melhoramento para o Piauí e o Maranhão, estados alvo desta pesquisa.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Classificação botânica, origem e distribuição**

A soja é uma planta pertencente ao reino Plantae, divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Fabaceae (Leguminosae), subfamília Faboideae (Papilionoideae), gênero *Glycine*, espécie *Glycine max* e forma cultivada *Glycine max* (L.) Merrill de acordo com Sedyama (2009). As variedades que hoje cultivamos nunca foram encontradas na natureza e são muito diferente dos seus ancestrais, que eram plantas rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia, principalmente ao longo do rio Yangtse, na China, sendo o país considerado como centro de origem genética primário da soja, e a região da Manchúria o secundário, ou centro de diversidade genética (HYMOWITZ, 1970; EMBRAPA, 2000). Domesticada, portanto, em latitudes compreendidas entre 35° e 45°N.

Sua evolução começou com o aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China. No entanto, diversos pesquisadores que estudaram a sua origem, histórico e difusão geográfica, concordam ao afirmarem que a mais antiga referência à soja consta do herbário Pen Ts' Ao Kang Mu como parte da obra "Matéria Médica" de autoria do Imperador Shen Nung, escrita em 2838 A.C. Nessa obra, foram descritas as plantas mais importantes para os chineses. Dentre

elas, o arroz, o trigo, a cevada, o milho e a soja eram considerados “os cinco grãos sagrados”, por serem essenciais à estabilidade da civilização chinesa (FEDERIZZI, 2005).

Na Ásia a soja vem sendo utilizada no preparo de alimentos e na fabricação de remédios por milhares de anos. Provavelmente tenha sido domesticada entre os séculos 12 e 11 A.C. na própria China, onde crescia nas terras baixas e úmidas, junto aos juncos, nas proximidades dos lagos e rios na China Central (HYMOWITZ e SHURTLEFF, 2005). De acordo com os primeiros relatos, a produção de soja foi exclusiva da China até próximo da guerra China-Japão, de 1894 a 1895, quando os japoneses começaram a importar a soja como fertilizante. Navios carregados de soja foram enviados a Europa em 1908, mas os europeus já haviam tomado conhecimento da existência da soja através dos escritos de um botânico alemão por volta de 1712. Também é possível que missionários tenham enviado sementes de soja por volta de 1740 para a França, onde foram semeadas (EMBRAPA, 2000).

Provavelmente a soja tenha sido introduzida nas Américas em 1765 como forragem. Os primeiros relatos de estudos científicos feitos com soja nos Estados Unidos foram em 1879, no Rutgers Agricultural College, em Nova Jersey, onde as primeiras variedades utilizadas eram originárias da China (FEDERIZZI, 2005).

A soja chegou ao Brasil via Estados Unidos, em 1882. Gustavo Dutra, então professor da Escola de Agronomia da Bahia, realizou os primeiros estudos de avaliação de cultivares introduzidas daquele país. Em 1891, testes de adaptação de cultivares, semelhantes aos conduzidos por Dutra na Bahia, foram realizados no Instituto Agrônomo de Campinas, Estado de São Paulo (SP). Assim como nos EUA, a soja no Brasil dessa época era estudada mais como cultura forrageira, eventualmente também produzindo grãos para consumo de animais da propriedade, que como planta produtora de grãos para a indústria de farelos e óleos vegetais. Entre 1900 e 1901, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC - SP) promoveu a primeira distribuição de sementes de soja para produtores paulistas e, nessa mesma data, têm-se registro do primeiro cultivo de soja no Rio Grande do Sul (RS), onde a cultura encontrou efetivas condições para se desenvolver e expandir, dadas as semelhanças climáticas do ecossistema de origem (sul dos EUA) dos materiais genéticos existentes no País, com as condições climáticas predominantes no extremo sul do Brasil (EMBRAPA, 2002).

A região sul foi responsável, até 1960 e 1970, por ser a produtora majoritária do país, sobretudo no Rio Grande do Sul e Paraná, ainda hoje grandes produtores. Porém, atualmente, já perderam em volume para o Mato Grosso, que é agora o maior produtor nacional. A partir dos anos 80, a soja estendeu-se para o cerrado, uma vasta região que abrange o chamado polígono dos solos ácidos, ou seja: Triângulo Mineiro, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Tocantins, sul do Maranhão, sul do Piauí e oeste da Bahia. Com isso, a região do cerrado tornou-se a maior região produtora do país. A expansão para essa nova fronteira agrícola deveu-se, basicamente, aos estudos de fertilização dos solos do cerrado, à sua topografia plana e favorável à mecanização, e o desenvolvimento de plantas aptas à região (CISOJA, 2009).

## 2.2 Morfologia e desenvolvimento da planta de soja

A soja é uma planta anual, herbácea, ereta, autógama, apresentando variabilidade para as características morfológicas, que ainda podem ser influenciadas pelo ambiente, como a altura que pode variar de 30 a 200 cm, apresentando mais ou menos ramificações. Quanto ao ciclo, que pode levar de 75 para as mais precoces e 200 dias para as mais tardias (SEDIYAMA, 2009).

O sistema radicular da soja é constituído de raiz axial principal e de raízes secundárias distribuídas em quatro ordens, (FEHR e CAVINESS, 1977; MÜLLER, 1981). Nelas se encontram os nódulos, resultantes da simbiose com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, que fixam o nitrogênio do ar presente no solo, repassando para planta na forma de nitrato em troca de hidratos de carbono, reduzindo os gastos com adubação nitrogenada (MASCARENHAS *et al.*, 2005).

O caule é do tipo herbáceo, ereto, pubescente e ramificado, desenvolvendo-se a partir do eixo embrionário, após o início da germinação. Seu crescimento, na maioria das cultivares, é do tipo ortótropo, podendo sofrer influências das condições externas. Quanto ao seu hábito de crescimento, as cultivares de soja podem ser de crescimento determinado ou indeterminado, que varia de acordo com as características do ápice do caule principal. De acordo com Borém (2000) e Mundstock e Thomas (2005), as cultivares de hábito de crescimento determinado têm as plantas com caules terminados por ráceros florais e, após o início do florescimento, as plantas aumentam muito pouco em altura. As cultivares de hábito de crescimento indeterminado não apresentam

rácemos florais terminais e continuam desenvolvendo nós e alongando o caule, de forma que continuam a incrementar a altura até o final do florescimento. Não há uma comprovação experimental da vantagem de um hábito de crescimento sobre o outro quanto ao rendimento de grãos, porém, a grande maioria das variedades cultivadas no Brasil é de hábito de crescimento determinado.

Ao longo do ciclo a soja possui três tipos de folhas: as cotiledonares, as simples ou unifolioladas e as compostas ou trifoliadas; todas com tamanho, formato e posicionamentos diferentes. Possui flores completas e ocorrem em racemos terminais ou axilares, variando de 2 a 35 por racemo. Sua abertura ocorre pela manhã, de acordo com condições de temperatura e umidade. Como já foi mencionado, a planta de soja é considerada de dias curtos, ou seja, precisa de um mínimo de horas de noite ou escuro para indução floral. O fruto é do tipo vagem e pode chegar a 400 por planta, com número de grãos variando de um a cinco por vagem. Contudo, a maioria das cultivares apresenta vagens com dois ou três grãos. Suas sementes possuem variações quanto à forma, tamanho e cor (SEDIYIAMA, 2009).

Ferh e Caviness (1977) propuseram uma metodologia para descrição dos estádios fenológicos da soja. É a mais difundida e utilizada mundialmente. A metodologia considera dois estádios durante todo o ciclo da planta: o vegetativo, compreendido entre a emergência e o início do florescimento, e o reprodutivo, correspondente ao período entre o início do florescimento e à maturação.

### **2.3 Ciclo da soja**

O cultivo da soja estende-se por várias regiões do Brasil, onde encontra considerável diversidade de ambientes. Como em outras espécies, as diferenças entre genótipos não são constantes sobre uma larga gama de ambientes (PINTO, 1995). Por isto, é necessária a identificação de cultivares de comportamento previsível e que sejam responsivas às variações ambientais, em condições amplas ou específicas (CRUZ e REGAZZI, 2001).

Para atender as demandas nacional e internacional, o Brasil ampliou suas fronteiras agrícolas, introduzindo a cultura da soja desde o paralelo 32°S (RS) até 2°N (AP), destacando-se atualmente os estados localizados na região do Brasil Central como os de maior rendimento nacional, sendo o Estado do Mato Grosso o maior

produtor. A expansão se deu devido ao desenvolvimento de tecnologia nacional de produção de soja, principalmente aquela relacionada à criação de novos materiais genéticos, adaptados às diferentes condições ecofisiológicas (ALBERINI *et al.*, 1992; KASTER e MENOSSO, 1992; KIIHL e ALMEIDA, 1992; MIRANDA, 1992; SEDIYAMA, 1992; VELLO, 1992).

As cultivares de soja possuem ciclos que podem variar de 75 a 200 dias, contados da emergência até a maturação. São reunidas em grupos de maturação, de acordo com ciclo, os quais são geralmente denominados como precoces, semiprecoces, médios, semitardios e tardios. Contudo, em número de dias, esses grupos não são concordantes entre as cultivares e as diversas regiões de adaptação. Dessa forma, uma mesma cultivar pode alcançar diferentes ciclos, conforme as condições de manejo e, principalmente, das condições edafoclimáticas entre regiões distintas, notadamente no que diz respeito à latitude e à altitude (EMBRAPA, 2006). A maioria das cultivares adaptadas para as condições brasileiras apresentam ciclo de 90 a 150 dias (SEDIYAMA, 2009).

### **2.3.1 Fotoperiodismo e temperatura**

Os principais fatores climáticos observados na aclimação de um genótipo de soja para determinada região são o fotoperiodismo e a temperatura.

A luz corresponde a um dos principais aspectos da interação das plantas com seu ambiente, controlando o desenvolvimento, por influenciar processos como a floração, germinação de sementes, crescimento de caules e folhas, formação de órgãos de reservas e partição de assimilados. Fotoperiodismo é um termo usado na botânica para descrever os efeitos e adaptações de plantas ao fotoperíodo, que representa o comprimento de um dia e consiste na duração do período de luz de um determinado lugar, dependendo da latitude e da estação do ano. Incluído no fotoperíodo está o período de luz útil, que designa a duração, da qual a intensidade luminosa é maior que o limiar de compensação fotossintética. É importante saber que existem três tipos de plantas; plantas de dias curtos que florescem com fotoperíodos inferiores ao fotoperíodo crítico, plantas de dias longos que florescem com fotoperíodos superiores ou iguais ao fotoperíodo crítico, e plantas neutras ou indiferentes. A floração

das plantas de soja (como também a queda das folhas, a germinação...) depende da duração dos dias e das noites (THOMAS e VICE-PRUE, 1997; TAIZ e ZEIGER, 2004).

A soja é classificada como planta de dias curtos, mas existe uma ampla variabilidade genética de resposta às exigências fotoperiódicas. As cultivares convencionais, na grande maioria, são altamente sensíveis a mudanças entre latitudes ou datas de semeadura, devido às suas respostas às variações no fotoperíodo (BONATO e VELLO, 1999). Nas regiões tropicais, os fotoperíodos mais curtos durante a estação de crescimento da soja reduzem o período vegetativo (florescimento precoce) e causam reduções no porte das plantas e conseqüentemente na produtividade. Há relatos de alguns genótipos insensíveis ou neutros aos efeitos do fotoperíodo (ALMEIDA *et al.*, 1999), porém esses genótipos são muito precoces para serem usados no desenvolvimento de cultivares para as médias e baixas latitudes no Brasil.

Há muito tempo já se conhece que o intervalo de tempo, em número de dias, entre a emergência e o florescimento, depende da influência da temperatura e do fotoperíodo, e que existe determinado limite de comprimento de dia suficientemente curto para induzir a floração e suficientemente longo para impedi-la, caracterizado como fotoperíodo crítico, assim, o comprimento do fotoperíodo crítico varia também entre cultivares de soja (RODRIGUES *et al.*, 2001).

A sensibilidade fotoperiódica varia com o genótipo, e o grau de resposta ao estímulo fotoperiódico é o principal determinante da área de adaptação das diferentes cultivares. Nas variedades de soja sensíveis, a resposta ao fotoperíodo é quantitativa e não absoluta, o que significa que a floração ocorrerá de qualquer modo. No entanto, o tempo requerido para tal dependerá do comprimento do dia, sendo mais rápida a indução com dias curtos do que com dias longos. Desse modo, a indução floral provoca a transformação dos meristemas vegetativos (diferenciação de talos e folhas) em reprodutivos (primórdios florais), determinando o tamanho final das plantas (número de nós) e, portanto, seu potencial de rendimento. Cultivares de maturação tardia são geralmente mais sensíveis ao fotoperíodo do que cultivares precoces (RODRIGUES *et al.*, 2001; GUIMARAES *et al.*, 2008).

Dentre os fatores que atuam diretamente na cultura, o fotoperíodo pode ser limitante à introdução de genótipos em diferentes latitudes e, conforme Rezende e Carvalho (2007), muitas cultivares possuem uma faixa de época de plantio muito

restrita em virtude da resposta ao fotoperíodo. Como esse fator varia também com a latitude, a introdução de cultivares em determinada região deve levar em consideração o grau de sensibilidade dessas cultivares a esse fator. A sensibilidade ao fotoperiodismo é uma característica variável, ou seja, cada uma possui seu fotoperíodo crítico, acima do qual o florescimento é atrasado. Assim, cultivares das regiões de alta latitude florescem muito cedo quando cultivadas nas regiões de baixa latitude (VERNETTI, 1983).

Resultado importante, obtido pelos melhoristas brasileiros, foi a identificação dos genes relacionados com o período juvenil longo da soja, que causam atraso na floração. Esta característica foi incorporada às cultivares, o que possibilitou o cultivo da soja em regiões de baixa latitude, principalmente nas áreas do Cerrado brasileiro (TOLEDO *et al.*, 1995). Deste modo a sojicultura conquistou as regiões Norte e Nordeste, abrindo novas áreas de cultivo a partir desta descoberta.

As cultivares convencionais, na grande maioria, são altamente sensíveis a mudanças entre latitudes ou datas de semeadura, em função das respostas às variações no fotoperíodo (HARTWIG e KIIHL, 1979; citado por BONATO e VELO, 1999). Assim, à medida que a soja é cultivada próximo à região do equador, onde a amplitude do dia mais longo e do dia mais curto é menor, o período do crescimento vegetativo é consideravelmente diminuído ocorrendo florescimento precoce e, conseqüentemente, reduções na produtividade (SEDIYAMA *et al.*, 2005).

Em ambientes com fotoperíodo constante, é a temperatura que influencia grandemente o tempo de florescimento, existindo uma relação inversa entre a temperatura média e o número de dias necessários para a floração (RODRIGUES *et al.*, 2001). Dessa forma, temperaturas mais baixas causam aumento no período para que ocorra o florescimento. Sedyama (2009) relata que a indução floral é ótima quando a temperatura do ar encontra-se entre 20° e 30°C, sendo que a temperatura ideal para seu crescimento e desenvolvimento está em torno de 30°C. A previsão da data de floração, bem como de outros estádios de desenvolvimento em soja. São de suma importância para o manejo da cultura, como também para uso em modelo de crescimento e produção de soja. A correta previsão da duração entre a emergência e a floração determina ainda a produção de matéria seca, e, conseqüentemente, a produção de grãos (WANG *et al.*, 1997; RODRIGUES *et al.* 2001). Além disso, pode fornecer indicações sobre como manejar a cultura para escapar de períodos de

estresse característicos (falta de água, acamamento) em alguns ambientes, em determinadas regiões de cultivo de soja.

Rodrigues *et al.* (2001) relata que as respostas aos fatores temperatura e fotoperíodo não são lineares durante o ciclo de vida da cultura, pois existem subperíodos em que ela é incapaz de perceber esses sinais. Explica ainda que o subperíodo vegetativo pode ser definido como pré-indutivo ou juvenil. Nesse período, entre a emergência e a primeira folha verdadeira (estádio V1) as plantas de soja são incapazes de perceber estímulo ao fotoperíodo. A partir daí, dependendo do genótipo, a planta adquire a capacidade de perceber os estímulos (maturação), que induzem as transformações de seus meristemas vegetativos em reprodutivos (fase indutiva). Com o início da diferenciação do primórdio floral até a antese (subperíodo pós-indutivo), ocorre o desenvolvimento dos primórdios florais (organogênese floral). A duração desses subperíodos é determinada pelo grau de sensibilidade termofotoperiódica do genótipo. Assim, em dias longos, a taxa de desenvolvimento dos órgãos reprodutivos é menor, e em baixas temperaturas ocorre uma diminuição no número de primórdios reprodutivos e na taxa de desenvolvimento. Dessa forma, a data da antese é uma avaliação fenológica importante, podendo ser relacionada com o tamanho da planta. Contudo, é a transformação das gemas vegetativas apicais em reprodutivas a causa da finalização da geração das estruturas de crescimento.

No Brasil, as áreas de soja são cultivadas em quase sua totalidade por cultivares de crescimento determinado, e suas adaptações a diferentes latitudes depende essencialmente do tempo necessário para que iniciem seu florescimento e, conseqüentemente, atinjam sua maturidade (EMBRAPA, 2003).

#### **2.4 Altura da planta e da primeira vagem**

A altura da planta de soja é considerada um parâmetro importante pela sua relação com a produção, controle de plantas daninhas, acamamento e eficiência na colheita mecânica. Seu crescimento em altura depende da alongação do caule, que ocorre em função do número e do comprimento dos internódios (TAIZ e ZEIGER, 2004). Fatores como temperatura, umidade, fertilidade do solo, época de semeadura e densidade de plantas também afetam a altura de planta, o grau de acamamento e a produtividade (SEDIYAMA *et al.*, 1996).



Segundo Rezende e Carvalho (2007), para uma planta manifestar o seu máximo potencial genético, caracterizado pelo seu melhor crescimento e desenvolvimento, diversos fatores ambientais podem influenciar diretamente no processo como fotoperíodo, temperatura, radiação solar, nutrientes e até mesmo o vento. Dentre estes, o fotoperíodo exerce maior influência, pois as cultivares de hábito de crescimento determinado completam o seu ciclo de crescimento no início do florescimento (RODRIGUES *et al.*, 2001). Mesmo as cultivares insensíveis ao fotoperíodo para o florescimento têm sua altura influenciada pelo mesmo (GUIMARÃES *et al.*, 2008).

A população é fator determinante para o arranjo das plantas no ambiente de produção e influencia o crescimento da soja. Dessa forma, a melhor população de plantas deve possibilitar, além do alto rendimento, altura de planta e de inserção da primeira vagem adequadas à colheita mecanizada e plantas que não acamem (MARTINS *et al.*, 1999).

Plantios tardios ou cultivares precoces normalmente originam plantas com porte mais baixo do que na época considerada ideal de plantio (BRUSCKE, 2007). Como conseqüência, a altura de inserção dos primeiros legumes tende também a reduzir. Marchiori *et al.* (1999) afirmaram que semeaduras mais tardias realizadas em regiões mais quentes permitem que a planta de soja atinja porte razoável, com menor redução no seu potencial de produção. Assim, visando o rendimento da cultura, os cultivares de ciclo longo são mais vantajosos para semeaduras tardias em locais quentes pois, nessas condições, os precoces, mesmo contando com boa disponibilidade térmica e hídrica, têm seu porte e altura de inserção das primeiras vagens consideravelmente reduzidos, aumentando as perdas de colheita. Vários autores verificaram redução na altura das plantas de soja, devido à menor duração do período vegetativo, relacionada a atrasos na semeadura (SEDIYAMA *et al.*, 1972; TRAGNAGO e BONETTI, 1984; MARCOS FILHO, 1986; BHERING, 1989; CÂMARA, 1991; citados por MARCHIORI *et al.*, 1999).

Também, nos plantios tardios e precoces, há tendência da altura da primeira vagem ser reduzida, o que, conseqüentemente, poderá resultar em perdas na colheita (BRACCINI, 2004). Isto é observado mais freqüentemente em cultivares tardias. Os resultados de experimentos reforçam o fato de que outros fatores, tais como população de plantas, espaçamento entre e dentro da fileira, suprimento de umidade, temperatura,

fertilidade do solo e outras condições gerais influenciam na altura da planta (GUIMARÃES *et al.*, 2008).

O cultivo de soja em condições de dias curtos diminui o tempo para o início do florescimento, principalmente em cultivares consideradas de ciclo tardio, que crescem menos, refletindo em menor altura da planta, aliada a uma menor altura de inserção das primeiras vagens afetando negativamente a produtividade e aumentando as perdas na colheita (CRUSCIOL, 2002).

A altura da primeira vagem pode ser característica da própria cultivar, entretanto, quando o plantio é realizado em regiões com dias mais curtos, a altura da planta é reduzida, havendo tendência do desenvolvimento de vagens próximas ao solo. Os fatores ambientais ou práticas culturais que afetam a altura da planta também podem influenciar consideravelmente a altura da primeira vagem (SEDIYAMA *et al.*, 1972; citado por GUIMARÃES *et al.*, 2008). Para Sedyama (2009), a variedade escolhida para cultivo numa determinada localidade deve apresentar uma altura de primeiro legume de pelo menos 12 a 15 cm, concordando, em parte, Shigihara e Hamawaki (2005) consideram ideais alturas entre 10 e 15 cm. Entretanto, segundo os autores, para a maioria das condições das lavouras de soja, a altura mais satisfatória está em torno de 15 cm, mesmo que colhedoras mais modernas possam efetuar boa colheita com plantas apresentando inserção de legume a 10 cm, trabalhando em solos relativamente planos (SEDIYAMA, 2009). Cultivares com altura de primeira vagem maior que 15 a 20 cm facilitam a colheita e apresentam menores perdas, porém, podem apresentar menor produtividade.

O uso da característica juvenilidade, notadamente período de juvenilidade longo, foi a solução encontrada por alguns melhoristas de soja para retardar o florescimento em condições de dias curtos (ALMEIDA *et al.*, 1999; SHIGIHARA e HAMAWAKI, 2005). Durante a fase juvenil, a soja não é induzida a florescer mesmo quando submetida a fotoperíodo indutivo de florescimento, permitindo assim maior crescimento vegetativo. O controle do florescimento e, conseqüentemente, do porte da planta e da altura da primeira vagem representam fatores básicos a serem considerados no desenvolvimento de cultivares menos sensíveis às variações de época de semeadura e com adaptação em faixas de latitudes mais baixas (GUIMARÃES *et al.*, 2008).

## 2.5 Densidade populacional e acamamento na cultura da soja

A população corresponde ao número de plantas que são instaladas em uma área. As cultivares tem melhor desempenho em populações específicas de plantas, arranjadas para conferir-lhes porte adequado, menores índices de acamamento e de doenças, produtividade alta e ainda proporcionar maior economia de sementes no plantio. A população ideal de plantas para cada cultivar depende principalmente de suas características como: ciclo biológico, altura da planta, hábito de crescimento, índice de acamamento e período juvenil (GILIOLI, 2000).

Na cultura da soja, a população adequada depende de diversos fatores como o bom preparo do solo, a semeadura na época indicada, com disponibilidade hídrica, a utilização correta de herbicidas, a regulação da semeadora (densidade e profundidade) e a boa qualidade da semente empregada. Porém, freqüentemente, ocorrem reduções na população de plantas por vários motivos. Geralmente os agricultores não percebem tais reduções, principalmente porque essas variações pouco afetam a produtividade da soja, já que ela é capaz de se adaptar de maneira eficiente aos espaços disponíveis (capacidade de compensação) através de modificações em sua morfologia e nos seus componentes da produtividade (DENARDE *et al.*, 2003; VASQUEZ *et al.*, 2008).

A determinação da densidade ou população de plantas por hectare para cada cultivar é muito importante, uma vez que o uso de plantas muito acima da recomendação, além de não proporcionar acréscimos no rendimento de grãos, pode acarretar riscos de perdas por acamamento e aumento do custo de produção (GODOI *et al.*, 2005). Por outro lado, populações inferiores à recomendada resultam em plantas de baixo porte, menor competição com as plantas daninhas e maiores perdas na colheita (EMBRAPA, 2003). A população padrão recomendada pela Embrapa (2006) para a cultura da soja é de 320 mil plantas por hectare, aceitando variações de até 25% em torno desse valor. Recomenda-se semear a soja em fileiras ou linhas espaçadas de 40 a 60 cm. Espaçamentos mais estreitos que 40 cm resultam em fechamento mais rápido da cultura, contribuindo para o controle das plantas daninhas, mas dificultam algumas operações durante o cultivo (EMBRAPA, 2000).

Segundo Martins *et al.* (1999) a população é fator determinante para o arranjo das plantas de soja, uma vez que esta influencia o crescimento das plantas. O excesso

de plantas, mesmo nos casos em que não se observa redução no rendimento, modifica a arquitetura e o aproveitamento de luz, deixando-as mais sujeitas ao acamamento, podendo ocasionar perdas na colheita. Menores espaçamentos em uma mesma população proporcionam melhor distribuição espacial das plantas na área, com maior aproveitamento da radiação solar, pois permitem a redução da densidade de plantas nas linhas. Isto, de acordo com Ventimiglia *et al.* (1999), determina maior potencial de rendimento e produtividade real de grãos, o que justifica o aumento da produtividade obtida por alguns autores como Bullock *et al.* (1998), citado por Tourino (2002). Esta é uma tendência atual na cultura da soja, em que as densidades menores, em torno de 10 a 15 plantas.m<sup>-1</sup> vêm sendo utilizadas com sucesso, pois além de não reduzirem significativamente a produtividade, proporcionam redução nos custos de produção pela redução nos gastos com sementes (TOURINO, 2002).

Segundo Peixoto (2000), as plantas de soja compensam a redução da densidade por aumentarem a produção individual de legumes, o que contribui para maior tolerância a essa variação. Uma tendência atual na cultura da soja, a adoção de menores densidades, em torno de 300 mil plantas.ha<sup>-1</sup>, que vem sendo utilizada com sucesso, por não reduzirem significativamente a produtividade, proporcionando redução nos custos de produção e ainda melhora no controle da ferrugem da soja. Sedyama (2009) diz que o número de plantas por hectare pode variar de 240-260 mil plantas em solos mais férteis e semeadura realizada na época adequada. Quando se antecipa ou atrasa a semeadura, principalmente em regiões onde a soja não apresente porte alto, é recomendável não reduzir a população para menos de 300 mil plantas por hectare, para evitar o desenvolvimento de lavouras com porte muito baixo.

Além do arranjo mais adequado, a uniformidade de espaçamento entre as plantas distribuídas na linha também pode influir na produtividade dessa cultura. Plantas distribuídas de forma desuniforme implicam aproveitamento ineficiente dos recursos disponíveis como luz, água e nutrientes. No caso da soja, o acúmulo de plantas em alguns pontos pode provocar o desenvolvimento de plantas mais altas, menos ramificadas, com menor produção individual, diâmetro de haste reduzido e, portanto, mais propensas ao acamamento (TOURINO, 2002; VASQUEZ *et al.*, 2008). Por outro lado, espaços vazios deixados na linha, além de facilitar o desenvolvimento de plantas daninhas, levam ao estabelecimento de plantas de soja com porte reduzido. O estande produzido dessa forma pode acarretar redução na produtividade, além das

dificuldades por ocasião da colheita mecanizada (TOURINO, 2002). A redução do espaçamento entre linhas, o aumento da densidade nas linhas e, conseqüentemente, o aumento da competição intra-específica têm sido considerado responsáveis pelo estiolamento das plantas e do índice de acamamento (MARTINS, 1999).

O acamamento de plantas é mais uma característica agrônômica que influencia no rendimento, principalmente no momento da colheita. Muitas vezes essa característica pode ser indício de má adaptação ao local de cultivo. As plantas muito altas e de caule fino tendem a acamar com relativa facilidade, podendo ocasionar perdas de grãos durante a operação de colheita. Por outro lado, cultivares de caule excessivamente grosso, embora sejam muitas vezes de boa produtividade, dificultam a colheita mecanizada. Em sua maioria, as cultivares de soja utilizadas para produção de grãos são relativamente resistentes ao acamamento. Contudo, a resistência ao acamamento é grandemente influenciada pelo tipo de solo e pelas condições de desenvolvimento da soja. Em geral, as plantas de soja apresentam maior acamamento em solos férteis e argilosos, com umidade abundante, que em solos leves ou arenosos (GUIMARÃES *et al.*, 2008). A população de plantas de soja pode influenciar nessa característica.

## **2.6 Produtividade da cultura da soja**

A produtividade na cultura da soja, bem como em outras espécies, é definida pela interação entre o genótipo, o ambiente de produção e o manejo da cultura. Altos rendimentos são obtidos quando as condições ambientais são favoráveis em todos os estádios de crescimento da planta (GILIOLI *et al.*, 1995; MARTINS *et al.*, 1999). Visando obtenção de altos rendimentos, é necessário conhecer práticas culturais compatíveis com a cultura, minimizando custos e maximizando a taxa de acúmulo de matéria seca no grão. As principais práticas de manejo que devem ser consideradas são a semeadura na época recomendada para a região de produção, a escolha das cultivares mais adaptadas, o uso de espaçamentos e densidades adequados a essas cultivares, o monitoramento e controle das plantas daninhas, pragas e doenças e a redução ao mínimo das possíveis perdas de grãos na colheita (RITCHIE *et al.*, 1994). Dessa forma, altas produtividades são alcançadas quando se consegue justapor o

desenvolvimento das fases fenológicas da cultura com a ocorrência de ambiente climático favorável à expressão da produtividade da cultivar em uso (OLIVEIRA, 2003).

Sabe-se que os fatores climáticos que condicionam o ambiente são determinantes no grau de adaptação dos indivíduos. Medeiros *et al.* (1991) relatam que as causas dos baixos níveis de rendimentos de grãos podem ser atribuídas ao fator de aptidão climática e edáfica da região e ao nível de tecnologia aplicado. De acordo com Câmara (1998), durante o seu ciclo, a planta permanece exposta a muitos fatores externos, que podem favorecer ou prejudicar a produção final. A água, em excesso ou em carência no solo, por exemplo, pode influenciar o crescimento e o desenvolvimento das plantas de soja (SCHÖFFEL *et al.*, 2001). As regiões aptas à cultura da soja são as que apresentam boa distribuição de precipitações pluviais (500-700 mm) durante o ciclo (ALBRECHT, 2009). O desenvolvimento da soja está condicionado pelos fatores ambientais, sendo a água o principal fator que altera sua produtividade no tempo e no espaço (FAO, 1995).

Quanto à temperatura, uma região não é apta para a cultura da soja quando esta, no mês mais quente for inferior a 20°C (BONATO *et al.* 2001; ALMEIDA e SANT'ANNA NETO, 2005). A temperatura influencia os processos de germinação, crescimento, floração, frutificação, nas reações químicas da respiração e da fotossíntese e, ainda, na absorção de água e nutrientes (SEDIYAMA, 2009). Dessa forma, atua diretamente no rendimento, no porte da planta, na altura de inserção do primeiro legume e em outras características da planta de soja. Temperaturas baixas podem provocar atrasos nas diferentes fases, enquanto o aumento excessivo pode provocar florescimento precoce, distúrbios na frutificação e acelerar a maturação dos grãos, ocasionando reduções na produção (GUIMARÃES *et al.*, 2008). É o fator que afeta a planta de soja desde a germinação das sementes até o florescimento (RODRIGUES *et al.*, 2001).

A interação entre os genótipos e todos os fatores bióticos e abióticos discutidos influenciam diretamente na tomada de decisão quanto à escolha da época de semeadura. A melhor época de semeadura varia em função da cultivar, da região de cultivo e das condições ambientais do ano agrícola, afetando de modo acentuado a arquitetura e o comportamento das plantas, podendo causar variação drástica no rendimento, bem como no porte das plantas. As perdas na colheita mecânica podem chegar a níveis muito elevados quando a soja é semeada em época inadequada,

devido ao porte baixo das plantas, principalmente (EMBRAPA, 2003). Considerando as variações desses fatores durante o ano e as respostas da soja, nenhum outro fator cultural isolado influencia tanto o desenvolvimento e a produção da soja quanto a época de semeadura (MARCHIORI *et al.*, 1999; BRACCINI *et al.*, 2003).

Para a obtenção de maiores rendimentos por área é indispensável, entre as técnicas de cultivo, a utilização de sementes com boa qualidade, que permitem uma população de plantas adequada no campo (MOTTA *et al.*, 2002). De nada adiantaria adotar as melhores tecnologias sem contar com sementes vigorosas e isentas de doenças (YORINORI, 1988).

O arranjo populacional definido pela combinação da densidade de plantas na linha de semeadura com o espaçamento entre as linhas influencia algumas características agrônômicas da planta de soja e pode alterar a produção de grãos (GUIMARÃES *et al.*, 2008). A melhor população de plantas depende da região, da época de semeadura e da cultivar (MARTINS, 1999; EMBRAPA, 2000). Para uma população fixa, a produção por planta decresce quando se aumenta a quantidade de plantas na linha e o espaçamento entre linhas. Isto ocorre em razão de maior competição entre plantas dentro de uma mesma fileira, resultando em uma tendência à menor produção por unidade de área (PELUZIO *et al.*, 2002b; VAZQUEZ *et al.*, 2008).

Costa (1996), citado por Pires *et al.* (2005), relata que um ideótipo desejável de planta de soja, para proporcionar rendimentos elevados de grãos, deve reunir: estatura de planta igual ou superior a 65,0 cm; inserção dos primeiros legumes superior a 10,0 cm; resistência a doenças, insetos, pragas, nematóides, acamamento e deiscência; boa qualidade fisiológica da semente; adaptação às condições locais de ambiente e sistema agrícola; alta capacidade de extração de fósforo; além de tolerância a deficiências e excessos hídricos.

O caráter agrônômico produção total de grãos em uma planta depende de um conjunto de várias características dentre as quais podem se destacar como importantes o tamanho e o peso de sementes, os quais, por sua vez, dependem do maior vigor da planta e de um período de frutificação mais longo (SEDIYAMA *et al.*, 1981; citado por SILVEIRA *et al.*, 2008).

O peso médio de 100 grãos é uma característica geneticamente determinada, porém, é influenciada pelo ambiente (PANDEY e TORRIE, 1973; NAVARRO JÚNIOR e COSTA, 2002). Alguns trabalhos mostram que o peso do grão é alterado pelo arranjo

de plantas. Moore (1991) e Rambo *et al.* (2004) observaram que o peso e o tamanho dos grãos aumentaram quando o espaçamento entre plantas era equidistante, e que esse aumento ocorreu também com a diminuição da população. A disponibilidade de água também afeta no peso dos grãos de soja, aumentando ou diminuindo em função da sua disponibilidade, principalmente durante o enchimento de grãos, onde o estresse hídrico provoca sua redução (THOMAS e COSTA, 1994; DESCLAUX *et al.*, 2000). A falta de água durante o enchimento de grãos reduz o tamanho e peso do grão devido à diminuição do suprimento de fotoassimilados produzidos pela planta e/ou inibição do metabolismo próprio grão (PELUZIO *et al.*, 2002a; RAMBO *et al.*, 2004; FONTOURA *et al.*, 2007).

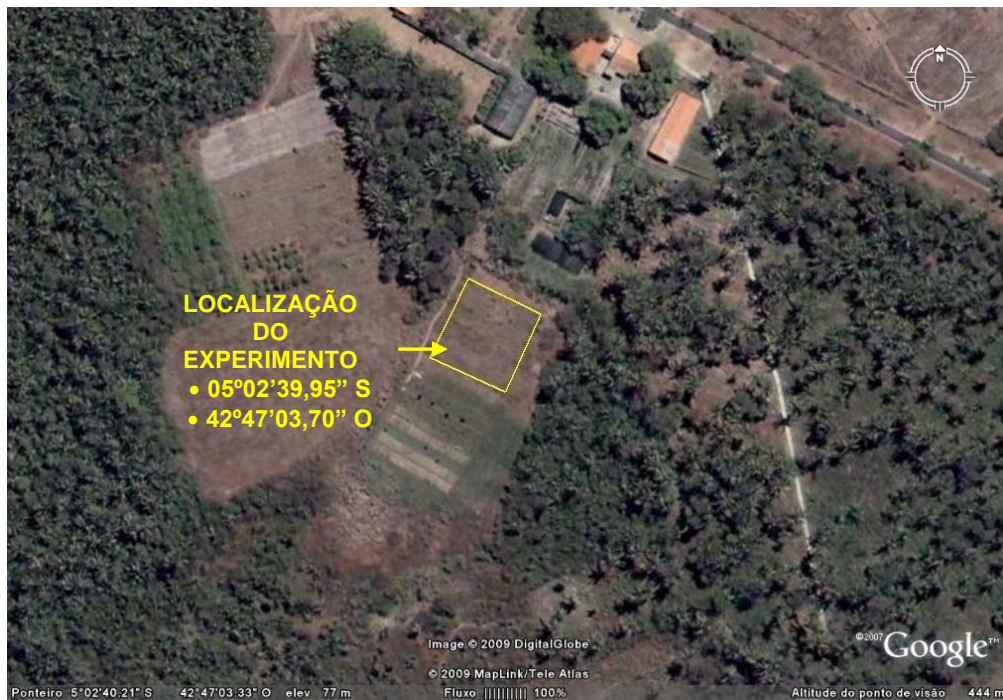
Outro fator importante no peso de grãos é o tempo necessário para o seu enchimento. Devido a encurtamentos desse período há uma redução no peso dos grãos e aceleração da senescência das folhas. Tal encurtamento de tempo pode ocorrer em regiões de baixa latitude devido às respostas da soja ao fotoperíodo. Assim, haverá um menor desenvolvimento vegetativo e distribuição de assimilados, resultando em grãos menores e mais leves (THOMAS e COSTA, 1994; MAEHLER *et al.*, 2003).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local do experimento**

O experimento foi instalado na área experimental do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, em Teresina – PI, com as seguintes coordenadas: latitude 05°02'39,95" S, longitude 42°47'03,70" O e altitude de 77 m. Na Figura 1 é mostrada a imagem da área experimental onde o experimento foi instalado.





**Figura 1.** Imagem aérea da Área Experimental do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI.

**Fonte:** Google Earth Plus (v 4.0.2740) Release Notes – Outubro 2008.

O clima do município de Teresina possui duas estações definidas, seca, de junho a novembro e chuvosa, de dezembro a maio. É do tipo Aw' (tropical subúmido quente) conforme a classificação climática de Köppen (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2004). De acordo com Medeiros (2006), a região apresenta precipitação média anual de 1.377mm, sendo mais elevadas nos meses de março e abril. Apresenta evapotranspiração potencial média anual de 2.973mm, umidade relativa do ar média anual de 69,9%, insolação total anual de 2.625 horas, temperatura média anual de 28°C, amplitude térmica de 11,5°C, fotoperíodo médio anual de 12 horas e 19 minutos/dia, com mínimo de 11 horas e 46 minutos/dia e máximo de 12 horas e 29 min/dia.

### 3.2 Tratamentos e delineamento experimental

Foram utilizados 32 genótipos. As variedades em fase de pré-lançamento e algumas já lançadas em estados da Região Centro-Oeste, foram: Conquista, Valiosa RR, Msoy 8008 RR, CD 219 RR, UFV 18 PM, P98 C81, BMS Topázio SM, BMS Ágata, BMS Ametista, BMS Ônix, BMS Turmalina, BMS Granada e DM 309. As linhagens

utilizadas foram: BCR945 G110, BCR945 G114, BCR892 G132, BCR892 G140, BCR1070 G228, BCR1070 G229, BCR1070 G231, BCR1070 G244, BCR1070 G246, BCR1070 G251, BCR1067 G189, BCR1067 G210, BCR651 G68, BCR651 G75, BCR1057 G157, BCR1057 G162, BCR553 G306, obtidas junto ao programa de melhoramento de soja BMS – CEBACURI, com sede em Minas Gerais e Goiás. E as variedades BRS Sambaíba e Msoy 9350 serviram como testemunhas regionais.

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Cada parcela foi constituída de uma fileira de plantas com 5,0 m de comprimento e distância entre elas de 0,80 m. Foi eliminado em cada linha 0,5 m de cada extremidade, utilizando-se uma área útil de 3,2 m<sup>2</sup> em cada parcela, com cerca de 15 plantas.m<sup>-1</sup> linear após o desbaste. No início e fim de cada bloco foi cultivada uma linha para servir como borda, reduzindo os efeitos de bordadura.

### 3.3 Condução do experimento

A área foi preparada dias antes da semeadura com aplicação do herbicida Glifosate (N-(fosfometil) glicina, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>NO<sub>5</sub>P), na dose de 2,0 l.ha<sup>-1</sup>, para eliminação das plantas indesejáveis na área e, dias depois, uma gradagem, deixando a área livre para o plantio. Os restos vegetais foram removidos da área antes da semeadura para facilitar esta operação e a própria germinação. As sementes foram inoculadas com bactérias pertencentes à espécie *Bradyrhizobium japonicu*, para permitir a fixação de N<sub>2</sub>. A dose utilizada foi de 250g de inoculante por 50 kg de semente (aproximadamente 600.000 bactérias.semente<sup>-1</sup>). Utilizou-se inoculante turfoso contendo 10<sup>8</sup> células bacterianas.grama<sup>-1</sup>. Também foram tratadas com inseticida (STANOAK–250, 200 ml.100<sup>-1</sup> kg de sementes), bactericida (CRUISER VIGOR–350, 100ml.100<sup>-1</sup> kg de sementes) e fungicida (MAXIM XL, 100ml.100<sup>-1</sup> kg de sementes). A semeadura foi realizada no dia 18 de janeiro de 2008.

A calagem foi feita momentos antes da semeadura com calcário Filler. A adubação de semeadura, efetuada por meio do formulado 0-30-20 (NPK) + FTE, foi feita manualmente em fundação. No estágio V4 fez-se uma aplicação foliar com molibdênio (30 g.ha<sup>-1</sup>), e no estágio V10 uma aplicação com sulfato de manganês a 30% (200 g.ha<sup>-1</sup>). Fez-se o desbaste após 15 dias da germinação, deixando uma média de 15 plantas por metro linear (187.500 mil plantas.ha<sup>-1</sup>). As plantas daninhas foram

controladas por meio de capinas manuais. Aos 35 dias da semeadura foi feita uma adubação de cobertura com 60 kg.ha<sup>-1</sup> de Sulfato de Amônio e 60 kg.ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio.

Os tratos culturais exigidos pela cultura foram realizados, quando necessários, uniformemente em todas as parcelas experimentais. A colheita foi realizada durante todo o mês de maio, quando cada parcela foi colhida manualmente de acordo com o grau de umidade apresentado pelos grãos, não superior a 13% de umidade.

### **3.4 Características avaliadas**

#### **3.4.1 Características fenológicas**

- a) Duração do período da emergência ao florescimento: determinado em dias após a emergência até o início do florescimento. Estádio fenologicamente definido pela presença de 50% das plantas com uma flor aberta e simbolizado por R<sub>1</sub> na escala fenológica de Fehr e Caviness (1977). Foram anotadas a data da emergência e a data de abertura das flores.
- b) Duração do período da emergência à maturação final: determinado em dias após a emergência e o momento da maturação. Simbolizado por R<sub>8</sub> na escala fenológica de Fehr e Caviness (1977), estágio fenologicamente definido pela presença de 50% das plantas da área útil se encontravam com 95% das vagens maduras. Suas datas de ocorrência foram tabuladas e posteriormente, convertidas para número de dias.

#### **3.4.2 Características relacionadas ao desenvolvimento da planta**

- a) Altura média das plantas na maturidade: em cm, medida a partir da superfície do solo até a inserção do racemo no ápice da haste principal da planta, no estágio R<sub>8</sub>. Essa média foi determinada a partir da altura de 20 plantas amostradas aleatoriamente em cada parcela.
- b) Altura média da primeira vagem: em cm, medida a partir da superfície do solo até a extremidade inferior da primeira vagem. Característica determinada pela média de 20 plantas amostradas aleatoriamente em cada parcela.

- c) Índice de Acamamento: foi avaliado utilizando-se a escala proposta por Bernard *et al.* (1965): 1 - todas as plantas eretas; 2 - algumas plantas inclinadas ou ligeiramente acamadas; 3 - todas as plantas moderadamente inclinadas ou 25 a 50% das plantas acamadas; 4 - todas as plantas consideravelmente inclinadas ou 50 a 80% das plantas acamadas; e 5 - todas as plantas acamadas. Foi determinada a média à partir de três notas observadas por três avaliadores.
- d) Estande: determinado pela contagem do número de plantas da parcela útil.
- e) Tipo de Crescimento: determinado ou indeterminado, o qual se refere à continuação do crescimento após o início do período reprodutivo caracterizado por  $R_1$  na escala fenológica de Fehr e Caviness (1977).

### 3.4.3 Características relacionadas ao desempenho produtivo

- a) Peso médio de 100 (cem) grãos: peso médio, em gramas, das amostras separadas por um tabuleiro contador, em duas repetições de 100 grãos e pesados em balança de precisão em cada parcela.
- b) Produtividade média de grãos: avaliada na maturidade final, após a colheita e beneficiamento através de debulha manual das vagens e pesagem dos grãos colhidos na área útil de cada parcela com umidade padronizada para 13%. Os valores observados na parcela útil foram extrapolados para  $\text{kg.ha}^{-1}$ .

### 3.5 Análise dos dados

Os dados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). Utilizou-se o software SAEG, versão 9.1, da Universidade Federal de Viçosa – UFV, Minas Gerais.

O teste de média utilizado para comparação dos genótipos quanto a altura da planta e da primeira vagem foi o de Scott-Knott, que tem por objetivo reunir os tratamentos em grupos bem distintos, através da minimização da variação dentro de grupos. Por meio desse procedimento, formam-se grupos de médias mais definidos e a interpretação dos resultados pode ser realizada com mais objetividade e clareza.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 01, encontram-se os resumos das análises de variâncias. Com base nesta tabela, podem-se observar diferenças significativas entre os genótipos para estas características: altura média das plantas (APL), altura média da primeira vagem (APV), peso médio de 100 grãos (PG) e produtividade de grãos (PROD).

**Tabela 01:** Resumo das análises de variância para APL, APV, PG e PROD, obtidos no experimento de avaliação das variedades e linhagens de soja para regiões de baixa latitude, UFPI, Teresina – PI.

Fontes de variação	G.L.	Q.M.			
		APL	APV	PG	PROD
Genótipo	31	195,30**	22,20**	9,75**	1.287.428,0**
Bloco	3	327,29**	4,63**	5,11**	292.334,0**
Erro	94	15,87	1,91	0,70	247.026,2
<b>C.V. (%)</b>	-	<b>7,49</b>	<b>12,32</b>	<b>4,88</b>	<b>18,61</b>

\*\* - Indica nível de significância a 1% de probabilidade pelo teste F.

APL (altura média das plantas); APV (altura média da primeira vagem); PG (peso médio de 100 grão) e PROD (produtividade de grãos).

O coeficiente de variação (CV) obtido da análise de variância de um ensaio experimental indica o grau de precisão do experimento (PIMENTEL-GOMES, 1985). Em trabalhos feitos nos Estados do Paraná e Mato Grosso por Carvalho *et al.* (2003) mostraram que o limite máximo do coeficiente de variação em relação à produtividade e à altura da planta de soja para estas regiões seria de 16% e 12%, respectivamente. A classificação dos coeficientes de variação de ensaio experimental de soja depende do caráter avaliado e da localização, mas oscila pouco em razão do ciclo reprodutivo.

O resultado significativo do teste F na análise de variância indica diferenças estatísticas entre os tratamentos. A validade prática dos testes de médias usados em situações com grande número de tratamentos é questionável, para estes casos, os testes usuais de comparação das médias, duas a duas, não são os mais indicados porque não permitem uma separação adequada de grupos de médias e, conseqüentemente, dificultam a interpretação dos resultados. O teste aplicado, Scott e

Knott, têm por objetivo agrupar as médias de tratamentos em grupos bem distintos, através da minimização da variação dentro de grupos.

#### 4.1 Características fenológicas

Na Tabela 02, são apresentadas as durações dos período da emergência ao florescimento e à maturação dos genótipos de soja estudadas nas condições de baixa latitude.

**Tabela 02:** Valores médios de duração dos períodos compreendido entre a emergência e o florescimento e à maturação dos genótipos de soja avaliados em baixa latitude, UFPI, Teresina – PI.

<b>GENÓTIPOS</b>	<b>NDF (dias)</b>	<b>CICLO (dias)</b>	<b>GENÓTIPOS</b>	<b>NDF (dias)</b>	<b>CICLO (dias)</b>
BRS SAMBAÍBA	41,0 a	116,0 a	BCR553 G306	32,5 d	89,5 b
MSOY 9350	36,0 b	110,7 a	BCR1057 G157	32,5 d	90,7 b
CONQUISTA	33,0 d	102,7 a	BCR1070 G246	33,0 d	108,7 a
VALIOSA RR	33,0 d	96,0 b	BCR651 G68	33,0 d	112,2 a
BCR945 G114	31,5 e	105,7 a	BCR1070 G228	32,5 d	109,2 a
BCR892 G140	32,0 e	103,7 a	UFV 18 PM	33,0 d	105,2 a
BCR1070 G244	31,0 e	107,5 a	P98 C81	32,5 d	105,2 a
BCR1067 G210	33,0 d	102,0 b	BMS TOPÁZIO SM	33,0 d	98,5 b
BCR945 G110	31,5 e	98,7 b	BMS ÁGATA	34,0 c	107,0 a
BCR892 G132	32,0 e	94,5 b	BMS AMETISTA	34,0 c	113,7 a
BCR651 G75	33,0 d	111,7 a	BMS ÔNIX	31,0 f	114,7 a
CD 219 RR	34,7 c	104,5 a	BMS TURMALINA	34,0 c	100,0 b
MSOY8008 RR	30,7 f	108,5 a	DM 309	33,0 d	108,5 a
BCR1067 G189	32,5 d	96,5 b	BMS GRANADA	31,5 e	114,2 a
BCR1057 G162	33,0 d	89,0 b	BCR1070 G229	33,0 d	109,0 a
BCR1070 G251	33,2 d	101,2 b	BCR1070 G231	31,0 f	103,0 a
<b>MÉDIA</b>	-	-		<b>33,0</b>	<b>104,3</b>
<b>C.V. (%)</b>				<b>1,81</b>	<b>7,19</b>

NDF (número de dias da emergência ao florescimento) e CICLO (número de dias da emergência à maturação).

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ ).

Houve pequena variação entre os genótipos testados com relação à duração do período entre a emergência e o florescimento. As variedades testemunhas BRS Sambaíba e Msoy 9350, com 41 e 36 dias da germinação até o florescimento, foram as mais tardias. As variedades Msoy 8008 RR, BMS Ônix e BCR 1070 G231, foram as mais precoces (Tabela 02).

Em razão da resposta fotoperiódica da cultura, os genótipos levaram poucos dias para florescerem na condição de baixa latitude, pois quanto mais se diminui a latitude, mais rápido os genótipos de soja florescem, por atingirem o fotoperíodo crítico. A temperatura é outro fator a se considerar, pois exerce influência em todas as fases fenológicas da soja. Existe interação entre fotoperíodo e temperatura, pois, temperaturas altas encurtam o período de florescimento e este efeito é mais acentuado em dias curtos. O aumento de temperaturas médias superiores a 24°C, em especial as noturnas, ocasiona rápido crescimento vegetativo, enquanto temperaturas inferiores a 24°C normalmente retardam o florescimento em até três dias, para cada decréscimo de 0,5°C (PASCALE, 1969; BHÉRING, 1989; SEDIYAMA *et al.*, 1996). Desta maneira, as temperaturas em torno de 26°C, observadas em Teresina durante o período de desenvolvimento das plantas, contribuíram para o florescimento precoce dos genótipos testados, o que não impediu que as testemunhas, mais adaptadas, se destacassem.

Wang *et al.* (1998) verificaram que a baixa temperatura ocorrida no desenvolvimento vegetativo associada com decréscimo do fotoperíodo, atrasou em 2 e 3 dias o número de dias para  $R_1$  e  $R_2$ , respectivamente, ao passo que, quando submetidas à baixa temperatura associada ao incremento do fotoperíodo, houve um atraso entre 5 a 12 dias para  $R_1$ . Esses autores constataram que o período do estágio de desenvolvimento foi aumentado quando as plantas foram submetidas às condições de baixa temperatura, especialmente quando estas ocorreram em estádios iniciais de desenvolvimento. Bonato e Vello (1999), avaliando mecanismos genéticos do tempo para o florescimento em soja, concluíram que o tipo de herança no controle do tempo para o florescimento em soja depende mais dos genótipos considerados que de uma faixa fotoperiódica específica.

Quanto à duração do período compreendido entre a emergência e a maturação (CICLO), observou-se diferenças significativas entre os genótipos. A variedade Sambaíba, com ciclo de 116 dias foi considerada cultivar semprecoce nessa latitude. Esta se igualou estatisticamente aos genótipos BMS Ônix, BMS Granada, BMS

Ametista, BCR651 G68, BCR651 G75, Msoy 9350, BCR1070 G228, BCR1070 G229, BCR1070 G246, Msoy 8008, DM 309, BCR1070 G244, BMS Ágata, BCR945 G114, UFV 18 PM, P 98 C 81, CD 219 RR, BCR892 G140, BCR1070 G231 e Conquista com ciclos variando de 103 a 115 dias, caracterizando, a maioria destas, como de maturação precoce. Mais tarde, ao se comparar estes genótipos quanto à produtividade, poder-se-á selecionar alguns destes para recomendações nas condições desta pesquisa (baixa latitude). Os genótipos mais precoces foram BCR553 G306 e BCR1057 G162, com ciclos de 89,5 e 89,0 dias, respectivamente, para maturar (Tabela 02).

A maturação das vagens é acelerada pela ocorrência de altas temperaturas. Estas, quando associadas à alta umidade, comprometem a qualidade da semente (Embrapa, 2006). Os efeitos que provocaram a aceleração da maturação dos materiais foram os dias mais curtos, fazendo com que as plantas florescessem precocemente, encurtando o tempo necessário para maturação, ou seja, o ciclo. O que poderia ser uma característica desejável, pois em regiões com período chuvoso curto, é importante selecionar genótipos precoces, desde que sejam produtivos.

## **4.2 Características relacionadas ao desenvolvimento da planta**

### **4.2.1 Acamamento e estande final**

O acamamento assume importante papel na seleção de cultivares, visto que poderá provocar perdas durante a colheita mecanizada. Verificaram-se notas compreendidas entre 1,0 e 3,2 (Tabela 03). As cultivares que obtiveram índices de acamamento elevados foram BMS Ágata, BCR1070 G229 e BCR1070 G246, com 3,2, 3,0 e 3,0 respectivamente. Na Tabela 03, encontram-se as notas dos índices de acamamento. Treze genótipos ficaram com nota 1,0, correspondente ao máximo de 10% de inclinação, sendo considerados adaptados à região. Quanto ao tipo de crescimento, todos os genótipos apresentaram crescimento determinado.

O acamamento é uma característica muito influenciada pelo tipo de solo e pelas condições de desenvolvimento da planta. Em geral, as plantas de soja sofrem maior acamamento em solos férteis e pesados, com umidade abundante, que em solos leves e arenosos. Outro ponto a ser considerado refere-se à altura de planta; normalmente,



plantas mais altas poderão proporcionar um maior índice de acamamento devido ao fato de apresentarem caules mais finos, ficando mais sujeitas ao tombamento pela ação dos ventos.

**Tabela 03:** Valores médios dos caracteres Índices de Acamamento (ACA) e Estande Final (EST) dos genótipos de soja cultivados em baixa latitude, UFPI, Teresina – PI.

GENÓTIPO	ACA	EST (nº de plantas)	GENÓTIPO	ACA	EST (nº de plantas)
SAMBAÍBA	1,0	72,75 a	BCR553 G306	1,0	61,50 a
MSOY 9350	1,0	70,75 a	BCR1057 G157	1,0	65,75 a
CONQUISTA	1,4	58,75 a	BCR1070 G246	3,0	61,50 a
VALIOSA RR	1,1	60,25 a	BCR651 G68	1,5	57,50 a
BCR945 G114	1,0	61,50 a	BCR1070 G228	1,7	64,75 a
BCR892 G140	1,0	62,75 a	UFV 18 PM	2,8	60,75 a
BCR1070 G244	2,6	61,25 a	P98 C81	2,0	61,50 a
BCR1067 G210	1,0	62,00 a	BMS TOPÁZIO SM	2,3	66,75 a
BCR945 G110	1,0	65,00 a	BMS ÁGATA	3,2	60,75 a
BCR892 G132	1,1	63,00 a	BMS AMETISTA	1,2	64,25 a
BCR651 G75	1,0	67,00 a	BMS ÔNIX	1,0	46,25 a
CD 219 RR	1,0	55,50 a	BMS TURMALINA	2,3	61,25 a
MSOY8008 RR	1,0	54,50 a	DM 309	2,5	64,25 a
BCR1067 G189	1,2	62,00 a	BMS GRANADA	2,1	56,25 a
BCR1057 G162	1,0	61,50 a	BCR1070 G229	3,0	65,25 a
BCR1070 G251	2,0	59,50 a	BCR1070 G231	2,3	57,75 a
<b>MÉDIA</b>				<b>1,6</b>	<b>61,69</b>
<b>C.V. (%)</b>	-	-		-	<b>10,72</b>

ACA (índice de acamamento) e EST (estande final);

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Skott-Knott ( $P \leq 0,05$ ).

Quanto ao estande formado, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, variando entre 12 e 18 plantas.m<sup>-1</sup> (Tabela 03). A capacidade competitiva das plantas daninhas em geral cresce à medida que a capacidade de sombreamento das culturas diminui. Normalmente, o principal fator responsável pelo "fechamento" da cultura e conseqüente sombreamento do solo é a população de plantas da cultura. Para o espaçamento de 0,45 m entre linhas, a população-padrão há

alguns anos era de 18 plantas.m<sup>-1</sup> (equivalente a um estande de 400 mil plantas.ha<sup>-1</sup>), a qual foi gradativamente reduzida até atingir 15 plantas.m<sup>-1</sup> (320 mil plantas.ha<sup>-1</sup>). Esse número de plantas pode variar, ainda, em função da cultivar ou do regime de chuvas durante o período de implantação da cultura. Para locais de maior umidade e maior fertilidade, recomenda-se um de 11 a 12 plantas.m<sup>-1</sup> (aproximadamente 240 a 260 mil plantas.ha<sup>-1</sup>) (EMBRAPA, 2002).

Vasquez *et al.* (2008), trabalhando com os efeitos da redução da população de plantas em algumas características da cultura da soja, relatam que a cultura é capaz de suportar grandes reduções da população de plantas sem perdas estatisticamente significativas na produtividade e que essa capacidade depende da variedade, algumas suportando até 45% de redução. Complementa afirmando que tais variações não interferem no tamanho e massa de grãos.

#### **4.2.2 Altura da planta e da primeira vagem**

Para altura de planta, o teste de Scott-Knott revelou valores estatisticamente significativos para os tratamentos (Tabela 04), apresentando variações de 43,5 a 73,4 cm. Podemos observar que a cultivar testemunha Sambaíba e a linhagem BCR1070 G229, que atingiram as médias de 73,4 e 66,6 cm, respectivamente, foram as que apresentaram maiores alturas médias de plantas pelo teste de Scott-Knott a nível de 5% de probabilidade. Para essa característica nove outros genótipos se igualaram estatisticamente, em segundo lugar.

No Brasil, variedades comerciais normalmente apresentam altura média de 60 a 120 cm (BORÉM, 2000). Não só para alta produtividade mas também para elevado rendimento operacional da colhedora, preconiza-se que as cultivares modernas de soja apresentem altura final de planta entre 60,0 cm e 110,0 cm (SHIGIHARA e HAMAWAKI, 2005). Entretanto, Sedyama *et al.* (1996), consideraram que em solos planos e bem preparados pode-se efetuar uma boa colheita em plantas com 50,0 cm a 60,0 cm de altura, o que colocaria 20 dos 30 genótipos testados na condição de satisfatório neste aspecto.

A altura de planta é característica fundamental na determinação da cultivar a ser introduzida em uma região, uma vez que se relaciona com o rendimento de grãos, controle de plantas daninhas e com as perdas durante a colheita mecanizada. As

variações na altura das plantas podem ser influenciadas por época de semeadura, espaçamento entre e dentro das fileiras, suprimento de umidade, temperatura, fertilidade do solo, resposta fotoperiódica da cultivar e outras condições do ambiente.

**Tabela 04:** Valores médios dos caracteres agrônômicos (APL e APV) dos genótipos de soja cultivados em baixa latitude, UFPI, Teresina – PI.

<b>GENÓTIPO</b>	<b>APL (cm)</b>	<b>APV (cm)</b>	<b>GENÓTIPO</b>	<b>APL (cm)</b>	<b>APV (cm)</b>
SAMBAÍBA	73,4 a	17,9 a	BCR553 G306	43,6 d	9,2 e
MSOY 9350	47,7 d	11,6 d	BCR1057 G157	44,7 d	10,0 d
CONQUISTA	59,7 b	15,4 b	BCR1070 G246	58,0 b	11,0 d
VALIOSA RR	60,7 b	15,9 b	BCR651 G68	51,6 c	10,9 d
BCR945 G114	49,8 c	7,8 e	BCR1070 G228	56,6 b	9,3 e
BCR892 G140	44,9 d	8,0 e	UFV 18 PM	53,6 c	13,1 c
BCR1070 G244	50,9 c	8,8 e	P98 C81	56,1 b	11,0 d
BCR1067 G210	45,5 d	11,2 d	BMS TOPÁZIO SM	54,2 c	14,4 c
BCR945 G110	52,0 c	10,8 d	BMS ÁGATA	58,1 b	11,5 d
BCR892 G132	51,9 c	11,4 d	BMS AMETISTA	51,2 c	9,0 e
BCR651 G75	51,0 c	12,3 d	BMS ÔNIX	45,2 d	8,4 e
CD 219 RR	53,0 c	13,8 c	BMS TURMALINA	61,4 b	12,0 d
MSOY8008 RR	46,0 d	11,1 d	DM 309	61,1 b	11,7 d
BCR1067 G189	45,8 d	8,8 e	BMS GRANADA	51,0 c	10,4 d
BCR1057 G162	45,6 d	10,3 d	BCR1070 G229	66,6 a	10,6 d
BCR1070 G251	59,1 b	12,6 c	BCR1070 G231	52,4 c	8,8 e
<b>MÉDIAS</b>				<b>53,21</b>	<b>11,22</b>

APL (altura média da planta) e APV (altura média da primeira vagem).

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ ).

A cultivar Sambaíba apresentou um excelente resultado em relação à altura média da primeira vagem, mantendo a média de 17,9 cm, diferenciando-se estatisticamente, das demais pelo teste de Scott-Knott a nível de 5%, sendo seguida das cultivares Conquista e Valiosa RR, com 15,9 e 15,4 cm, respectivamente. Os genótipos que apresentaram as menores médias de altura da primeira vagem foram BCR945 G114 e BCR892 G140 com 7,8 e 8,0 cm (Tabela 04), respectivamente, o que, dependendo do relevo e preparo do solo, provocaria perdas consideráveis na colheita.

Para um elevado rendimento operacional da colhedora, associado à minimização de perdas de colheita, Sedyama *et al.* (2005) e Valadão Junior *et al.* (2008) recomendam que, em terrenos planos, as cultivares de soja devem apresentar altura da primeira vagem igual ou não muito acima de 10,0 cm. Em termos práticos, nove genótipos (BCR945 G114, BCR892 G140, BCR1070 G244, BCR1067 G189, BCR553 G306, BCR1070 G228, BMS Ametista, BMS Ônix e BCR1070 G231) (Tabela 04) não atenderam a esse critério.

Segundo Marcos Filho *et al.* (1989), o cultivar escolhido para o cultivo em uma determinada localidade deve apresentar uma altura de inserção do primeiro legume de pelo menos 10,0 a 12,0 cm; entretanto, para a maioria das condições das lavouras de soja, a altura mais satisfatória está em torno de 15,0 cm, embora colhedoras mais modernas possam efetuar boa colheita com plantas apresentando primeiro legume a 10,0 cm.

Existe correlação positiva entre a altura final de planta e a altura de inserção da primeira vagem (SEDIYAMA *et al.*, 1992). Possibilidade observada nos genótipos Sambaíba e BCR892 G140, porém, para a linhagem BCR1070 G229 com 66,6 cm de altura final, desviou, observando-se apenas 10,6 cm para altura de inserção da primeira vagem (Tabela 04).

### **4.3 Peso médio de 100 grãos e produtividade**

Os valores observados para peso médio de 100 grãos e produtividade de grãos são apresentados na Tabela 05.

Os genótipos BCR1070 G229, Conquista, BCR1070 G251, BMS Granada e BMS Ônix foram os que apresentaram os maiores pesos de 100 grãos, variando de 19,0 a 20,8 g. A menor média de peso de 100 grãos foi obtida pelo genótipo BCR892 G140, com apenas 14,9 g (Tabela 05). A formação de legumes pode ser prejudicada em razão da competição por assimilados com os legumes formados mais cedo, e pode limitar fisicamente o tamanho potencial do grão (NAVARRO JUNIOR e COSTA, 2002).

Peluzio *et al.* (2002a), trabalhando com níveis de desfolha e sua influência nos componentes de produção relata que, uma redução na disponibilidade de fotoassimilados para o enchimento das vagens pode provocar uma redução nessa característica.

**Tabela 05:** Valores médios das características peso médio de 100 grãos e produtividade de grãos dos genótipos de soja cultivados em baixa latitude, UFPI, Teresina – PI.

GENÓTIPO	PG (g)	PROD (kg.ha <sup>-1</sup> )	GENÓTIPO	PCG (g)	PROD (kg.ha <sup>-1</sup> )
SAMBAÍBA	15,37 d	3.536,1 a	BCR553 G306	15,79 d	2.404,5 b
MSOY 9350	15,77 d	3.305,0 a	BCR1057 G157	16,07 d	2.312,6 b
CONQUISTA	19,99 a	3.048,8 a	BCR1070 G246	18,10 b	1.834,7 b
VALIOSA RR	18,62 b	3.107,6 a	BCR651 G68	18,09 b	3.585,8 a
BCR945 G114	15,21 d	2.295,1 b	BCR1070 G228	17,92 b	2.391,6 b
BCR892 G140	14,92 d	2.485,4 b	UFV 18 PM	18,56 b	3.115,8 a
BCR1070 G244	17,72 b	2.168,3 b	P98C81	17,20 c	3.278,4 a
BCR1067 G210	15,53 d	2.312,8 b	BMS TOPÁZIO SM	16,59 c	2.574,5 b
BCR945 G110	16,21 c	2.369,2 b	BMS ÁGATA	15,29 d	2.623,0 b
BCR892 G132	16,71 c	3.073,2 a	BMS AMETISTA	16,81 c	3.325,3 a
BCR651 G75	16,98 c	3.502,4 a	BMS ÔNIX	19,05 a	1.926,3 b
CD 219 RR	16,32 c	2.378,0 b	BMS TURMALINA	16,04 d	2.599,0 b
MSoy8008 RR	17,61 b	1.486,0 b	DM309	17,57 b	3.383,2 a
BCR1067 G189	16,29 c	2.123,9 b	BMS GRANADA	19,56 a	2.905,8 a
BCR1057 G162	15,41 d	2.178,3 b	BCR1070 G229	20,78 a	2.353,9 b
BCR1070 G251	19,91 a	3.406,6 a	BCR1070 G231	17,28 c	2.057,5 b
<b>MÉDIA</b>				<b>17,16</b>	<b>2.670,3</b>

PG (peso médio de 100 grãos) e PROD (produtividade de grãos).

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Skott-Knott ( $P \leq 0,05$ ).

Observou-se, para a característica produtividade de grãos, uma variação de 1.485 a 3.585 kg.ha<sup>-1</sup> (24,8 a 59,8 sacas de 60 kg.ha<sup>-1</sup>). Treze genótipos apresentaram as maiores médias de produtividade não diferindo, estatisticamente, entre si, com amplitude de produtividade de 2.900 kg.ha<sup>-1</sup> (48,3 sacas de 60 kg.ha<sup>-1</sup>) a 3585 kg.ha<sup>-1</sup> (59,7 sacas de 60 kg.ha<sup>-1</sup>). As treze variedades e linhagens que se destacaram em produtividade foram: BCR651 G68, Sambaíba, BCR651 G75, BCR1070 G251, DM 309, BMS Ametista, Msoy 9350, P98 C81, UFV 18 PM, Valiosa RR, BCR892 G132, Conquista e BMS Granada, em ordem decrescente de médias de produtividade obtidas no experimento. Deve-se destacar que, destes 13 genótipos, apenas a variedade BMS

Granada ficou abaixo de  $3.000 \text{ kg.ha}^{-1}$ . O pior rendimento foi apresentado pela variedade Msoy 8008 RR, com  $1.486,0 \text{ kg.ha}^{-1}$  (Tabela 05).

O rendimento de grãos é muito influenciado por vários fatores ambientais como umidade, temperatura e fotoperíodo, que variam com as diferentes épocas do ano. Altos rendimentos podem ser obtidos quando as condições ambientais são satisfatórias em todos os estádios de desenvolvimento da cultura.

De acordo com Evans (1993), o potencial de rendimento de grãos pode ser definido como a produção de uma cultivar no ambiente ao qual está adaptada, sem limitações edafoclimáticas e nutricionais, livre da ação de pragas e doenças e com os demais estresses efetivamente controlados. Dentro desse contexto, não se observou fatos relevantes que pudessem ter influenciado negativamente a produção nesse experimento, principalmente no que diz respeito ao aspecto nutricional ou de suprimento de água para as plantas.

## **5 CONCLUSÕES**

Dentre as condições estudadas, foram identificados treze genótipos (nove variedades e quatro linhagens) com bons desempenhos agrônômicos em baixas latitudes, com médias de produtividade de grãos acima de  $2.900 \text{ kg.ha}^{-1}$  (48,3 sacas de  $60 \text{ kg.ha}^{-1}$ ).

Dos genótipos avaliados, tendo por base as testemunhas BRS Sambaíba e Msoy 9350, os que mais se destacaram dentre as características avaliadas nas condições de baixa latitude foram as variedades Conquista e Valiosa RR e, as linhagens BCR892 G132, BCR651 G75 e BCR6651 G68, com todas apresentando condições satisfatórias para a colheita mecânica.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIOVE - Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais, 2007. **Complexo Soja – Exportações**. Disponível em: <[http://www.abiove.com.br/exporta\\_br.html](http://www.abiove.com.br/exporta_br.html)>. Acesso em: 17 fev. 2009.

ALBERINI, J.L.; MATSUMOTO, M.N.; ZUFFO, N.L. Cultivares de soja para os estados de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. In: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, 1., Piracicaba, 1991. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1992, p.89-108.

ALBRECHT, Leandro Paiola *et al.* Sementes de soja produzidas em épocas de safrinha na região oeste do Estado do Paraná - **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, 2009, v. 31, n. 1, p. 121-127.

ALBRECHT, Leandro Paiola *et al.* Teores de óleo, proteínas e produtividade de soja em função da antecipação da semeadura na região oeste do Paraná. **Bragantia**. 2008, v. 67, n. 4, pp. 865-873.

ALMEIDA, A. *et al.* Desenvolvimento e avaliação de cultivares e linhagens de soja para a região Centro-Sul do Brasil. In: EMBRAPA. **Resultados de pesquisa da Embrapa Soja 1996**. Londrina, 1997, 217p. p. 13-14.

ALMEIDA, I.R. de; SANT'ANNA NETO, J.L. **O clima como um dos fatores de expansão da cultura da soja no Rio Grande do Sul, Paraná e Mato Grosso**. Dissertação (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente: [s.n.], 2005, 119f.: il + 1CD-Rom.

ALMEIDA, L.A., KIIHL, R.A.S., MIRANDA, M.A.C. e CAMPELO, G.J.A. Melhoramento da soja para regiões de baixas latitudes, In **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o nordeste brasileiro**. (M.A. Queiroz, C.O. Goedert e S.R.R. Ramos, eds.) 1999.

ANDRADE JÚNIOR *et al.* **Classificação climática do Estado do Piauí**. Embrapa Meio-Norte. Teresina, 2004, (Série Documentos, 86). 86 p.

BERNARD, R. L.; CHAMBERLAIN, D. W.; LAWRENCE, R. E. **Results of the cooperative uniform soybean tests**. Washington: USDA, 1965, 134 p.

BHÉRING, M. **Influência de épocas de cultivo sobre a produção de grãos e outras características agronômicas de soja *Glycine max (L.) Merrill***. 1989. 73 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1989.

BONATO, Emídio Rizzo; VELLO, Natal Antonio. Aspectos genéticos do tempo para o florescimento em variantes naturais de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 1999, v. 34, n. 6, pp. 988-993.

BONATO, Emídio Rizzo; LANGE, Cláudia Erna; BERTAGNOLLI, Paulo Fernando. Desempenho de cultivares de soja de diferentes ciclos em semeaduras de dezembro, na região do Planalto médio do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**. 2001, vol. 31, no. 6, pp. 935-940.

BOREM, A.. Escape gênico: os riscos do escape gênico da soja no Brasil. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, 2000, v. 10, p. 101-107.

BRACCINI, Alessandro de Lucca et al. Características agronômicas e rendimento de sementes de soja na semeadura realizada no período de safrinha. **Bragantia**. Campinas, 2004, v. 63, n. 1.

BRACCINI, Alessandro de Lucca e *et al.* Semeadura da soja no período de safrinha: potencial fisiológico e sanidade das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**. 2003, v. 25, n. 1, pp. 76-86.

BRUSCKE, E. L. *et al.* DESEMPENHO AGRONÔMICO DE LINHAGENS DE SOJA DE CICLO SEMITARDIO/TARDIO. In: **I SEPEX – Seminário de Pesquisa e Extensão Rural**. Rolim de Moura, 2007. Disponível em: <<http://www.campus-rm.unir.br/sepex/8.pdf>> acesso em 10 de ago. 2008.

CÂMARA, G.M.S. Ecofisiologia da soja e rendimento. In: CÂMARA, G. M.S. (Ed.) **Soja: tecnologia da produção**. Piracicaba, 1998, p. 256-277.



CARVALHO, Cláudio Guilherme Portela de *et al.* Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação à produtividade e altura da planta de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, fev. 2003, v. 38, n. 2.

CISOJA - Centro De Inteligência da Soja. **Sobre soja – Histórico**, 2009. Disponível em: <<http://www.cisoja.com.br/>>. Acesso em: Abril de 2009.

CRUSCIOL, Carlos Alexandre Costa *et al.* Produção e qualidade fisiológica de sementes de soja avaliadas na semeadura de inverno. **Scienti Agrícola. (Piracicaba, Braz.)**, Piracicaba, mar. 2002, v. 59, n. 1.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001.

DENARDI, T.; RAMOS, T.C.; TARTARO, D.E.; NUNES, E. de M.; ASSMANN, I.C.; CICMANEC, E.A. Resposta da cultivar de soja ICA 3 sob cinco densidades de semeadura. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 25., 2003, Londrina. **Resumos...**Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 2003, p.241. (EMBRAPACNPSO. Documentos, 209).

DESCLAUX, D.; HUYNH, T.; ROUMET, P. Identification of soybean plant characteristics that indicate the timing of drought stress. **Crop Science**, Madison, mai-jun., 2000, v.40, n.3., p.716-722.

DUTRA, J. H. **Comportamento de quinze genótipos de soja [Glycine Max(L.) Merrill], em diferentes épocas de plantio, em Capinópolis, Minas Gerais**. 1986. 59 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1986.

EMBRAPA. **Sistema de produção 11: Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2007**. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2006, 225p.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja - Paraná - 2003/04**. Londrina: Embrapa Soja, 2003, 218p. (Sistemas de Produção, 3).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **A cultura da soja no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2000, 179p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias para a cultura da soja na região central do Brasil 2009/2010**. Londrina: CNPSO, 2002. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br>>. Acesso em: 19 fev. 2009.

EVANS, L.T. **Crop evolution, adaptation and yield**. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press, 1993, 500p.

FAO. **El cultivo de la soja en los trópicos: mejoramiento y producción**. Roma, 1995, 254p.

FEDERIZZI, Luiz Carlos. A SOJA COMO FATOR DE COMPETITIVIDADE NO MERCOSUL: HISTÓRICO, PRODUÇÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS. In. III Encontro CEPAN: Vantagens Competitivas dos Agronegócios no Mercosul, Porto Alegre, **CD dos Anais**, Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios – CEPAN/UFRGS, 2005.

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

FONTOURA, T.; COSTA, J.; DAROS, E.. EFEITOS DE NÍVEIS E ÉPOCAS DE DESFOLHAMENTO SOBRE O RENDIMENTO E OS COMPONENTES DO RENDIMENTO DE GRÃOS DA SOJA. **Scientia Agraria**, América do Sul, 2007, 7 24.

GILIOLI, J. L. **Agricultura tropical: desafios, perspectivas e soluções**. Brasília: ABCBSB, 2000, 128 p.

GILIOLI, J. L.; TERASAWA, F.; WILLEMANN, W.; ARTIAGA, O. P.; MOURA, E. A. V.; PEREIRA, W. V. **Soja: Série 100**. FT Sementes, Cristalina, Goiás, 1995, 18 p. (Boletim Técnico 3).

GODOI, C.R.C. *et al.* AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE LINHAGENS DE SOJA, RESISTENTES AO COMPLEXO DE PERCEVEJOS, CULTIVADAS EM DIFERENTES DENSIDADES DE SEMEADURA. **Bioscience Journal**, Uberlândia, jan./abril. 2005, v. 21, n. 1, p. 85-93.

GUIMARAES, Fabrício de Souza *et al.* Cultivares de soja [Glycine max (L.) Merrill] para cultivo de verão na região de Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**. 2008, v. 32, n. 4, pp. 1099-1106.

HYMOWITZ, T. On the domestication of the soybean. **Economic Botany**. 1970, v. 23 p. 408-2.

HYMOWITZ, T., SHURTLEFF, W.R. Debunking soybean myths and legends in the historical and popular literature. **Crop Science**. 2005, v.45(2):473-476.

KASTER, M.; MENOSSO, O.G. Cultivares de soja para o estado do Paraná. In: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, 1, Piracicaba, 1991. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1992, p.119-128.

KIIHL, R.A.S.; ALMEIDA, L.A. Situação atual e perspectivas do melhoramento genético da soja no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, 1., Piracicaba, 1991. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1992, p.38-40.

MAEHLER, André Roberto; COSTA, José Antonio; PIRES, João Leonardo Fernandes e RAMBO, Lisandro. Qualidade de grãos de duas cultivares de soja em função da disponibilidade de água no solo e arranjo de plantas. **Ciencia Rural**. 2003, vol.33, n.2, pp. 213-218.

MARCHIORI, Luis Fernando Sanglade; CAMARA, Gil Miguel de Sousa; PEIXOTO, Clóvis Pereira and MARTINS, Mônica Cagnin. DESEMPENHO VEGETATIVO DE CULTIVARES DE SOJA [Glycine max (L.) Merrill] EM ÉPOCAS NORMAL E SAFRINHA. **Scientia Agricola**. 1999, v. 56, n. 2, pp. 383-390.

MARCOS FILHO, J. *et al.* **Soja**: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1989, s.d. p.1-40. (Série de Extensão Agroindustrial, 7).

MARTINS, C. A. **Avaliação de Caracteres Agronômicos de Linhagens de Soja com ou sem Lipoxigenases nas Sementes**. Tese de mestrado. Viçosa, 1999.

MARTINS, Mônica Cagnin *et al.* Épocas de semeadura, densidades de plantas e desempenho vegetativo de cultivares de soja. **Sciencia Agricola**. 1999, v. 56, n. 4, pp. 851-858.

MASCARENHAS, H.A.A. *et al.* Nitrogênio: a soja aduba a lavoura da cana. **O Agrônomo**. Campinas, 2005, n. 57, v. 1.

MEDEIROS, R.M. **Climatologia do município de Teresina**. Teresina: Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Naturais do Estado do Piauí, 2006, 28p.

MEDEIROS, S. L. P.; WESTHPHALEN, S. L.; MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H. Relações entre evapotranspiração e rendimento de grãos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, jan. 1991, v. 26, n. 1, p. 1-10.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, Secretaria de Relações Internacionais do Agronegócio. **Balança Comercial do Agronegócio – 2008**. 21 p. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em 10 de novembro de 2008.

MIRANDA, M.C.A. Cultivares de soja para o estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, 1., Piracicaba, 1991. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1992, p.109-118.

MOORE, S.H. Uniformity of planting spacing effect on soybean population parameters. **Crop Science**. Madison, 1991, v.31, n.4, p.1049-1051.

MOTTA, Ivo de Sá *et al.* Época de semeadura em cinco cultivares de soja. II. Efeito na qualidade fisiológica das sementes. **Acta Scientiarum**. Maringá, 2002. v. 24, n. 5, p. 1281-1286.

MÜLLER, L. Morfologia, anatomia e desenvolvimento. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C., (Eds). **A soja no Brasil**. 1981, 1 ed. P. 65-104.

MUNDSTOCK, Claudio M.; THOMAS, André Luíz. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre : Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul : Evangraf, 2005. 31 p.

NAVARRO JUNIOR, Hugo Motta; COSTA, José Antonio. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 2002, v. 37, n. 3, pp. 269-274.

OLIVEIRA, E. de. **Comportamento de genótipos de soja quanto a doenças de final de ciclo e qualidade de sementes em diferentes ambientes no Estado de Goiás**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, Goiás, 2003. 177p.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; KIIHL, R.A. de S.; ALMEIDA, L.A. Desenvolvimento de cultivares de soja na região Norte e Nordeste do Brasil. In: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I. de M. de (Ed.). **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafos, 1993. p. 255-266.

PANDEY, J.P.; TORRIE, J.H. Path coefficient analysis of seed yield components in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Crop Science**. Madison, Sept./Oct. 1973. v. 13, n. 5, p. 505-507.

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

PEIXOTO, Clovis Pereira *et al.* Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia Agricola**. 2000, vol. 57, no. 1, pp. 89-96.

PELUZIO, J.M. *et al.* Influência do desfolhamento artificial no rendimento de grãos e componentes de produção da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência Agrotecnológica**. Lavras, 2002a, v.26, n.6, p. 1197-1203.

PELUZIO, J.M. *et al.* Comportamento de duas cultivares de soja em diferentes populações de plantas, sob condições de várzea irrigada, no sul do Estado do Tocantins. **Revista Agricultura Tropical**. Cuiabá, 2002b, v.6, n.1, p.69-80.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 11.ed. São Paulo, Nobel, 1985.

PINTO, R. J. B. **Introdução ao melhoramento genético de plantas**. Maringá: Eduem, 1995.

PIRES, João Leonardo Fernandes *et al.* Métodos para a estimativa do potencial de rendimento da soja durante a ontogenia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 2005, v. 40, n. 4, pp. 337-344.

RAMBO, Lisandro *et al.*. Estimativa do potencial de rendimento por estrato do dossel da soja, em diferentes arranjos de plantas. **Ciencia Rural** . 2004, vol.34, n.1, pp. 33-40.

REZENDE, Pedro Milanez de; CARVALHO, Eudes de Arruda. Avaliação de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] para o sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**. 2007, v. 31, n. 6, pp. 1616-1623.

RITCHIE, S.W. *et al.* **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Thechnology, Cooperative Extension Service, 1994, 20p. (Special Report, 53)

RODRIGUES, Osmar *et al.* Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 2001, v. 36, n. 3, pp. 431-437.

SAEG Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

SANTOS, O. S. **A cultura da soja -1 Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná**. Editora Globo, 1988, 299p.

SCHOFFEL, Edgar Ricardo *et al.* . EXCESSO HÍDRICO SOBRE OS COMPONENTES DO RENDIMENTO DA CULTURA DA SOJA. **Ciencia Rural**. Santa Maria, fev. 2001, v. 31, n. 1.

SEDIYAMA, T. Melhoramento de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) na Universidade Federal de Viçosa. In: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, 1., Piracicaba, 1991. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1992, p.82-88.

SEDIYAMA, T. (Org.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. 1. ed. Londrina, PR: Mecenias, 2009, v. 1. 314 p.

SEDIYAMA, T. *et al.* **Cultura da Soja – I Parte**. 3º Reimpressão. Viçosa: UFV, 1996, 96p.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R de C.; REIS, M. S. Melhoramento da Soja. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 2005, p. 553-604.

SHIGIHARA, D; HAMAWAKI, O. T. Seleção de Genótipos para Juvenildade em Progênes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Eletrônica**. Universidade Federal de Uberlândia(UFU), Uberlândia-MG, 2005, p.1-26.

SILVEIRA, D.R.C. De *et al.*. Avaliação de cultivares de soja convencionais e Roundup Ready em duas épocas de semeadura em Ponta Grossa – PR. In. 4º ENCONTRO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA DOS CAMPOS GERAIS. Ponta Grossa, 2008. **Anais 4º EETCG 2008 – Ponta Grossa**.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Trad.: SANTARÉM, E.R. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 613p.

THOMAS, A.L.; COSTA, J.A. Influência do déficit hídrico sobre o desenvolvimento e rendimento da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, set, 1994, v.29, n.9, p.1389-1396.

THOMAS, B.; VINCE-PRUE, D. **Photoperiodism in plants**. 2. ed. Califórnia: Academic Press, 1997, 428 p.

TOLEDO, J.F.F. *et al.*. Genetics and breeding. In: Tropical Soybean: improvement and production. E. Kueneman (ed). **FAO - Plant Production and Protection Series No. 27**. Rome, Italy. 1995, p. 19-36.

TOURINO, Maria Cristina Cavalheiro; REZENDE, Pedro Milanez de; SALVADOR, Nilson. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, ago. 2002, v. 37, n. 8.

VALADÃO JÚNIOR, D.; BERGAMIN, A.; VENTUROSO, L.; SCHLINDWEIN, J.; CARON, B.; SCHMIDT, D.. ADUBAÇÃO FOSFATADA NA CULTURA DA SOJA EM RONDÔNIA. **Scientia Agraria**, América do Sul, 2008, 9 23.

VAZQUEZ, Gisele Herbst; CARVALHO, Nelson Moreira de; BORBA, Maria Madalena Zocoller. Redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**. 2008, v. 30, n. 2, pp. 1-11.

VELLO, N.A. Métodos de melhoramento da soja. In: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, 1., Piracicaba, 1991. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1992, p.41-59.

VENTIMIGLIA, L. A. *et al.* Potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fósforo no solo e dos espaçamentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, fev. 1999, v. 34, n. 2, p. 195-199.

VERNETTI, F. J. **Soja**: planta, clima, pragas, moléstias e invasoras. Campinas: Fundação Cargill, 1983, v. 1.

WANG, Z.; REDDY, R. V.; ACOCK, M. C. Testing for early photoperiod insensitivity in soybean. **Agronomy Journal**. Madison, 1998, v. 90, p. 389-392.

WANG, Z.; REDDY, R. V.; QUEBEDEAUX, B. Growth and photosynthetic responses of soybean to short-term cold temperature. **Environmental and Experimental Botany**, W. Conshohocken, 1997, v. 37, p. 13-24.

YORINORI, J.T. Doenças da soja no Brasil. In: **Soja no Brasil Central**. 3ed. Campinas, Fundação Cargill, 1988, p.301-363.



## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em se realizando uma análise sobre o dinâmico agronegócio da soja brasileira e tomando como referência a realidade atual, parece pertinente afirmar que:

- Crescerá o consumo e conseqüentemente a demanda por soja no mundo, pois a população humana continuará aumentando assim como seu poder aquisitivo, buscando cada vez mais alimentos saudáveis;
- Os usos industriais não tradicionais da soja, como biodiesel, tintas, vernizes, entre outros, aumentarão a demanda do produto;
- Pode-se estimar, também, que o cultivo da soja no Brasil se concentrará cada vez mais nas grandes propriedades das Regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste, em detrimento das pequenas e médias propriedades da Região Sul.

Diante das considerações, é racional acreditar no futuro da produção de soja do Brasil; País que figura apresentar as melhores condições para expandir a produção e atender a futura demanda mundial. Este País possui apenas no ecossistema dos Cerrados, mais de 50 milhões de hectares de terras ainda virgens e aptas para a sua imediata incorporação ao processo produtivo da soja.

Parte desses Cerrados encontram-se nos Estado do Piauí e Maranhão, que são considerados as últimas fronteiras agrícolas, com áreas mecanizáveis e grande potencial para o cultivo da soja.

Trabalhos como este são de fundamental importância na introdução e desenvolvimento da cultura nessas áreas, pois buscam novas variedades que atendam as exigências dos produtores, proporcionando-lhes maior rentabilidade e, possuam características desejáveis pelos consumidores.

O Piauí entrou nesse promissor mercado a mais de uma década, e vem constantemente aumentando suas áreas cultivadas com soja. Para o estado, este trabalho traz informações inerentes ao desempenho de genótipos avaliados em baixas latitudes, ou seja, região norte do Estado, onde se obteve bons

resultados mostrados aptidão para o cultivo da soja. Como observado, alguns genótipos podem ser indicados para tais condições e, estes resultados servirão de base para futuros trabalhos de melhoramento e lançamento de cultivares para as condições de baixa latitude.

Experimentos em anos seguintes com as variedades e linhagens que se destacaram nesta pesquisa serão necessários e conduzidos, buscando-se, principalmente, destacar aqueles com maiores estabilidades de produção.

**8 ANEXOS**



ROCHA, R.S. (2008)

**Foto 1:** Plantulas recém emergidas, representando o estágio VE.



ROCHA, R.S. (2008)

**Foto 2:** Plantas em estádios vegetativos avançados.



ROCHA, R.S. (2008)

**Foto 3:** Detalhes de apêndices reprodutivos de uma planta em estágio R1.



ROCHA, R.S. (2008)

**Foto 4:** Detalhe dos frutos de plantas em estágio reprodutivo.



ROCHA, R.S. (2008)

**Foto 5:** Detalhe dos grãos de soja beneficiados e etiquetados.