



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

JOSYNARIA ARAÚJO NEVES

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE SOJA SOB CONDIÇÕES DE
BAIXA LATITUDE EM TERESINA-PI**

**TERESINA, PI-BRASIL
MARÇO - 2011**

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE SOJA SOB CONDIÇÕES DE
BAIXA LATITUDE EM TERESINA-PI**

JOSYNARIA ARAÚJO NEVES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Produção Vegetal.

ORIENTADOR: Prof. Dr. JOSÉ ALGACI LOPES DA SILVA

**TERESINA, PI-BRASIL
MARÇO - 2011**

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE SOJA SOB CONDIÇÕES DE
BAIXA LATITUDE EM TERESINA-PI**

JOSYNARIA ARAÚJO NEVES
Bióloga

Aprovada em ____/____/____

Comissão examinadora:

Prof. Dr. Disraeli Reis da Rocha (UFPI)
(Membro)

Dr. Ricardo Montalván Del Águila (EMBRAPA)
(Membro)

Prof. Dr. José Algaci Lopes da Silva (UFPI)
(Orientador)

“Compreendi que tudo em nossas vidas, todas as coisas que gastam tanto do nosso tempo e da nossa energia para construir, tudo é passageiro, tudo é feito de areia; o que permanece é só o relacionamento que temos com as outras pessoas. Mais cedo ou mais tarde, uma onda virá e destruirá ou apagará o que levamos tanto tempo para construir. E quando isso acontecer, somente aquele que tiver as mãos de outro alguém para segurar, será capaz de rir e recomeçar”.

William Shakespeare

*A Douglas Rafael e Silva Barbosa,
pelas inúmeras ajudas, amor, companheirismo e força para não desistir;
À minha irmã Josyanne Araújo Neves,
por ser um dos meus motivos de orgulho, pela amizade e críticas construtivas;*

OFEREÇO

*Aos meus pais:
Osmarina de Araújo Neves, pelo amor, apoio, dedicação, carinho e força,
Juarez Barros Neves (**in memorian**), pelo exemplo de superação e que, mesmo distante, está
sempre presente.*

*À minha família por todas as lutas, todas as lágrimas, todas as conquistas, pelas alegrias e
compreensão, e principalmente por estarem, cada um a seu modo, sempre presentes.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela minha existência e força para alcançar vitórias, pois sem Ele nada é possível;

À Universidade Federal do Piauí, por ter concedido a oportunidade de cursar o mestrado em Agronomia e desenvolver todos os meus trabalhos;

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

À CAPES, pela concessão de bolsa de estudo, subsídio que me proporcionou realizar este curso;

Ao Prof. Dr. Disraeli Reis da Rocha, pela amizade, ensinamentos a campo e extras, e ao Pesquisador Dr. Ricardo Montalván Del Águila, representando a Embrapa Meio-Norte pela concessão das cultivares de soja para a realização do experimento e contribuições neste trabalho.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, pelos ensinamentos, em especial ao Prof. Dr. Paulo Roberto Ramalho, pelas oportunas análises críticas de artigos e pela parceria em produções científicas;

Ao Secretário do mestrado em Agronomia Vicente de Sousa Paulo, pelo respeito, carinho, conversas e muitas risadas;

A todos os meus colegas, em especial aos amigos do mestrado em Agronomia, pelo companheirismo: Adailton Barbosa, Almerinda, Alyne, Elizângela, Ruty Melo e Antônio Almeida;

Ao meu namorado Douglas Rafael e Silva Barbosa, pelas inúmeras ajudas na execução dos experimentos e confecção desta dissertação e principalmente pela força para não desistir;

À minha mãe Osmarina de Araújo Neves, pelo apoio, dedicação, carinho e força;

Ao meu pai Juarez Barros Neves (*in memoriam*), pelo exemplo de luta contínua... superação...por te me ajudado em alguns momentos. Mesmo distante estará sempre presente;

À Dona Maria das Graças, por ter me apoiado e acreditado em mim desde o início e por sempre me dizer “tudo ao seu tempo”;

À minha família por sempre lutar, por escolher o caminho das pedras e por todas as lágrimas... muitas... para, no fim... a vitória!!!

A todos que colaboram para a conclusão de mais uma etapa na minha vida e, embora não citados, não deixaram de merecer o meu muito obrigada!!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xx
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1. ORIGEM E DISPERSÃO DA SOJA.....	15
2.2. ECOFISIOLOGIA DA CULTURA DA SOJA.....	16
a) Época de semeadura.....	19
b) População de plantas.....	20
c) Altura de planta e da inserção da primeira vagem.....	22
d) Hábito de crescimento.....	23
e) Floração, ciclo e maturação.....	23
f) Acamamento.....	26
g) Componentes de produção.....	26
2.3. IMPORTÂNCIA SÓCIO-ECONÔMICA DA CULTURA DA SOJA.....	28
2.4. PRODUÇÃO, PRODUTIVIDADE E PERSPECTIVAS DE EXPANSÃO DA CULTURA DA SOJA.....	29
2.4.1. PRODUÇÃO DA SOJA NO NORDESTE E NO PIAUÍ.....	32
2.5. FATORES EDAFOCLIMÁTICOS.....	35
2.6. FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO N NA CULTURA DA SOJA.....	41
2.7. CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS.....	42
2.8. ADAPTAÇÃO E ESTABILIDADE DE PRODUÇÃO.....	44
2.9. MELHORAMENTO DA SOJA.....	46
2.10. SOJA TRANSGÊNICA.....	47
2.11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
3. CAPÍTULO I: DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE SOJA SOB CONDIÇÕES DE BAIXA LATITUDE EM TERESINA-PI.....	70
RESUMO.....	70
ABSTRACT.....	71
INTRODUÇÃO.....	72
MATERIAL E MÉTODOS.....	73
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	78
CONCLUSÕES.....	87
REFERÊNCIAS.....	88
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	92
5. ANEXOS.....	93

LISTA DE TABELAS

REVISÃO DE LITERATURA

TABELA 1.	Descrição dos estádios de desenvolvimento da soja.....	18
TABELA 2.	Produção brasileira de soja nas safras de 2008/2009 e 2009/10.....	30
TABELA 3.	Produção total de grãos de soja em três Estados do Nordeste.....	33
TABELA 4.	Cultivares de soja inscritas no Registro Nacional de Cultivares e indicadas para o Estado do Piauí – Safra 2008/2009.....	34

CAPÍTULO I

TABELA 1.	Lista dos genótipos e suas características morfológicas: cor da flor (CF), cor da pubescência (CP), cor do hilo (CH) e cor do tegumento (CTS).....	74
TABELA 2.	Características químicas e físicas do solo (0-20 cm) da área experimental do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias, UFPI, Teresina-PI.....	75
TABELA 3.	Valores médios do número de dias para a floração (NDF), número de dias para a maturação (NDM), período reprodutivo em dias (PR) e em porcentagem (PR%) dos diferentes genótipos de soja avaliados em baixa latitude, em Teresina – PI.....	79
TABELA 4.	Valores médios de altura de planta na floração (APF), altura de planta na maturação (APM), altura de primeira vagem (APV) e índice de acamamento (IA) em diferentes genótipos de soja avaliados em baixa latitude, em Teresina – PI.....	81
TABELA 5.	Valores médios para comprimento de vagens verdes (CVV), comprimento de vagens secas (CVS), número de vagens por planta (NVP) e número de sementes por vagem (NSV) em diferentes genótipos de soja avaliados em baixa latitude, em Teresina – PI.....	83
TABELA 6.	Valores médios de peso de 100 grãos (P100G) e índice de grão (IG) em diferentes genótipos de soja avaliados em baixa latitude, Teresina – PI.....	85
TABELA 7.	Valores médios de produtividade de grãos (PRODV) em diferentes genótipos de soja avaliados em baixa latitude, Teresina – PI.....	86

ANEXO

TABELA 1.	Resumo das análises de variâncias de número de dias para a floração (NDF), número de dias para a maturação (NDM), período reprodutivo em dias (PR) e em porcentagem (PR%), dos genótipos de soja avaliados em baixa latitude, Teresina – PI.....	93
------------------	--	----

TABELA 2.	Resumo das análises de variâncias para altura de plantas na floração (APF), altura de plantas na maturação (APM) e altura de primeira vagem (APV) dos genótipos de soja avaliados sob baixa latitude, Teresina – PI.....	93
TABELA 3.	Resumo das análises de variâncias para o número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens verdes (CVV), comprimento de vagens secas (CVS), número de sementes por vagem (NSV), peso de 100 grãos (P100G), produtividade dos grãos (PRODV) e índice de grão (IG) dos genótipos de soja avaliados sob baixa latitude, UFPI, Teresina – PI.....	93

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO DE LITERATURA

- FIGURA 1.** Graus de impacto previsto para a cultura da soja praticadas no trimestre setembro, outubro e novembro de 2009..... 36

ANEXOS

- FIGURA 1.** Planta da soja em estádios vegetativos e reprodutivo..... 94

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE SOJA SOB CONDIÇÕES DE BAIXA LATITUDE EM TERESINA-PI

Autora: Josynaria Araújo Neves

Orientador: Dr. José Algaci Lopes da Silva

Resumo – A soja é a mais importante oleaginosa no mundo e graças às novas tecnologias podem-se melhorar as características de interesse econômico dessa cultura, visando maior produtividade e cultivares adaptadas a baixas latitudes, a fim de atender a crescente demanda. Com o objetivo avaliar as características agronômicas e os componentes de produção de diferentes genótipos de soja cultivadas sob baixa latitude, nas condições de Teresina-PI, desenvolveu-se esta pesquisa. Foram avaliadas as características fenológicas e produtivas relacionadas ao desenvolvimento das plantas de soja de 18 genótipos, no ano agrícola 2009/10. Nas condições estudadas, os genótipos apresentaram diferenças significativas para todas as características analisadas, exceto a altura da planta na maturação. A altura das plantas na floração, maturação e inserção da primeira vagem apresentaram variações de 42 a 57 cm, de 42 a 63 cm e de 6 a 11 cm, respectivamente. Os genótipos 174 BCR1069X7RG e 169 BCR1069X7RG foram considerados os mais precoces no florescimento. Em contrapartida, os genótipos 177 BCR1069X7RG e 176 BCR1069X7RG, com mais de 57 dias da germinação até o florescimento, foram considerado os mais tardios. Na característica peso de 100 grãos houve variação de 15,02 a 20,72 g nos valores encontrados. Os genótipos apresentaram produtividades satisfatórias, com destaque para 171 BCR1069X7RG (4.188,531 kg ha⁻¹) e 174 BCR1069X7RG (3.838,667 kg ha⁻¹), equivalente a 69,80 e 63,97 sacas de 60 kg, respectivamente. No geral, os genótipos apresentaram bom desempenho agronômico.

Palavras-chave - *Glycine max* (L.) Merrill. Comportamento da soja. Rendimento da soja.

Agronomic performance of soybean genotypes under low conditions latitude in Teresina-PI

Author: Josynaria Araújo Neves

Guiding: Dr. José Algaci Lopes da Silva

Abstract - Soybean is the most important oilseed in the world and due to new technologies can improve the characteristics of economic interest of this culture, aiming higher productivity and cultivars adapted to low latitudes in order to meet the growing demand of it. With the objective to evaluate the agronomic characteristics and yield components of different soybean genotypes grown under low latitude, in the conditions of Teresina-PI, developed this research. We evaluated the phenological and productive characteristics related to the development of soybean plants from 18 genotypes, in crop year 2009/10. The studied genotypes showed significant differences for all characteristics except the plant height at maturity. Plant height at flowering, maturity and first pod showed variations from 42 to 57 cm, 42 to 63 cm and 6 to 11 cm, respectively. The Genotypes 174 BCR1069X7RG and 169 BCR1069X7RG were considered earlier in flowering. In contrast, the genotypes 177 BCR1069X7RG e 176 BCR1069X7RG, with more than 57 days from germination to flowering, were considered the most delayed. In the characteristic weight of 100 grains there was variation from 15.02 to 20.72 g in the amounts found. The genotypes showed satisfactory yields, especially 171 BCR1069X7RG (4188.531 kg ha⁻¹) and 174 BCR1069X7RG (3838.667 kg ha⁻¹), equivalent to 69.80 and 63.97 bags of 60 kg, respectively. In general, the genotypes showed good agronomic performance.

Key words - *Glycine max* (L.) Merrill. Behavior of soybean. Income of soybean.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é cultivada em quase todas as regiões do mundo, em virtude da facilidade de seu cultivo, da ampla aplicabilidade de seus produtos e derivados, e por apresentar grande importância sócio-econômica.

A soja é um dos produtos agrícolas de maior importância na economia brasileira, sendo a principal cultura na pauta das exportações, e com grande potencial de expansão. Esta cultura ocupa lugar de destaque na indústria de alimentos, com a oferta de óleo para consumo humano, e farelo rico em proteína para a alimentação animal (PAIVA et al., 2006; SÁ, 2006; KLAHOLD et al., 2006).

O cultivo comercial da soja no Brasil se iniciou nas décadas de 70 e 80, com o desenvolvimento de programas de melhoramento genético da cultura. Atualmente com as técnicas de melhoramento genético podem-se melhorar praticamente todas as características de interesse agrônomo (TREVISOLI, 2007; CAVALCANTE et al., 2010). Esta leguminosa produz grãos que são cultivados em quase toda a extensão do país, com as maiores áreas de cultivo e de produção nas regiões Sul, Centro-Oeste e Sudeste. Mais recentemente, seu cultivo se expandiu para as regiões Norte e Nordeste, em decorrência do sucesso produtivo e adaptativo de cultivares melhoradas (EMBRAPA SOJA, 2001, 2003; DIAS et al., 2007; CISOJA, 2009).

Essa leguminosa oleaginosa é objetivo de inúmeras pesquisas dirigidas para a obtenção de informações que possibilitem aumentar sua produtividade, destacando-se os diversos programas de melhoramento genético que contribuíram para o desenvolvimento de cultivares de alto rendimento, adaptadas às diferentes condições agroclimáticas do país (PRIOLLI et al., 2004; PELÚZIO et al. 2005) promovendo o aproveitamento de áreas inexploradas do Cerrado (GUARESCHI et al., 2008; LIMA et al., 2008).

Na cultura da soja, considera-se que o desenvolvimento da planta seja influenciado por inúmeros fatores ambientais, entre estes a temperatura, a precipitação pluvial, a umidade relativa do ar, a umidade do solo e, principalmente o fotoperíodo. A época de semeadura exerce influência decisiva sobre a quantidade e a qualidade da produção (MOTTA et al., 2000). A literatura relata a importância da resposta fotoperiódica da soja na adaptação de suas cultivares e aborda as estratégias no uso da característica período

juvenil longo (PJL) no desenvolvimento de cultivares para regiões de baixa latitude (PALUDZYSZYN FILHO et al., 1993; STRECK; ALBERTO, 2006).

A interação genótipo versus ambiente no rendimento de grãos pode tornar onerosa e lenta a seleção de genótipos com características promissoras (CARVALHO et al., 2002). No entanto, o aumento da produção e da área plantada são obtidos em função da tecnologia utilizada, em especial, o uso de sementes de qualidade que é indispensável para o sucesso de qualquer lavoura produtora, uma vez que irão proporcionar plantas com maiores taxas de crescimento inicial e eficiência metabólica, maior área foliar, maior produção de matéria seca e maiores rendimentos de sementes (LOPES et al., 2002; KOLCHINSKI et al., 2006). Uma das principais ferramentas para os agricultores aumentarem a produtividade e a estabilidade na produção foi as utilizações de novas variedades de soja (ALMEIDA et al., 1997). Todavia, conhecer a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos é fundamental para amenizar os efeitos da interação genótipo versus ambientes e facilitar a recomendação das cultivares (LIMA et al., 2008).

No Nordeste brasileiro, somente três estados são produtores de soja: Maranhão, Piauí e Bahia (CONAB, 2006). O Piauí e Maranhão devem sua capacidade de produção ao desenvolvimento de variedades de soja adaptadas à baixa latitude (BRUGNERA et al., 2006). Através da realização de uma análise sobre o agronegócio da soja, observa-se que esses estados são considerados áreas com grande potencial para a expansão da cultura.

Pesquisas com a cultura da soja nos estados do Nordeste são essenciais no desenvolvimento da sojicultura, pois objetivam desenvolver genótipos competitivos, que possuam características agronômicas desejáveis, adaptados as condições de baixa latitude. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar características agronômicas e componentes de produção de genótipos de soja em condições de baixa latitude, na região de Teresina - PI.

Esta dissertação foi estruturada em um único capítulo na forma de artigo científico, segundo a norma para submissão da Revistas Ciência Agronômica (Capítulo I).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. ORIGEM E DISPERSÃO DA SOJA

De acordo com Sedyama (2009), a soja pertence ao reino Plantae, filo/divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Fabaceae (Leguminosae), subfamília Faboideae (Papilionoideae), gênero *Glycine*, espécie *Glycine max* e forma cultivada *Glycine max* (L.) Merrill. Esta possui $2n=40$ cromossomos (DONG et al., 2004).

A soja, espécie exótica para o Brasil, originou-se na costa leste da Ásia, principalmente na China, ao longo do rio Yang-Tsé. A literatura chinesa antiga revela que a soja pode ter sido cultivada extensivamente na China e Manchúria, sendo, provavelmente, a China o centro genético primário, e a Manchúria o centro secundário ou centro de diversidade genética (HYMOWITZ, 1970; EMBRAPA, 2000), ocorrendo a partir dessas regiões sua dispersão geográfica (MÜLLER, 1981).

Em suas primeiras citações, a soja foi considerada como um grão sagrado e importante na dieta alimentar da antiga civilização chinesa, sendo uma das plantas cultivadas mais antigas do mundo (EMBRAPA, 2003).

A soja cultivada atualmente é bem diferente de seus ancestrais, pois resulta de um processo evolutivo que teve início com o aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagens, que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China (EMBRAPA, 2009). Deve ressaltar-se que a soja (*G. max*) cultivada nunca foi encontrada na forma silvestre (SEDIYAMA et al., 2005).

A introdução da soja no Ocidente deu-se a partir do século XVIII quando, em 1739, foi introduzida experimentalmente na Europa. O primeiro relato do comportamento da soja foi em 1804, nos Estados Unidos, onde foi cultivada como forrageira e, posteriormente, como produtora de grãos. Já os primeiros relatos de estudos científicos feitos com soja nos Estados Unidos, foram em 1879, no Rutgers Agricultural College, em New Jersey, onde as primeiras variedades utilizadas eram originárias da China (FEDERIZZI, 2005).

A introdução dessa cultura no Brasil ocorreu em 1882 quando alguns genótipos de origem desconhecida foram experimentalmente cultivados e estudados por Gustavo D'Utra, professor da Escola Agrícola da Bahia (SANTOS, 1988). Posteriormente, esses genótipos foram semeados na região sul, onde tivera uma melhor adaptação, face às condições bioclimáticas serem mais semelhantes àquelas das regiões tradicionais de cultivo (VERNETTI, 1983). O município de Santa Rosa foi o pólo de disseminação da cultura até a década de 30, esta era a região produtora de soja (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005). No entanto, o cultivo comercial dessa leguminosa só começou a ter expressão econômica no início da década de 40, no Rio Grande do Sul. Todavia, sua grande expansão deu-se realmente nas décadas de 70 e 80, com a criação de programas de melhoramento da soja, resultando no desenvolvimento de cultivares adaptadas, as condições edafoclimáticas brasileiras (TANAKA et al., 1993; BARROS, 1999; EMBRAPA SOJA, 2001, 2003).

2.2. ECOFISIOLOGIA DA CULTURA DA SOJA

A cultura da soja apresenta características morfológicas variáveis com a cultivar, podendo estas serem influenciadas pelo ambiente como a altura da planta, que varia de 30 a 200 cm. É uma planta anual, herbácea, de porte ereto, pubescente, de tricomas brancos, pardos queimados ou tostados (MÜLLER, 1981; SEDIYAMA et al., 1996; SEDIYAMA, 2009).

O sistema radicular da soja, em condições normais de cultivo, distribui-se quase totalmente nos primeiros 15 cm do solo. Essas raízes correspondem a 40% da superfície radicular (RAPER; BARBER, 1970; MITCHELL; RUSSEL, 1971). Este sistema é constituído por uma raiz principal pivotante, com ramificações distribuídas em quatro ordens ricas em nódulos de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico. O seu caule é

ramificado, desenvolve-se a partir do eixo embrionário. O desenvolvimento é dependente do tipo de crescimento, sendo que na maioria das cultivares o crescimento é ortótropo, podendo sofrer influência das condições externas. Para cultivares de crescimento determinado e semideterminado a gema terminal transforma-se em uma inflorescência terminal. Já no crescimento indeterminado o caule continua a crescer após o florescimento. Geralmente, plantas cultivadas em baixa luminosidade e fotoperíodos longos tornam as cultivares volúveis, com caule delgado e podendo atingir mais de 3 m de comprimento (MÜLLER, 1981; SEDIYAMA, 2009).

A planta de soja possui um par de folhas simples, as quais estão inseridas opostamente no primeiro nó, acima do nó cotiledonar, de pecíolos longos, porém o seu comprimento varia em função do tipo de folha, posição da folha, da cultivar e das condições de luminosidade. As demais folhas são compostas, trifolioladas, cujas dimensões foliares dependem do vigor da planta (MÜLLER, 1981; SEDIYAMA et al., 1996; SEDIYAMA, 2009).

As flores são completas e axilares ou terminais, variando de 2 a 35 por racemo, do tipo papilionada, brancas, amarelas ou violáceas, segundo a cultivar. Os frutos, do tipo vagem, são achatados, curtos, de 2 a 7 cm de comprimento, de cor cinzenta, amarelo-palha ou preta e pode chegar a 400 por planta, com número de grãos variando de 1 a 5 por vagem, mas a maioria das cultivares possuem 2 a 3 sementes (FEHR; CAVINESS, 1977; MÜLLER, 1981; SEDIYAMA et al., 1996; MASCARENHAS et al., 2005; SEDIYAMA, 2009).

As sementes são geralmente elípticas e achatadas, completamente lisas e ligeiramente brilhantes, diferindo quanto à intensidade de seu brilho em razão da presença de ceras na superfície da cutícula. Todavia, existem cultivares que possuem sementes foscas, de cor amarela, verde ou preta. O hilo pode apresentar variação na cor de marrom, amarela, marrom-clara, preta imperfeita e preta, no entanto podem ocorrer variações nas tonalidades, em razão da origem genética e das condições de cultivo (MÜLLER, 1981; SEDIYAMA et al., 1996).

A caracterização dos estádios de desenvolvimento da planta de soja é fundamental para a descrição dos diversos períodos ou fases de crescimento durante o ciclo da cultura. O uso de uma linguagem unificada na descrição dos estádios de desenvolvimento agiliza o seu entendimento, porque facilita a comunicação entre os diversos públicos envolvidos com a cultura da soja. A metodologia de descrição dos estádios de desenvolvimento

proposta por Fehr e Caviness (1977), é a mais utilizada no mundo inteiro e apresentam todas essas características (Tabela 1).

TABELA 1. Descrição dos estádios de desenvolvimento da soja.

Estádios		I. Descrição da Fase Vegetativa ¹
V _E	Emergência	Cotilédones estão acima do solo.
V _C	Cotilédones desenvolvidos	Cotilédones apresentam-se bem abertos e as folhas unifolioladas suficientemente abertas, de tal modo que os bordos de cada unifólio não estão se tocando.
V ₁	Primeiro nó maduro	As folhas unifolioladas estão estendidas e a primeira trifoliolada está suficientemente aberta, de tal modo que os bordos de cada unifólio não estão se tocando.
V ₂	Segundo nó maduro	A primeira trifoliolada está estendida, isto é, com os três folíolos expandidos e a segunda folha trifoliada está suficientemente aberta, de tal modo que os bordos de cada unifólio não estão se tocando.
V ₃	Terceiro nó maduro	A segunda trifoliolada está estendida, isto é, com os três folíolos expandidos e a terceira folha trifoliada está suficientemente aberta, de tal modo que os bordos de cada unifólio não estão se tocando.
V _n	Enésimo nó maduro	A enésima folha trifoliolada está estendida, isto é, com os três folíolos expandidos e a folha trifoliada n+1 está suficientemente aberta, de tal modo que os bordos de cada unifólio não estão se tocando.
Estádios		II. Descrição da Fase Reprodutiva ¹
R ₁	Início da floração	Uma flor aberta em qualquer nó da haste principal.
R ₂	Florescimento pleno	Uma flor aberta em um dos dois últimos nós da haste principal com a folha completamente desenvolvida.
R ₃	Início da frutificação	Vagem com 5 mm de comprimento em um dos quartos últimos nós da haste principal, com a folha completamente desenvolvida.
R ₄	Vagem formada	Vagem com 20 mm de comprimento em um dos quartos últimos nós da haste principal, com a folha completamente desenvolvida.
R ₅	Início da formação de sementes	Semente com 3 mm de comprimento em uma vagem localizadas em um dos quartos últimos nós superiores, sobre a haste principal, com a folha completamente desenvolvida.
R ₆	Sementes desenvolvidas	Vagem verde, contendo sementes verdes que preencham a cavidade da vagem localizada em um dos quartos últimos nós superiores, sobre a haste principal comprimento em um dos quartos últimos nós da haste principal, com a folha completamente desenvolvida.
R ₇	Início da maturação fisiológica	Uma vagem normal sobre a haste principal que tenha atingido a cor de vagem madura.
R ₈	Maturação plena	95% das vagens que tenham atingido a cor de maturação. São necessários 5 a 10 dias de tempo seco, após o R ₈ , para que a soja apresente menos de 15% de umidade.

¹ Fonte: Fehr e Caviness (1977), adaptada por Câmara (1998) e Embrapa (2006).

As características agronômicas favoráveis que se buscam em cultivares de soja são: altura da planta, altura de inserção da primeira vagem maior que 10 cm, haste herbácea, porte ereto, resistência ao acamamento e à deiscência das vagens, resistência a doenças, pragas e nematóides, qualidade da semente, elevado teor de óleo e proteína, alto rendimento dos grãos, estabilidade da produção, maturação uniforme, alta capacidade para fixação de N₂, tolerância ao alumínio e ao manganês tóxicos e período juvenil longo (PJJ) ou fase não suscetível ao fotoperíodo. Baseando-se na faixa de latitude da área de cultivo, o ciclo pode variar de 75 a 200 dias, dentro de uma estação de plantio. Estas características variam entre cultivares e são alteradas pelas condições ambientais, local e épocas de plantio e pela densidade de semeadura (MARCHIORI et al., 1999; YOKOMIZO et al., 2000; CARVALHO et al., 2003).

a) Época de semeadura

Segundo a Embrapa (2005), deve-se efetuar a semeadura de 3 a 5 cm. Profundidades superiores a 5 cm dificultam a emergência, principalmente em solos arenosos, sujeitos a assoreamento ou devido a ocorrência de compactação superficial do solo. Outro fator e o mais importante é a época de semeadura.

A época de semeadura é definida por um conjunto de fatores ambientais que combinados interagem com a planta, promovendo variações na produção e afetando outras características agronômicas. Semeadas em diferentes épocas, as cultivares expressam suas potencialidades em relação às condições do ambiente, que mudam no espaço e no tempo. Como os genótipos podem responder diferencialmente ao ambiente, as indicações da melhor época para cada cultivar devem ser precedidas de ensaios regionalizados, conduzidos por mais de um ano (MARTINS et al., 1999; BARROS et al., 2003; PELÚZIO et al., 2005).

A época de semeadura é um fator determinante para o sucesso na busca de altas produtividades, alcançadas quando se conseguem justapor o desenvolvimento das fases fenológicas da cultura com a presença de ambiente climático favorável à expressão da produtividade da cultivar em uso. De maneira geral, existem épocas adequadas de semeadura para as cultivares nas quais a produção é potencialmente maior (OLIVEIRA, 2003).

Segundo Farias et al. (2001), a grande importância do conhecimento dos estádios de crescimento da cultura advém da possibilidade de ajustar as datas da semeadura, de forma que as fases de crescimento mais críticas coincidam com os períodos aos quais é mais provável o suprimento das necessidades da cultura. Para Mundstock e Thomas (2005), este ajuste faz-se necessário quando ocorre florescimento precoce, ou seja, poucas semanas após a semeadura, não há número suficiente de ramos e folhas e, em decorrência, o número de nós de onde são geradas as flores é extremamente reduzido. Situação oposta ocorre com cultivares que retardam excessivamente o florescimento e há crescimento vegetativo exagerado. Desta forma, a semeadura em épocas inadequadas pode afetar a estatura, o ciclo e o rendimento das plantas na cultura da soja, além de aumentar as perdas durante a realização da colheita (EMBRAPA, 2005).

b) População de plantas

A população ideal para cada cultivar depende das suas características de ciclo biológico, altura da planta, hábito de crescimento, índice de acamamento e do período juvenil (GILIOLI, 2000).

A aglomeração de plantas da soja 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 et al., 2002; VASQUEZ et al., 2008). Sendo assim, a população é fator decisivo 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 (GAUDÊNCIO et al., 1990).

As alterações relacionadas à população podem reduzir ou aumentar os ganhos em produtividade, pois essa característica é consequência da densidade das plantas nas linhas e do seu espaçamento entre estas. Entretanto, a população de plantas é o fator que menos afeta a produtividade, desde que as plantas estejam distribuídas uniformemente na área (ENDRES, 1996), uma vez que a soja possui capacidade de adaptar-se de modo eficiente aos espaços disponíveis (capacidade de compensação) através de modificações em sua morfologia e nos seus componentes de produção (DENARDI et al., 2003; VASQUEZ et al., 2008).

O alto índice de mecanização da cultura, em todas as suas fases, impossibilita a adoção de outros modelos de semeadura. Dessa forma, existe a necessidade de se fazer a semeadura em linhas, com espaçamentos bem definidos. Assim, os espaçamentos entre as linhas, variam entre 40 e 60 cm (EMBRAPA SOJA, 1997), e as maiores produtividades foram constatadas nos menores espaçamentos (GARCIA, 1992).

A Embrapa (2005) há alguns anos indicava como população-padrão 18 plantas m^{-1} linear, equivalente a um estande de 400 mil plantas ha^{-1} , que foi reduzida gradativamente até 15 plantas m^{-1} linear (320 mil plantas ha^{-1}). Esse número de plantas pode variar de acordo com as cultivares e/ou do regime pluviométrico no período de implantação; do crescimento das plantas e época de semeadura.

De acordo com Rambo et al. (2003), a melhor distribuição de plantas contribui para aumentar a produtividade, pois permite o melhor aproveitamento da luminosidade, água e nutrientes (TOURINO et al., 2002). Ao averiguar a influencia da profundidade de semeadura (3; 5 e 7 cm) e a carga vertical aplicada sobre a fileira de semeadura, Grotta et al. (2007) não observaram influencia destes na emergência, estandes inicial e final, índice de sobrevivência de plantas e no rendimento de grão. No entanto, elevar a densidade de plantas tem sido uma forma de potencializar a produtividade de grãos de soja (KUSS et al., 2008). CruscioI et al. (2002) observaram o acréscimo na qualidade fisiológica das sementes quando as populações foram elevadas de 300.000 para 500 mil plantas ha^{-1} .

Vasquez et al. (2008), trabalhando com os efeitos da redução da população de plantas em algumas características da cultura da soja, relataram que a cultura é capaz de suportar grandes reduções da população de plantas sem perdas significativas de produtividade, e que essa capacidade depende da variedade, algumas suportando até 45% de redução. Os autores afirmam que tais variações não interferem no tamanho e massa de grãos. Contudo, de nada adiantaria adotar as melhores tecnologias de cultivo sem contar com sementes vigorosas e isentas de doenças (YORINORI, 1988), por isso a utilização de sementes com boa qualidade permitem uma população de plantas adequada no campo (MOTTA et al., 2002). Em quanto que, sementes de baixa qualidade, isto é, de potencial de germinação e vigor reduzidos, originam lavouras com baixa população e, em consequência, lavouras com população inadequada, acarretando sérios prejuízos econômicos (TEÓFILO et al. 2007).

c) **Altura da planta e da inserção da primeira vagem**

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, o controle de plantas daninhas e das perdas durante a colheita mecanizada. As variações na altura de plantas podem ser influenciadas pela época de semeadura, espaçamento entre e dentro das fileiras, suprimento de umidade, temperatura, fertilidade do solo e outras condições gerais do meio ambiente como o fotoperíodo (CARTTER; HARTWIG, 1967).

Dependendo da resposta fotoperiódica da cultivar, a planta pode ter altura reduzida. Consideram-se adequadas à mecanização da colheita plantas com altura entre 60 e 120 cm, conforme relatam Cartter e Hartwig (1967) e Rezende e Carvalho (2007). Fehr e Caviness (1981) obtiveram plantas que atingiram de 75 a 125 cm de altura e apresentaram uma variação de 14 a 26 nós. Sedyama et al. (1996) consideraram que, em solos planos e bem preparados, pode-se efetuar uma boa colheita em plantas com 50 a 60 cm de altura. Porém, segundo estes autores, a altura média da planta pode variar de 30 a 150 cm ou mais, conforme a característica da cultivar e área de cultivo. Quando o plantio é realizado em época não-apropriada, a altura da planta é reduzida, verificando-se o desenvolvimento de vagens muito próximas ao solo.

Para um elevado rendimento operacional da colhedora, associado à minimização de perdas de colheita, 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. Alguns autores consideram altura ideal entre 10 e 15 cm.

Os fatores ambientais (temperatura, umidade e outros) ou de práticas culturais (densidade de plantas e época de semeadura) que afetam a altura da planta podem também influenciar a altura da inserção da primeira vagem, grau de acamamento e produtividade (SEDIYAMA et al., 1993; SEDIYAMA et al., 1996; SHIGIHARA; HAMAWAKI, 2005; GUIMARÃES et al., 2008).

A altura das plantas e a altura de inserção da primeira vagem são características que sofrem variações em função da população de plantas. Assim, as maiores populações estimulam o crescimento das plantas e a elevação da altura de inserção da primeira vagem (PELÚZIO et al., 2000). O peso de 100 grãos não sofre variação com as modificações na população de plantas, segundo os resultados obtidos por estes autores.

O controle do florescimento, altura da planta e altura de inserção da primeira vagem representam fatores básicos 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).

d) Hábito de crescimento

Quanto ao hábito de crescimento, as cultivares de soja podem apresentar três tipos: determinado, indeterminado e semideterminado (MENDONÇA et al., 2002), com base na presença e posição da inflorescência racemosa, podendo ser axilar ou axilar-terminal (SEDIYAMA, 2009).

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

As transformações dos meristemas vegetativos (diferenciação de talos e folhas) em reprodutivos (primórdios florais) provocados pela indução floral determinam o tamanho final das plantas, número de nós e, portanto, seu potencial de rendimento (RODRIGUES et al., 2001; GUIMARÃES et al., 2008).

e) Floração, ciclo e maturação

Garner e Allard (1920) foram os primeiros a verificar a importância do comprimento do dia como um dos fatores de ambientes a atuar no processo de indução floral da soja. Chamaram esse fenômeno de fotoperiodismo e classificaram a soja como uma das culturas de floração brevidiurnas, ou seja, é uma planta de dias curtos e noites longas, sendo a produtividade econômica afetada em ciclos maiores de dias longos (CASTRO, 1987), porém existe uma ampla variabilidade genética de resposta às exigências fotoperiódicas, visto que o fotoperíodo pode limitar a 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 dessa resposta.

O controle genético do florescimento em condições de dias curtos é diferente do praticado em condições de dias longos. Portanto, o florescimento em condições de dias

longos tem pouco valor na previsão do florescimento em condições de dias curtos. O período juvenil longo é condicionado por genes recessivos que podem ser influenciados por outros eventos genéticos na planta (KIIHL; GARCIA, 1989). Por isso a previsão da data de floração, bem como de outros estádios de desenvolvimento em soja, é 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).

A maioria das cultivares convencionais dessa oleaginosa é altamente sensível a mudanças de latitude e época de semeadura, devido às suas respostas às variações no fotoperíodo (BONATO; VELLO, 1999), porém existem relatos de alguns genótipos insensíveis ou neutros a esse efeito (ALMEIDA et al., 1999). A sensibilidade fotoperiódica pode variar com o genótipo da soja, assim, o principal determinante da área de adaptação das distintas cultivares é o grau de resposta ao estímulo fotoperiódico.

Para a sua adaptação, a soja desenvolveu características peculiares aos diferentes locais de cultivo, especialmente na reação ao fotoperíodo e temperatura do ar da região, os quais regulam a época de floração e o zoneamento agroclimático das cultivares, pois determinam em quanto tempo a planta se desenvolve no período vegetativo, desenvolvimento este que tem alta relação com a produção de grãos (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005).

Segundo Sedyama (2009), a maioria das cultivares de soja adaptadas para as condições brasileiras apresenta ciclo de 90 a 150 dias, mas para Embrapa (2009) as cultivares mais utilizadas tem ciclo de 122 a 137 dias. Entretanto, os ciclos dessas cultivares podem variar de 75 a 200 dias, contados a partir da emergência até a maturação. As cultivares podem ser classificadas como: precoces (até 110 dias), médios (111 a 125) e tardios (> 125 dias). Contudo, esses grupos de maturação não concordam em número de dias entre as cultivares e as distintas regiões de adaptação. Sendo assim, uma mesma cultivar pode apresentar diferentes ciclos, conforme as condições de manejo e as condições edafoclimáticas entre regiões distintas, principalmente quanto à latitude e à altitude (EMBRAPA, 2005; EMBRAPA, 2006; EMBRAPA SOJA, 2008).

Os plantios tardios ou cultivares precoces geralmente originam plantas com porte mais baixo do que na época considerada ideal de plantio (BRUSCKE, 2007), existindo

uma tendência em se reduzir a altura de inserção da primeira vagem, resultando em perdas na colheita (BRACCINI, 2004).

Na cultura da soja, o ciclo longo e a estatura de planta elevada são as características que costumam conferir maior habilidade competitiva à cultura (BENNETT; SHAW, 2000). Em geral, essas características correlacionam-se positivamente com a produção de grãos, pois têm relação com a maior quantidade de massa seca produzida, uma vez que a produção de fitomassa representa reserva potencial da planta para investir na formação de estruturas reprodutivas e no enchimento de grãos (DYBING, 1994).

A maturação da vagem inicia-se na parte inferior (SEDIYAMA et al., 2005) e pode ser acelerada pela ocorrência de altas temperaturas, quando associadas a períodos de alta umidade. Neste caso, as altas temperaturas contribuem para diminuir a qualidade da semente. Já a baixa umidade predispõe as sementes a danos mecânicos durante a colheita. A ocorrência de baixas temperaturas, associadas a períodos chuvosos e alta umidade na fase de colheita, provocam na planta o fenômeno de haste verde e retenção foliar, o que atrasa a data da colheita (EMBRAPA, 2005).

Em países tropicais, como o Brasil é muito comum a incidência de sementes verdes que resultam das condições climáticas desfavoráveis (altas temperaturas associadas à grande variação no índice pluviométrico e elevada umidade relativa do ar). O período de chuva na colheita propicia a manutenção da cor verde e também a retenção da clorofila, isso obriga a antecipação da colheita de grãos antes do estado de maturação comercial para reduzir as quedas e grandes perdas (SINNECKER et al., 2002; 2005).

Recomenda-se a realização da colheita das sementes de soja entre 12% e 15% de umidade (EMBRAPA, 2006), pois nesta faixa há menor ocorrência de injúrias mecânicas e danos por umidade. Já que o principal problema na produção de sementes de soja é a deterioração por umidade. Recentemente, foi mencionado que a colheita mecanizada poderá ser realizada com teor de água mais elevado (18%), desde que o produtor efetue adequadamente as regulagens dos sistemas de trilha e tenha estrutura de secagem artificial suficiente (FRANÇA-NETO et al., 2007).

f) Acamamento

Segundo Shigihara e Hamawaki (2005), o acamamento afeta diretamente o desempenho das colhedoras, uma vez que plantas acamadas significam perdas no rendimento de grãos, pela incapacidade do recolhimento destes, além de poder ocasionar perdas devido o contato direto do solo com as vagens, com aparecimento de fungos e pragas.

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, do 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, por apresentarem caules mais finos, ficando mais sujeitas ao tombamento pela ação dos ventos (ROCHA, 2001; GUIMARÃES, et al. 2008).

g) Componentes de produção

Entres os componentes de produção destacam-se o rendimento de sementes, o número de vagens por planta e a massa ou peso de (100 ou 1.000) sementes. Vários autores, dentre eles Pinchinat e Adams (1966) e Board et al. (1997), verificaram que o número de vagens por planta é o caráter que mais contribui para o rendimento de grãos em leguminosas, uma vez que apresenta as maiores correlações com a produção.

Geralmente, a maioria dos ganhos na produção resultam de aumentos no número total de vagens por planta, principalmente quando se obtêm maiores rendimentos. Os limites superiores para o número de sementes por vagem e tamanho da semente são definidos geneticamente, porém, esses dois componentes ainda podem variar o suficiente para produzir aumentos consideráveis de rendimento (FEHR; CAVINESS, 1981).

A massa das sementes é uma característica importante na escolha da cultivar a ser plantada, uma vez que a aquisição de sementes de menor peso resultará em um menor custo de produção por área, face ao maior volume de sementes por unidade comercializada e, também, em uma maior velocidade nos processos de germinação e emergência (SOUZA, 2006). Normalmente, essas características (número de sementes por vagem e massa de sementes) não sofrem variação com as modificações na população de plantas,

conforme os resultados obtidos por Urben Filho e Souza (1993) e Pelúzio et al. (1997, 2000).

Em uma população fixa, a produção por planta decresce quando se aumenta a densidade de plantas na linha. Isto ocorre em razão da maior competição entre plantas dentro de uma mesma fileira, resultando em uma tendência à menor produção por unidade de área. O componente da produção mais afetado é o número de vagens por planta, em consequência da redução do número de ramos. Verificam-se, ainda, aumento na altura das plantas e altura de inserção da primeira vagem; redução no diâmetro do caule, aumentando o risco de acamamento, conforme observado por Urben Filho e Souza (1993), Pelúzio et al. (1997, 2000) e Rocha (2001).

Deve-se ressaltar que a formação de vagens pode ser prejudicada em razão da competição por assimilados com as vagens formadas mais cedo, e pode limitar fisicamente o tamanho potencial do grão (NAVARRO JUNIOR; COSTA, 2002). Pelúzio et al. (2002), trabalhando com níveis de desfolha e sua influência nos componentes de produção, relatam que uma redução na disponibilidade de fotoassimilados para o enchimento das vagens pode provocar uma redução nessa característica.

A qualidade da semente tem sido atribuída ao seu alto potencial de produtividade, de resistência, tanto às pragas como as doenças, e suas características físicas (massa de 1.000 sementes, teor de água e tamanho da semente), fisiológico (poder germinativo e vigor) por Andrade et al. (2001) e sanitário (BRACCINI et al., 2000, 2003; HAMAWAKI et al., 2002; COSTA et al., 2003;). Entre esses atributos, o tamanho da semente é um dos fatores que tem interferido na produção de sementes de soja com qualidade (SANTOS et al., 2005, 2006). Segundo Beckert et al. (2000), a menor qualidade das sementes de menores tamanhos possivelmente é relacionada à maior porcentagem de sementes mal formadas, devido à ocorrência de doenças e insetos e por apresentarem maior sensibilidade quando armazenadas. BARBOSA et al. (2010) questionaram o tamanho da sementes de soja dentro de uma mesma cultivar, em função da existência de variação na mesma.

2.3. IMPORTÂNCIA SÓCIO-ECONÔMICA DA CULTURA DA SOJA

A importância da soja no mercado internacional deve-se principalmente aos grãos, por fornecerem matéria-prima para a indústria de óleos vegetal comestível, proteína texturizada e farelo, este último utilizado na formulação de ração animal. Salvo os povos asiáticos, a soja ainda não está totalmente incluída na dieta alimentar da população em geral, o que acarreta em um mercado consumidor em potencial, pois a indústria alimentícia cresce com uma diversidade de produtos desde os tradicionais até produtos alternativos enriquecidos com a proteína da soja. A cultura vem se destacando também como fonte alternativa de produção de combustível. O somatório desses fatos e o aumento da oferta permitem que a cultura de soja produza divisas econômicas entre os países produtores. É a grande responsável pelo aproveitamento de áreas inexploradas, principalmente de Cerrados; contribuindo como fator de modernização da agricultura (CAMPELO et al., 1999; GOLBITZ, 2000; MENDONÇA et al., 2002; MENEGATTI; BARROS, 2007).

É a mais importante oleaginosa no mundo, amplamente adaptada aos climas tropicais e subtropicais, e seu alto teor de proteína possibilita o desenvolvimento da cultura e a formação de um complexo industrial destinado ao seu processamento. Constitui-se uma espécie de grande interesse econômico, cujos teores de óleo e de proteína nos grãos podem ultrapassar 20% e 40% respectivamente (ROESSING; GUEDES, 1993; LOPES et al., 2002; SEDIYAMA et al., 2005; SEDIYAMA, 2009).

Pesquisas recentes descobriram substâncias de valor medicinal na composição de seus grãos, o que ampliou o interesse pelo seu cultivo e utilização. Entre os principais benefícios para a saúde humana têm sido destacados: a) teores elevados de ácidos graxos insaturados, preventivos de altos índices de colesterol indesejável no sangue; b) presença de lecitina, que favorece o sistema imunológico; c) isoflavonas, saponinas e inibidores de proteases (principalmente genótipos resistentes a insetos) que apresentam efeitos anticancerígenos; d) fibras com prováveis efeitos fisiológicos no controle do diabetes; e) redução de riscos de osteoporose (VELLO; TSUITSUMI, 2000). Apesar da qualidade nutracêutica, a utilização da soja *in natura* na alimentação da população brasileira é insignificante (MENDONÇA et al., 2002).

2.4. PRODUÇÃO, PRODUTIVIDADE E PERSPECTIVAS DE EXPANSÃO DA CULTURA DA SOJA

O cultivo da soja ocupa no mundo atualmente uma área de 93,9 milhões de hectares, produzindo 236,08 milhões de toneladas, onde se configuram como os principais produtores os Estados Unidos (maior produtor mundial de grãos) 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⁻¹, seguido do Brasil, com uma área de 20,69 milhões de hectares, produção de 58,4 milhões de toneladas e produtividade média de 2.823 kg ha⁻¹ (SEDIYAMA, 2009).

De acordo com a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO, 2009), os principais exportadores mundiais são EUA, Brasil e Argentina. No Brasil, as exportações de soja vêm a cada ano aumentando sendo, atualmente, a principal *commodity* do agronegócio brasileiro (MAPA, 2008). As exportações no complexo soja entre o período de 2000 e 2005 cresceram 80% (ALBRECHT et al. 2008). Em 2007, as exportações atingiram US\$ 11,4 bilhões (MAPA, 2008), que correspondem aproximadamente a 8% do total das receitas cambiais brasileiras daquele ano e, em 2008, essa percentagem ultrapassou os 9% (ABIOVE, 2009).

Algumas crises mundiais levaram a um decréscimo da produção em alguns países exportadores, como exemplo os Estados Unidos. Contudo, a disponibilidade de área agrícola pode influenciar na produção mundial de soja, colocando o Brasil como um grande celeiro para a produção dessa cultura, visto que o desenvolvimento de cultivares adaptadas ao Cerrado e as baixa latitude tem propiciado a expansão da fronteira agrícola brasileira. A produção de grãos de soja em 2009 foi de 57,8 milhões de toneladas. Apresentou uma variação negativa de 3,6% em comparação ao total obtido em 2008, pois a cultura sofreu prejuízo, como reflexo das condições climáticas desfavoráveis. A área colhida registrou uma elevação de 1,0% e o rendimento médio um decréscimo de 4,6%, passando de 2.817 kg ha⁻¹, obtidos em 2008, para 2.688 kg ha⁻¹ na avaliação de janeiro de 2009 (IBGE, 2009). No entanto, a produção brasileira de soja, segundo o Quarto Levantamento de safra realizado pela Conab (2010) correspondeu a 65,16 milhões de toneladas, para a safra 2009/10, representando um aumento de 14% (8,0 milhões de toneladas) em relação à safra 2008/09. Vide dados na Tabela 2.

Tabela 2. Produção brasileira de soja nas safras de 2008/2009 e 2009/10.

Soja	Safr			Variação	
	08/09 (a)	09/10		Percentual (c/a)	Absoluta (c-a)
		Dez/10 (b)	Jan/10 (c)		
Estimativa da área plantada (1000 ha)	21.743,1	23.048,3	23.062,6	6,1	1.319,5
Estimativa da produção de grãos (1000 t)	57.165,5	64.560,9	65.159,0	14,0	7.993,5

Fonte: CONAB - Levantamento: 2009/2010.

Em consequência da tecnologia, produção e mercado a cultura da soja passou a ser o produto de maior área plantada (CARRARO, 2006). Segundo Dall' Agnol (2006), o resultado mais importante do uso de tecnologias no Brasil não é o crescimento da área cultivada, mas o expressivo aumento da produtividade.

As projeções de expansão da área plantada de soja no Brasil mostram que a área passará para 26,5 milhões de hectares em 2018/19, o que representará um acréscimo de 5,0 milhões de hectares em relação à safra 2007/08, contudo, o aumento de produtividade será o principal fator de aumento da produção. Enquanto o aumento de produção previsto é de 2,43% ao ano, nos próximos anos a expansão da área é de 1,95%. A soja deve expandir-se através de uma combinação de expansão de fronteira em regiões onde ainda há terras disponíveis e um processo de substituição de lavouras onde não há terras disponíveis para serem incorporadas (PROJEÇÕES, 2009).

No cenário nacional, a produção de soja vem ocupando posição de destaque pelo excelente desempenho (crescimento da produção e aumento da capacidade competitiva) dessa cultura na área de Cerrado. Borlaug (2002) considera este bioma a última fronteira agrícola do planeta. Nos últimos 35 anos, mais da metade da área do cerrado foi transformada em pastagens e plantações de grãos (KLINK; MACHADO 2005). O Cerrado ocupa uma área de 204,7 milhões de hectares, dos quais em torno de 127 milhões (62%) possuem solos com condições favoráveis à mecanização agrícola (MDIC, 2008). Atualmente, aproximadamente 40% desse já foram convertidos em áreas agrícolas e outros tipos de uso (SANO et al., 2009, 2008). Estima-se também que cerca de 48 milhões (23%) eram de pastagem cultivada, 27 milhões (13%) de pastagem nativa, 10 milhões (5%) de

culturas anuais e 38 milhões (18%) de outros usos como culturas perenes, florestais e urbanização (MDIC, 2008).

O Cerrado apresenta solos naturalmente de baixa fertilidade, com elevada acidez, alta capacidade de fixação de fósforo, baixo teor de matéria orgânica, ocorrência de veranicos e baixa atividade biológica. Com calagem e adubação, esse ecossistema tem potencial para a exploração por apresentar extensas áreas planas e solos profundos e de fácil manejo (CAMPELO et al., 1999). Além disso, os produtores vêm adotando tecnologias, principalmente cultivares resistentes às doenças e com alto potencial produtivo (EMBRAPA, 2000; EMBRAPA SOJA, 2004).

A primeira grande expansão da soja no Brasil ocorreu na década de 70 com um aumento de 25,9% na produção, passando de 1,3 para 8,8 bilhões de hectares plantados (DIAS et al., 2007). A partir dos anos 80, a soja estendeu-se para o cerrado, ocupando inicialmente o chamado polígono dos solos ácidos, ou seja: Triângulo Mineiro, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e expandindo-se para o Tocantins, sul do Maranhão, sul do Piauí e oeste da Bahia, o que tornou a região do cerrado a maior região produtora de soja do país. Essa expansão deveu-se aos estudos de fertilização dos solos do cerrado, à sua topografia plana e favorável à mecanização, e o desenvolvimento de plantas adaptadas à região (CISOJA, 2009).

A produção de soja continuou a expandir-se no cerrado brasileiro durante a década de 90, quando se consolidou nos cerrados da Amazônia legal, onde a soja deu início à ocupação da floresta e dos pastos abandonados. Novos municípios começam a experimentar a produção dos grãos, principalmente em Rondônia, Pará e no Maranhão. A incorporação de áreas da Amazônia no mercado globalizado de produção de soja nos últimos 15 anos tem ajudado a colocar o Brasil em uma posição privilegiada no *ranking* mundial de exportação do grão e seus produtos (CONAB, 2008).

Segundo Brandão et al. (2006), a relação soja e desmatamento é controversa. Acredita-se que grande parte do desmatamento da Amazônia, ocorridos nos últimos cinco anos, tem como finalidade a implantação de pastagens (MARGULIS, 2003, ALENCAR et al., 2004; KAIMOWITZ et al., 2004). No entanto, o desmatamento atinge as mais elevadas taxas desde a implantação do plano real em 1994 (ALENCAR et al., 2004).

O Brasil vem sendo considerado a grande promessa no fornecimento mundial de soja, cujo crescimento médio, nos últimos 40 anos, tem sido da ordem de cinco milhões de toneladas por ano (GUIMARÃES et al., 2008). Os elevados níveis de produção têm

garantido a competitividade da soja brasileira no mercado internacional, com valores acima de 3.300 kg ha⁻¹ obtidos nas principais regiões produtoras do Centro-Oeste do país (HAMAWAKI et al., 2007).

2.4.1. PRODUÇÃO DA SOJA NO NORDESTE E NO PIAUÍ

Uma grande parte da produção brasileira de soja, quase a metade, é colhida nos estados situados em latitudes menores que 20°. As regiões de expansão e região potencial compreendem parte do Norte e Nordeste do Brasil, regiões situadas em latitudes menores que 10° que atualmente representam as áreas de expansão dessa cultura, especialmente nos Estados do Maranhão, Piauí, Tocantins e Pará (CAMPELO et al., 1999; EMBRAPA, 2000; CRUZ et al., 2009).

Os estados que constituem a região nordeste visam cultivares que sejam produtivas e adaptadas, às condições climáticas da região. Já que a introdução e expansão da soja nessas regiões sofrem determinadas limitações que se situam nos aspectos físicos, ambientais, econômicos e sociais (EMBRAPA SOJA, 2008).

No Estado do Piauí iniciou-se em 1972 o programa de pesquisa com soja através da Estação Experimental “Apolônio Sales”, do Ministério de Agricultura, com o apoio de vários órgãos (Secretaria de Agricultura do Estado; Sociedade Algodoeira do Nordeste Brasileiro S/A; Associação Nordestina de Crédito e Assistência Rural do Piauí). A criação da Embrapa, Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual, fortaleceu o programa, que teve continuidade a partir de 1977/78, com a cooperação do Centro Nacional de Pesquisa de Soja e do Banco do Nordeste do Brasil. A partir de 1980, com o lançamento da cultivar Tropical para as regiões de baixa latitude, criou-se uma demanda natural e permanente por cultivares de soja, cada vez mais adaptadas e produtivas para cultivo na região dos cerrados (CAMPELO; CARVALHO, 1981; CAMPELO et al., 1999).

A soja cultivada no cerrado da microrregião do Alto Médio Gurguéia, ao Sul do Estado do Piauí, na década de 80, teve seu fortalecimento nos incentivos econômicos e na perspectiva de construção de corredores viários de exportação (década de 90), destinados ao escoamento da produção para os grandes portos do Nordeste, especialmente complexo portuário de Itaqui/Ponta da Madeira, em São Luis (MA) (ARAÚJO, 2006).

Atualmente, o Piauí apresenta-se como potencial produtor de grãos, principalmente soja. Na safra 2007/2008 a área cultivada com soja no Piauí alcançou o patamar de 253.700 ha, atingindo uma produtividade média de 3.240 kg ha⁻¹ (CONAB, 2008). Segundo o quarto levantamento de acompanhamento da safra brasileira de grãos da Conab (2010), dentre os grãos destacam-se o da soja, pois se projetou para a safra de 2009/2010, no Estado do Piauí, um crescimento de aproximadamente 19,3% na área plantada e um aumento na produtividade de 4,8%. Com isso, a produção atingiu 961,1 mil toneladas, 25% a mais do que na safra de 2008/2009. Este incremento superou o aumento da produção dos Estados do Maranhão e da Bahia, que registraram um crescimento de 20% e 15%, respectivamente. O estado alcançou também a maior produtividade de soja quando comparado aos demais estados nordestinos produtores (Tabela 3).

Tabela 3. Produção total de grãos de soja em três Estados do Nordeste.

Soja									
Região	Área			Produtividade			Produção		
	(mil ha)			(Kg ha⁻¹)			(mil t)		
Nordeste	Safra	Safra	Var.	Safra	Safra	Var.	Safra	Safra	Var.
	08/09	09/10	%	08/09	09/10	%	08/09	09/10	%
MA	387,4	414,4	6,7	2.517	2.831	12,5	975,1	1.170,3	20,0
PI	273,1	325,8	19,3	2.815	2.950	4,8	768,8	961,1	25,0
BA	945,5	1.011,4	6,7	2.552	2.761	8,2	2.418,0	2.792,5	15,5
Nordeste	1.608,0	1.750,6	8,9	2.588	2.813	8,7	4.161,9	4.923,9	18,3

Fonte: CONAB - Levantamento: 2009/2010.

Dentre os municípios produtores de soja do Piauí destacam-se Uruçuí, Baixa Grande do Ribeiro, Ribeiro Gonçalves e Bom Jesus, situados no cerrado piauiense (ANDRADE JÚNIOR et al., 2007; IBGE, 2009). As cultivares que apresentam características agrônômicas desejáveis para Estado do Piauí, cultivados na safra de 2008/2009, encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4. Cultivares de soja inscritas no Registro Nacional de Cultivares e indicadas para o Estado do Piauí – Safra 2008/2009.

Grupos de Maturação		
Precoce (até 110 dias)	Médio (111 a 125 dias)	Tardio (> 125 dias)
BRS 219 (Boa Vista)	BRS 270RR	BRS Babaçu
BRS 279RR ^{1,2}	BRS 271RR	BRSMA Seridó RCH
BRS tracajá	BRS 278RR ^{1,2}	GT 8901
BRSMA Pati	BRS Barreiras ²	M-SOY 9350
Suprema	BRS Candeia	*****
*****	BRS Carnaúba	
	BRS Juçara	
	BRS Sambaíba	
	FT 106	
	M-SOY 9001	
	M-SOY 9010	

¹ Cultivar em lançamento.

² Cultivar indicada apenas para a região sudoeste do estado.

Fonte: Embrapa Soja (2008).

Segundo o Embrapa Soja (2008), a divulgação das cultivares de soja indicadas para cultivo em cada estado, visa informar sobre os avanços que ocorrem, a cada ano, na tecnologia varietal. Pois, cultivares melhoradas, portadoras de genes capazes de expressar alta produtividade, ampla adaptação e boa resistência/tolerância a fatores bióticos ou abióticos adversos, representam usualmente uma das mais significativas contribuições à eficiência do setor produtivo. O ganho genético proporcionado pelas novas cultivares ao setor produtivo tem sido muito significativo, cerca de 1,38% ao ano.

2.5. FATORES EDAFOCLIMÁTICOS

Agricultura é a atividade econômica que apresenta maior dependência das condições climáticas, estas são as principais responsáveis pelas oscilações e frustrações das safras agrícolas em todo o Brasil (MORAES et al., 1998).

O crescimento, desenvolvimento e rendimento da soja resultam da interação entre o potencial genético de uma determinada cultivar com o ambiente onde é cultivada, o crescimento e o desenvolvimento da soja são medidos pela quantidade de massa seca acumulada na planta (POTAFOS, 1997). A produtividade da cultura é definida pela interação entre a planta, o ambiente e o manejo, cujos altos rendimentos somente são obtidos quando as condições ambientais são favoráveis em todos os estádios de crescimento da soja (GILIOLI et al., 1995; MARTINS et al., 1999; GUIMARES et al., 2008), o que pode tornar onerosa e lenta a seleção de genótipos com características promissoras (CARVALHO et al., 2002).

A soja constitui, atualmente, assunto de intensa atividade de pesquisa dirigida para a obtenção de aumentos de produtividade. Considerando que o desenvolvimento da soja é influenciado por inúmeros fatores ambientais, entre estes a temperatura, a precipitação pluvial, a umidade relativa do ar, a umidade do solo e, principalmente o fotoperíodo, a época de semeadura exerce influência decisiva sobre a quantidade e a qualidade da produção (MOTTA et al., 2000).

Destacam-se a umidade, a temperatura e o fotoperíodo com os fatores ambientais que podem influenciar diretamente a manifestação do máximo potencial genético de planta, ou seja, seu melhor crescimento e desenvolvimento, que variam entre as cultivares e de acordo com as diferentes épocas do ano, mas que determina o genótipo para uma região (REZENDE; CARVALHO, 2007). A previsão de comportamento destas cultivares em um determinado local é dificultada, visto que em latitudes semelhantes ocorrem disponibilidades térmicas diferentes, tornando-se necessário a realização de ensaios de campo para se conhecer a fenologia das diferentes cultivares (VERNETTI, 1983).

Conforme mostra o relatório sobre a seguridade agrícola elaborado pela Conab (2009), a obtenção de altos rendimentos de grãos tem sido limitada em função da ocorrência de adversidades climáticas, que ainda é um fator de risco e de insucesso no cultivo de soja. Na Figura 1, encontram-se os graus de impacto previstos para a cultura de

soja praticadas no trimestre setembro, outubro e novembro de 2009. Foram baseados no prognóstico climático e nos calendários agrícola da Conab.

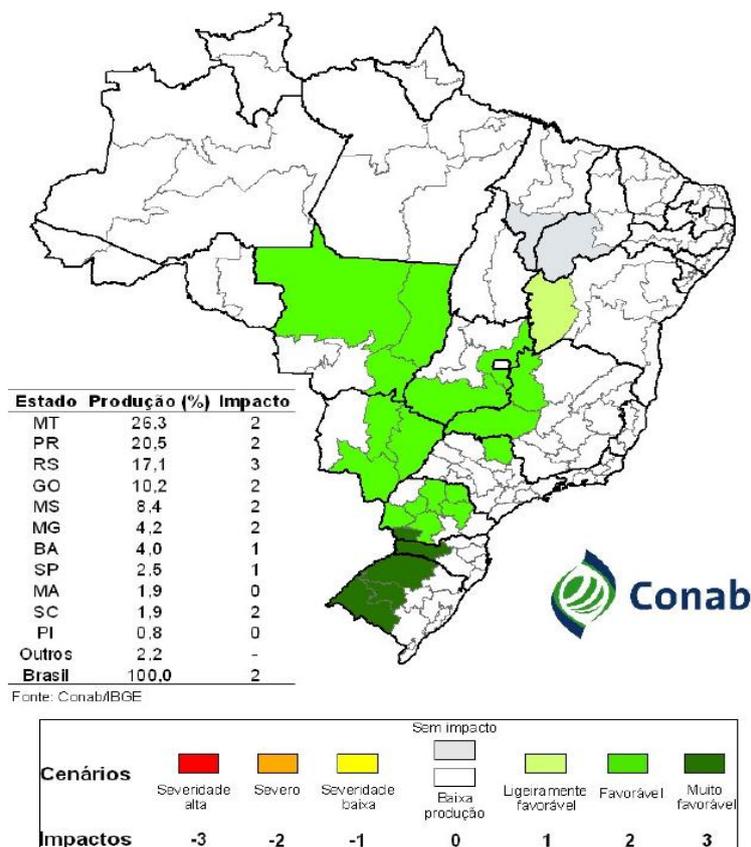


Figura 1. Graus de impacto previstos para a cultura de soja praticadas no trimestre setembro, outubro e novembro de 2009. Fonte: CONAB - Boletim agroclimático, 2009.

A soja é uma planta termo e fotossensível, tendo seu rendimento afetado pela época de semeadura e pela temperatura do ar, esta última deve variar, preferencialmente, de 20 a 30 °C, quando a indução floral é ótima nesse intervalo, porém a temperatura ideal para seu crescimento e desenvolvimento oscila em torno dos 30 °C. (EMBRAPA, 2005, 2006; SEDIYAMA, 2009).

As baixas temperaturas (inferiores a 24 °C) podem provocar atrasos nas diferentes fases, normalmente retardando o florescimento em até três dias, para cada decréscimo de 0,5 °C, enquanto o aumento excessivo com temperaturas médias superiores a 24 °C, em especial as noturnas, ocasiona rápido crescimento vegetativo, podendo provocar florescimento precoce, distúrbios na frutificação e acelerar a maturação dos grãos, ocasionando reduções na produção (SEDIYAMA et al., 1996; MENDONÇA et al., 2002;

GUIMARÃES et al., 2008). Sendo assim as oscilações de temperaturas, acompanhadas de altos índices pluviométricos e flutuação de umidade relativa do ar nas fases de maturação e pré-colheita da semente, geralmente ocasionam perdas na qualidade física, fisiológica e sanitária dos grãos ou sementes (COSTA et al., 2001).

A radiação solar é vital para o desenvolvimento da soja, pois se relaciona diretamente com os processos biológicos que regem seu ciclo. O fotoperíodo representa o comprimento de um dia e consiste na duração do período de luz solar de um determinado lugar, dependendo da latitude e da estação do ano. Sabe-se que a emergência e o florescimento dependem da influência da temperatura e do fotoperíodo, e que existe um determinado limite de comprimento de dia suficientemente curto para induzir a floração e suficientemente longo para impedi-la, caracterizado como fotoperíodo crítico. Portanto, o fotoperíodo e temperatura são fatores importantes para o desenvolvimento da cultura da soja, por provocarem mudanças qualitativas ao longo do seu ciclo. As respostas a esses dois fatores não são lineares durante o ciclo de vida da cultura, pois existem subperíodos em que a soja é incapaz de perceber esses sinais (RODRIGUES et al., 2001).

As diferenças quanto às datas da floração, entre os anos, apresentadas por uma cultivar semeada numa mesma época, são devidas às variações de temperatura. Assim, a floração precoce ocorre em decorrência de temperaturas mais altas, o que pode acarretar em diminuição da altura da planta. Essa característica pode ser agravada se houver deficiência hídrica e/ou fotoperiódica durante a fase de crescimento. Desta forma, as diferenças de data de floração entre cultivares em uma mesma época de semeadura são devido à resposta diferencial das cultivares ao fotoperíodo (EMBRAPA, 2005).

As plantas podem ser classificadas de acordo com o fotoperíodo em três tipos: 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. O comprimento do fotoperíodo crítico varia entre cultivares de soja, já que a floração, a queda das folhas, a germinação, entre outros, dependem da duração dos dias e das noites (THOMAS; VICE-PRUE, 1997; TAIZ; ZEIGER, 2004).

As cultivares de maturação tardia são geralmente mais sensíveis ao fotoperíodo do que cultivares precoces (RODRIGUES et al., 2001; GUIMARÃES et al., 2008), uma vez que a sensibilidade ao fotoperiodismo é um caráter variável, ou seja, cada genótipo possui seu fotoperíodo crítico, acima do qual o florescimento é atrasado, por exemplo, as

cultivares das regiões de alta latitude florescem muito cedo quando cultivadas nas regiões de baixa latitude (VERNETTI, 1983). 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).

A identificação dos genes relacionados com o período juvenil longo (P JL) da soja, que causam atraso na floração, possibilitou a incorporação desses genes em outras cultivares de soja, permitindo o cultivo destas em regiões de baixa latitude, principalmente nas áreas do Cerrado brasileiro (TOLEDO et al., 1995), devido à adaptabilidade mais ampla possibilitar sua utilização em faixas mais abrangentes de latitudes e de épocas de semeadura (STRECK; ALBERTO, 2006).

A produtividade da cultura da soja é influenciada por fatores físicos e químicos como qualidade do solo e disponibilidade de água e nutrientes, desta forma, de acordo com Letey (1985), o desenvolvimento adequado das plantas, dentre outras variáveis, é função da disponibilidade de água, contato solo raízes, espaço poroso suficiente ao movimento de água, nutrientes e gases e resistência à penetração que não comprometa o crescimento radicular. O conteúdo de água, a aeração e a resistência do solo à penetração prejudicam diretamente o crescimento radicular e a produtividade das culturas. A água, sendo um elemento indispensável para a manutenção das atividades metabólicas e de crescimento de um vegetal, deverá ter seu suprimento contínuo para a planta, principalmente nas fases de maior demanda como germinação, emergência, florescimento e frutificação (PORTUGAL et al., 2000).

Durante o primeiro período, germinação – emergência, tanto o excesso quanto a deficiência hídrica são prejudiciais à obtenção de uma boa uniformidade de população de plantas, uma vez que a semente necessita absorver 50% de seu peso em água para assegurar uma boa germinação (EMBRAPA, 2005). Segundo Kron et al. (2008), as plantas de soja submetidas à deficiência hídrica durante a fase de desenvolvimento V₄ podem ter sua tolerância aumentada em razão da falta de água em estágios posteriores. Contudo, a necessidade por água na soja vai aumentando com o desenvolvimento da planta, atingido o máximo no período de floração e enchimento de grãos. Segundo Floss (2004), dentro de limites, a cultura da soja mostra notável capacidade de adaptar-se a condições de deficiência hídrica, provavelmente pela alta capacidade de formação de flores ao longo do

período de florescimento. Caso haja deficiência hídrica neste período, alterações fisiológicas são visíveis como enrolamento das folhas, queda prematura de folhas e flores, abortamento de vagens e outras (EMBRAPA, 2005).

A produtividade das plantas é influenciada por vários fatores, a exemplo do excesso de água ou sua carência no solo, que pode interferir no crescimento e o desenvolvimento das plantas (SCHÖFFEL et al., 2001). Assim o excesso ou a deficiência hídrica em determinados subperíodos de desenvolvimento dos cultivos agrícolas, como a soja, pode acarretar prejuízos, em termos de produtividade e de economia sendo, portanto, de grande importância os estudos voltados para a avaliação da influência dos regimes pluviométricos na produção agrícola (MARION, 2004).

As regiões aptas à cultura da soja são as que apresentam boa distribuição de precipitações pluviais durante o ciclo. Precipitações entre 500 a 700 mm por ciclo preenchem perfeitamente suas necessidades hídricas (MONDINE et al., 2001; ALBRECHT et al., 2009). Para a Embrapa (2005), a necessidade total de água na cultura da soja varia entre 450 a 800 mm por ciclo, considerando as condições climáticas, a cultivar e o manejo da cultura.

A escassez de chuva durante longos períodos do ano e a distribuição irregular das precipitações pluviais faz parte do cenário climático do Nordeste brasileiro, resultando em risco da atividade agrícola, associado a dificuldades de plantio em épocas adequadas. Em um cenário climático dessa natureza, o zoneamento agrícola de risco constitui uma ferramenta fundamental no processo de tomada de decisão, principalmente com o surgimento de um novo modelo agrícola brasileiro, baseado nas premissas de competitividade, eficiência e visão de agronegócio (FERREIRA et al., 2008).

No Estado do Piauí, os recursos hídricos são favoráveis à exploração agrícola, onde predomina a agricultura de “sequeiro”. É fundamental a realização de estudos, tornando possível um planejamento regional criterioso quanto às culturas a serem exploradas, locais e épocas de cultivo, de modo a se obter, com um dado nível de probabilidade, um determinado nível de rendimento (MOUSINHO et al., 2006).

Entre as latitudes 6° S e 11° S, região do cerrado piauiense, detentora da maior área semeada com milho e com soja, considerando se melhor os solos do tipo 2 (Latosolos Vermelho-Amarelo e Vermelho-Escuro, com menos de 35% de argila), pois ocorrem com maior predominância na região sul do estado, sendo o cultivo da soja indicado nos municípios de Baixa Grande do Ribeiro, Barreiras do Piauí, Corrente, Cristalândia do

Piauí, Gilbués, Manoel Emídio, Palmeira do Piauí, Ribeiro Gonçalves, Santa Filomena e Uruçuí, notadamente, durante o mês de dezembro, abrangendo áreas de baixo e médio risco climático (ANDRADE JÚNIOR et al., 2001; 2007).

Para Diniz (2007), o Latossolo caracteriza-se por ser profundo de aspecto poento (estrutura granular), com coloração homogênea que varia do amarelo ao vermelho-escuro, com exceção do horizonte A, com coloração mais escura. Apresenta baixa fertilidade natural, respondendo de maneira satisfatória à adubação e/ou correção. Enfatizando que a maior parte da área é propícia à mecanização, contribuindo para a exploração agrícola.

Segundo Fontenele et al. (2009) a unidade de mapeamento mais representativa no Piauí é o Latossolo Amarelo, onde o cultivo adéqua-se ocorrendo em grande escala e onde a adoção de práticas de manejo inadequadas tem provocado a sua degradação. Dias (2008), relata que a perda de solo e fertilizantes têm sido significativa, haja vista que as taxas anuais de perda de solo em áreas de Latossolos com declividade de 5,5% com cobertura natural encontravam-se em torno de $0,1 \text{ t ha}^{-1}$ a $0,2 \text{ t ha}^{-1}$ e aumentaram para uma média de 8 t ha^{-1} com o plantio de soja.

O interesse no sistema de agricultura sustentável tem proporcionado o desenvolvimento significativo das técnicas de cultivo que enfatizam a prevenção da erosão, a degradação e a capacidade de armazenamento de água no solo, com ação direcionada para o sistema de preparo mínimo do solo ou de semeadura direta, em diversas áreas agrícolas do mundo (MARTENS et al., 2001).

O manejo do solo é uma das etapas mais importantes para o sucesso da cultura da soja, uma vez que proporciona maximização da rentabilidade, manutenção da estabilidade da produção e preservação do meio ambiente (TORRES; SARAIVA, 1999).

A soja é considerada uma cultura sensível a compactação do solo, pois esta afeta o crescimento das raízes, com reflexos significativos na produtividade das culturas (BEUTLER; CENTURION, 2003; 2004). No sistema plantio direto, o processo de compactação é tido como resultado do efeito cumulativo do tráfego de máquinas e da ausência de revolvimento (STRECK et al., 2004; SECCO et al., 2004). Beutler e Centurion (2004) relatam que essa compactação tem sido observadas, na camada 0,0-0,10 m de profundidade, onde se concentra a maior parte das raízes das plantas. Em condições de menor disponibilidade de água, o menor volume de solo explorado pelas plantas limitaria a expressão de todo o potencial genético da soja em termos de produtividade.

2.6. FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO NA CULTURA DA SOJA

A soja é uma planta nodulífera, isto é, capaz de desenvolver e estabelecer nódulos em seu sistema radicular. O nitrogênio (N) é o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura da soja; estimam-se que para produzir 1.000 kg de grãos são necessários 80 kg de N. As principais fontes de N disponíveis para esta cultura são os fertilizantes nitrogenados e a fixação biológica de nitrogênio (EMBRAPA, 2005). Verifica-se uma alta produtividade na cultura de soja com a ocorrência do processo de fixação biológica de nitrogênio em solos com condições ótimas de fertilidade.

Nesse contexto, a soja por ser uma leguminosa, possui simbiose com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, especialmente a espécie *Bradyrhizobium japonicum*, 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).

Por ser a soja uma planta exótica no Brasil, não existe rizóbio nativo capaz de nodulá-la, tornando-se obrigatório a inoculação em áreas de primeiro cultivo (POTAFOS, 1997; EMBRAPA, 2005). Segundo Hungria et al. (2000), solos de regiões tropicais são deficientes em nitrogênio e, portanto, a fixação biológica de nitrogênio é essencial para a sustentabilidade num sistema de produção agrícola. O processo de fixação de nitrogênio pode ser influenciado diretamente por fatores bióticos como adaptação da estirpe introduzida, competitividade com rizóbios nativos e presença de microrganismos competidores e/ou predadores, que produzem toxinas, e antibióticos (TRINICK, 1982).

A temperatura do solo pode ter efeito altamente prejudicial sobre a simbiose. A semeadura em solos quentes e secos, com temperaturas acima de 33 °C diminui a sobrevivência das bactérias inoculadas prejudicando a formação de nódulos, seu desenvolvimento e a eficiência nodular, além de retardar ou impedir a germinação. A faixa de temperatura do solo adequada para a semeadura varia de 20 a 30 °C, sendo 25 °C a temperatura ideal para uma emergência rápida e uniforme (EMBRAPA, 2006).

Na nodulação da soja têm sido observadas diferenças na eficiência das estirpes de *Bradyrhizobium* (DÖBEREINER et al., 1970, citado por PEREIRA et al., 1999), podendo apresentar respostas diferenciadas de inoculação em relação ao crescimento da planta e à produtividade da cultura (VARGAS et al., 1994).

A fixação biológica de nitrogênio é gravemente afetada pela influência ou deficiência de molibdênio, pois esse nutriente faz parte da enzima nitrogenase, responsável pelo processo de fixação (MARSCHNER, 1986). Ainda não são totalmente conhecidas a extensão e a importância da deficiência de molibdênio na produtividade da soja. Esses efeitos podem representar pequenas reduções na produtividade e passarem despercebidos pelos técnicos e agricultores (SFREDO et al., 1997). Segundo Pessoa et al. (1999), a deficiência de molibdênio poderia ser uma das causas da redução da produtividade observada em algumas áreas no oeste do Estado do Paraná.

2.7. CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

As condições edafoclimáticas destacam o Brasil como país de grande potencial para o cultivo da soja. Entretanto, o clima tropical é também muito favorável à ocorrência de grande quantidade de plantas daninhas. Os efeitos negativos decorrentes da presença destas plantas interferem no desenvolvimento, crescimento e na produtividade (CARVALHO; DURIGAN, 1995).

Nas culturas, as relações de competição com plantas daninhas podem responder de dois modos: (1) tolerância, que consiste na habilidade da cultura em manter a produtividade em situação de competição, ou (2) supressão, que se refere à capacidade da cultura em reduzir o crescimento de plantas daninhas por efeito de interferência (JANNINK et al., 2000).

A elevada capacidade competitiva das culturas está associada a variáveis como, por exemplo, o maior tamanho de sementes e emergência precoce, o rápido fechamento das entrelinhas e a maior estatura das plantas. As características de estatura de planta e número e comprimento de ramos contribuem para maior competitividade às plantas de soja contra plantas concorrentes (BIANCHI et al., 2006). No cultivo da soja é essencial o controle de plantas daninhas, pois essas prejudicam a cultura em virtude da competição pela luz solar, água e nutrientes, além de oferecerem problemas que se refletem em perdas na qualidade do produto e no rendimento (KNAKE, 1992; MIRANDA, 2004). Geralmente, o controle destas plantas ocorre pelos métodos mecânicos, químicos e cultural, quando possível utilizam-se combinações. O controle cultural consiste na utilização de técnicas de manejo

da cultura como época de semeadura, espaçamento, densidade, adubação, cultivar e outros, que propiciem o desenvolvimento da soja em detrimento ao da planta daninha (EMBRAPA, 2005).

Os efeitos das plantas daninhas sobre características da soja como a estatura de planta e o ciclo de desenvolvimento associam-se à maior competitividade com estas plantas daninhas (BENNETT; SHAW, 2000). Além de poder reduzir a população, podem comprometer o desenvolvimento das estruturas reprodutivas da soja afetando assim os componentes da produtividade dos grãos, ou por ter o crescimento de vagens comprometido devido ao sombreamento durante o período reprodutivo, podendo inviabilizar a colheita. Na soja, o número de vagens é o mais responsivo a alterações causadas pelo estresse da competição de espécies concorrentes, enquanto que o número de grãos por vagem e o peso do grão possuem maior controle genético individual, mostrando pequena amplitude de variação por causa de ambiente (KNAKE, 1992; BOARD et al., 1995; MIRANDA, 2004).

Com a dessecação antecipada da cultura da soja outros benefícios podem ser constatados, como mais eficiência e rendimento na operação de semeadura, menos infestação nas culturas estabelecidas em sucessão e mais eficácia dos herbicidas aplicados após a emergência (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2006), uma vez que a presença de plantas daninhas afeta negativamente o desenvolvimento da soja, geralmente as perdas de produtividade decorrem da competição de plantas daninhas que tendem a ser mais elevadas quanto mais semelhantes forem os indivíduos, alcançando estresse máximo dentro da mesma espécie, pois plantas vizinhas disputarão recursos ao ocuparem o mesmo nicho ecológico (RADOSEVICH et al., 1997).

Canziani et al. (2006) relatam que a cultura da soja é a principal demandante de insumos agrícolas no Brasil, especialmente fertilizantes e herbicidas. Em relação aos custos de produção, o controle de plantas daninhas representa um dos itens que mais oneram o produtor, variando de 15 a 40% do total utilizado com insumos (GAZZIERO et al., 1994).

2.8. ADAPTAÇÃO E ESTABILIDADE DE PRODUÇÃO

A soja é cultivada em quase todas as regiões brasileiras (ROCHA et al., 2006). Para que cultivares adaptadas sejam recomendadas a uma região estas devem apresentar características como alta produção de grãos, alto teor de proteína e óleo, e outras. Estas características devem ser analisadas em diferentes ambientes, pois o desempenho da cultivar não só resulta dos efeitos do genótipo, mas também dos efeitos de ambiente e da interação genótipo versus ambiente (ALLARD; BRADSHAW, 1964; EBERHART; RUSSELL, 1966; NUNES, 1998; CRUZ et al., 2004).

A interação genótipo versus ambiente é um componente da variação fenotípica que resulta do comportamento diferencial apresentado pelos genótipos, quando submetidos a mais de um ambiente (ROCHA; VELLO, 1999). Os materiais genéticos em processo de melhoramento são cultivados em uma grande amplitude de condições ambientais. Quando os materiais são comparados em diferentes ambientes seu desempenho relativo pode não manifestar consistência. Essa mudança no desempenho relativo dos genótipos em diferentes ambientes é denominada interação genótipo versus ambiente (DESTRO et al., 2001).

Quando verificada a existência da interação significativa entre genótipos e ambientes, utilizam-se técnicas para identificar genótipos adaptados e estáveis à ambientes específicos. Destacando-se que, quanto maior a diversidade genética entre os genótipos e entre os ambientes, maior será a importância da interação genótipo versus ambiente (BORÉM, 2005). Diante da existência da interação cultivares versus ambientes, são necessárias avaliações contínuas, em rede de ensaios, a fim de determinar o comportamento agrônomico dos genótipos e sua adaptação às diferentes condições locais (PORTO et al., 2007).

A adaptabilidade é a capacidade dos genótipos apresentarem vantajosamente os estímulos do ambiente (EBERHART; RUSSELL, 1966). No entanto, é a estabilidade fenotípica que permite sintetizar o enorme volume de informações obtido, caracterizando a capacidade produtiva, a adaptação às variações de ambiente e a estabilidade de novos genótipos (RAIZER; VENCOSKY, 1999). Por isso, é necessária a identificação de cultivares de comportamento previsível e que sejam responsivas às variações ambientais, em condições amplas ou específicas (CRUZ; REGAZZI, 2001).

A interação de genótipos e ambientes dificulta a seleção de genótipos amplamente adaptados. Além disso, essa interação pode ocasionar estimativas de variância genética, resultando em superestimativas dos ganhos genéticos, esperados com a seleção, e num menor êxito dos programas de melhoramento (DUARTE; VENCOVSKY, 1999). Pela importância desta interação, cabe ao melhorista avaliar a sua magnitude e significância, quantificar seus efeitos sobre as técnicas de melhoramento e estratégias de difusão de tecnologia, e ainda fornecer subsídios que possibilitem adotar procedimentos para a sua minimização e/ou seu aproveitamento (CRUZ et al., 2004).

A condução de experimentos no maior número de locais e anos possíveis visa diminuir o efeito da interação genotípica ambiental, para se avaliar a magnitude da interação e seu possível impacto sobre a seleção e a recomendação de cultivares. Para se recomendar uma cultivar com mais segurança faz-se necessário um estudo minucioso da adaptabilidade, da estabilidade das cultivares e de seus caracteres de importância econômica. Estudos dessa natureza são importantes para o melhoramento de plantas, uma vez que fornecem informações sobre o comportamento de cada genótipo e as variações do ambiente (SILVA; DUARTE, 2006).

O uso de cultivares não adaptadas a determinadas regiões pode prejudicar a operação de colheita, decorrente de características como baixa inserção de primeira vagem e acamamento (EMBRAPA, 2005). As cultivares e linhagens de melhor desempenho neste trabalho serão multiplicadas e novamente cultivadas em anos subsequentes, o que permitirá verificar quais destes apresentarão boa adaptação e estabilidade de rendimento.

2.9. MELHORAMENTO DA SOJA

A expansão agrícola deu-se devido ao processo contínuo de desenvolvimento de tecnologia nacional de produção de soja, principalmente aquela relacionada ao desenvolvimento de novos materiais genéticos, adaptados às diferentes condições ecofisiológicas (ALBERINI et al., 1992; KIIHL; ALMEIDA, 1992; MIRANDA, 1992; SEDIYAMA, 1992; VELLO, 1992; TREVISOLI, 2007). Estes programas de melhoramento visam à solução das limitações reais ou potenciais das cultivares aos fatores bióticos e abióticos que interferem na produção da soja, permitindo a seleção e a avaliação de genótipos com as características agronômicas desejadas e qualidade de sementes superiores às das cultivares pioneiras (TOLEDO et al., 2009).

A produção mundial de soja concentra-se em latitudes maiores que 30°, pois foi domesticada em latitudes compreendidas entre 35° e 45° N, prevalecendo condições de clima temperado (VERNETTI, 1983). Dentre os países produtores (E.U.A, Brasil, Argentina e China), só o Brasil possui áreas cultivadas em latitudes menores que 30°, o que ocasiona redução no crescimento vegetativo da soja produzida em baixa latitude (SPEHAR et al., 1993). Neste contexto, os programas de melhoramento buscam desenvolver genótipos com característica de período juvenil longo, por causa das limitações no porte e na produtividade (PALUDZYSZYN FILHO et al., 1993), uma vez que essas características estão em função do período de crescimento vegetativo da soja ser reduzido consideravelmente em latitudes menores, onde a amplitude entre o dia mais curto e o dia mais longo do ano é menor (SPEHAR et al., 1993).

A resposta das diferentes cultivares à variação ambiental vem crescendo com os trabalhos que visam identificar cultivares mais adaptadas ao sistema produtivo, e contribui para o desenvolvimento da soja em condições de baixa latitude das regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste. O desenvolvimento destas cultivares, adaptadas ao Cerrado e à baixa latitude, tem propiciado a expansão da fronteira agrícola brasileira, especialmente em regiões de climas tropical e subtropical, como verificado nas últimas três décadas (EMBRAPA SOJA, 2002; LIMA et al., 2008). Considerando essas inúmeras variações ambientais, às quais a soja é comumente submetida no Brasil, espera-se que a interação genótipo ambiente assuma papel fundamental na manifestação fenotípica devendo,

portanto, ser estimada e considerada na indicação de cultivares pelos programas de melhoramento genético (PRADO et al., 2001).

O uso de novas variedades de soja tem sido uma das principais ferramentas para os agricultores aumentarem a produtividade e estabilidade na produção, frente aos fatores limitantes ambientais e biológicos, sem acrescer os custos dessa cultura (ALMEIDA et al., 1997).

Com o surgimento de empresas de pesquisa públicas e privadas, programas governamentais foram implementadas leis e normas que deram diretrizes para o surgimento e a consolidação deste sistema (CARRARO, 2006). No Brasil, o melhoramento genético teve incentivo de grande impacto a partir de 1997, quando foi sancionada a Lei nº. 9456, que trata da proteção de cultivares, denominada Lei de Proteção de Cultivares (LPC). A proteção dos direitos intelectuais sobre a cultivar se efetua mediante a obtenção de um certificado de proteção concedido pelo Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC) (NETO et al., 2005). A Lei nº 8.974 de Biossegurança, aprovada em 1995, teve influência na obtenção de produtos geneticamente modificados na agricultura brasileira. Foi regulamentada pelo Decreto nº 1.752, de 1995, que instituiu a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CNTBio, que acompanha toda e qualquer ação desenvolvida no país com OGM's. Após dez anos de sua aplicação foi substituída pela nova Lei de Biossegurança, a Lei nº 11.105/05, regulamentada pelo Decreto nº 5.591 de 22 de novembro de 2005 (CARRARO, 2006).

2.10. SOJA TRANSGÊNICA

A biotecnologia disponibilizou os organismos geneticamente modificados (OGMs), popularmente conhecidos como transgênicos, que são variedades desenvolvidas pela introdução de genes de outras espécies por meio das técnicas de engenharia genética. Essas variedades, ditas transgênicas, podem ser obtidas através da introdução de genes de bactérias, proteínas ou genes de outras espécies, com o objetivo de aperfeiçoar o valor nutricional da planta ou torná-la mais resistente a pragas e doenças, ou defensivos. Em meados da década de 1980, foram obtidas e liberadas no campo as primeiras plantas geneticamente modificadas (LEITE, 2000).

A área mundial ocupada com espécies geneticamente modificadas aumentou de 1,7 milhões de hectares, no ano de 1996, para 58,7 milhões de hectares, em 2002, dos quais 62% por cultivares de soja tolerantes a herbicidas (TILLMANN; WEST, 2004). Cerca de 12,2 milhões de hectares, dos 21,6 milhões de hectares de soja cultivada no Brasil na safra 2007/08, foram plantado com cultivares transgênicas, perfazendo um percentual de 57% da área total (SAFRAS; MERCADO, 2008), correspondendo ao maior crescimento absoluto do mundo em adoção dessa tecnologia.

Entre os milhares de testes de vegetais transgênicos existem dois principais, plantas resistentes à herbicidas e plantas resistentes à insetos. Na resistência a herbicidas, o mais conhecido é o da soja *Roundup Ready - RR*, da Monsanto, tolerante ao herbicida *Roundup*, de nome genérico glifosato (Glyphosate), da própria Monsanto, empresa multinacional identificada com a tecnologia transgênica. A idéia geral é tornar a planta produtora resistente ao herbicida, transferindo-lhe um gene com o código de uma proteína que funcione como antídoto. Desse modo, a aplicação do defensivo poderia ser feita a qualquer momento, garantindo a morte de ervas daninhas sem provocar prejuízos à plantação. Já a obtenção de cultivares com resistência às principais pragas têm como finalidade básica a diminuição da necessidade de utilização de defensivos agrícolas. Isso traz benefícios econômicos em virtude da diminuição do custo de produção, benefícios ecológicos, por reduzir o nível de agressão ao meio ambiente, e benefícios sociais, por permitir que o cultivo da soja seja praticado por agricultores com menor disponibilidade de capital e de equipamentos para aplicação de defensivos (VENTURA; PINHEIRO, 1999).

Uma das principais razões do sucesso das variedades RR's está na possibilidade de se utilizar um poderoso herbicida de pós-emergência, pertencente ao grupo químico das glicinas substituídas, o *Roudap* (N-fosfonometil glicina), classificado como não-seletivo e de ação sistêmica. O produto apresenta largo espectro de ação, o que possibilita controle de plantas daninhas anuais ou perenes tanto de folhas largas como estreitas (GALLI; MONTEZUMA, 2005). Este herbicida é um dos mais utilizados no mundo e no Brasil, perfazendo cerca de 12% das vendas globais de herbicidas e apresentando mais de 150 marcas comerciais (KRUSE et al., 2000).

A soja geneticamente modificada para a resistência ao glifosato significa uma evolução técnica de destaque. Porém, para que o máximo proveito possa ser tirado de uma nova tecnologia é preciso saber utilizá-la, atentando-se às espécies tolerantes a esse

herbicida, já que o difícil controle, podem ser selecionadas em função do uso continuado desse produto (GAZZIERO, 2006).

A resistência genética a insetos deve ser valorizada, haja vista a ocorrência de aumento na incidência de insetos-praga na cultura devido, provavelmente, ao cultivo sucessivo e ao aumento da área cultivada (MOURA, 1999).

Verifica-se também que o processo de melhoramento genético, dirigido para a produtividade de grãos e para a qualidade das plantas ou de seus derivados, pode torná-las mais vulneráveis a insetos-praga (LUSTOSA et al., 1999). Esses autores alertam ainda para a necessidade de se avaliarem novas cultivares quanto à resistência a insetos antes de liberá-las para os agricultores.

2. 11. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABIOVE - Associação Brasileira das Indústrias de Óleo Vegetal. **Exportações do complexo soja**. Disponível em:< <http://www.abioeve.com.br>>. Acesso em: 06 março 2009.

ABPPF - Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. **Como a planta de soja se desenvolve**. Piracicaba – SP, n. 11, 21 p. Disponível em:<<http://www.potafos.org/regionalpublications>>, Acesso em:15 março 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, 01., Piracicaba, 1991. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1992.

ALBRECHT, L. P. et al. Sementes de soja produzidas em épocas de safrinha na região oeste do Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 01, p. 121-127, 2009.

ALBRECHT, L. P. et al. Teores de óleo, proteínas e produtividade de soja em função da antecipação da semeadura na região oeste do Paraná. **Bragantia**. v. 67, n. 04, p. 865-873, 2008.

ALENCAR, A. et al. **Desmatamento na Amazônia: indo além da “Emergência Crônica”**. Belém: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2004, 85 p.

ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotype environment interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, v. 04, n. 02, p. 503-507, 1964.

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.

ALMEIDA, L. A. et al. 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, A. S.; BASTO, E. A.; SILVA, C. O. **Zoneamento de risco climático para acultura da soja no Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte. 2007. 23 p (Série Documentos, 167).

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

ANDRADE JÚNIOR, A. S. Zoneamento agroclimático para as culturas de milho e de soja no Estado do Piauí. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 09, n. 03, p. 544-550, 2001.

ANDRADE, R. V. de et al. Qualidade fisiológica das sementes do milho híbrido simples HS 200 em relação ao tamanho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 03, p. 576-582, 2001.

ARAÚJO, M. R. S. **Expansão da fronteira agrícola nos cerrados piauienses, (des)territorialização e os desafios para o desenvolvimento territorial: o caso do município de bom Jesus**. 2006. 188 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Piauí, Teresina.

BARBOSA, C. Z. R. et al. Qualidade de sementes de soja BRS Tracajá, colhidas em Roraima em função do tamanho no armazenamento. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 01, p. 73-80, 2010.

BARROS, A. L. M. de. **Capital, produtividade e crescimento da agricultura brasileira: o Brasil de 1970 a 1995**. 1999. 149p. Tese de Doutorado em Economia Aplicada – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1999.

BARROS, H. B. et al. Efeito das épocas de semeadura no comportamento de cultivares de soja, no sul do estado de Tocantins. **Revista Ceres**, v. 50, n. 291, p. 565-572, 2003.

BECKERT, O. P.; MIGUEL, M. H.; MARCOS FILHO, J. Absorção de água e potencial fisiológico em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 04, p. 671-675, 2000.

BENNETT, A. C.; SHAW, D. R. Effect of *Glycine max* cultivars and weed control on weed seed characteristics. **Weed Scientia**, v. 48, n. 04, p. 431-435, 2000.

BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Compactação do solo no desenvolvimento radicular e na produtividade da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 06, p. 581-588, 2004.

BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Efeito do conteúdo de água e da compactação do solo na produção de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 07, p. 849-856, 2003.

BEUTLER, A. N. et al. Influencia da compactação e do cultivo de soja nos atributos físicos e na condutividade hidráulica em Latossolo Vermelho. **Irriga**, v. 08, n. 03, p. 242-249, 2003.

BIANCHI, M. A.; FLECK, N. G.; FEDERIZZI, L. C. Características de plantas de soja que conferem habilidade competitiva com plantas daninhas. **Bragantia**, v. 65, n. 04, p. 623-632, 2006.

BOARD, J. E.; KANG, M. S.; HARVILLE, B. G. Path analysis identify indirect selection criteria for yield of late planted soybean. **Crop Science**, v. 37, n. 03, 879-884, 1997.

BOARD, J. E.; WIER, A. T.; BOETHEL, D. J. Source strength influence on soybean formation during early and late reproductive development. **Crop Science**, v. 35, n. 04, p. 1104-1110, 1995.

BONATO, E. R.; VELLO, N. A. Aspectos genéticos do tempo para o florescimento em variantes naturais de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 06, p. 988-993, 1999.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 4 ed. Viçosa: UFV, 2005. 525p.

BORLAUG, N.E. Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead. In: **R. Bailey** (ed.). *Global warming and other eco-myths*. pp. 29-60. Competitive Enterprise Institute, Roseville, EUA. 2002.

BRACCINI, A. L. et al. Características agronômicas e rendimento de sementes de soja na semeadura realizada no período de safrinha. **Bragantia**, v. 63, n. 01, 2004.

BRACCINI, A. L. et al. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes de quinze cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) colhidas na época normal e após o retardamento da colheita. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 25, n. 02, p. 449-457, 2003.

BRACCINI, A. L. et al. Germinação e sanidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) colhidas em diferentes épocas. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 22, n. 17, p. 1017-1022, 2000.

BRANDÃO, A. S. P.; REZENDE, G. C.; MARQUES, R. W. C. Crescimento agrícola no período 1999/2004: a explosão da soja e da pecuária bovina e seu impacto sobre o meio ambiente. **Economia Aplicada**, v. 10, n. 02, p. 249-266, 2006.

BRUGNERA, A. et al. Competição de cultivares de soja avaliados em diferentes regiões do cerrado safra 2005/2006. **FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO OESTE BAIANO**. 2006.

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: 04 agosto 2009.

CÂMARA, G. M. S. Fenologia da soja. **Informações Agronômicas**, n. 82, p. 1- 6, 1998.

CAMPELO, G. J de A.; TEXEIRA NETO, M. L.; ROCHA, C. M. C da . Validação de plantio direto de soja sobre resíduo de milheto. Teresina: **Embrapa Meio-Norte**, 1999.15p. (Embrapa Meio-Norte. Documento, 36).

CAMPELO, G. J. de A.; CARVALHO, J. H. de. Introdução e evolução da soja no estado do Piauí. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. p. 52-55.

CANZIANI, J. R. F.; GUIMARÃES, V. D. A.; WATANABE, M. Cadeia produtiva da soja. In: _____. **Grandes lavouras I: cd 1 - soja**. Curitiba: UFPR, 2006.

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

CARRARO, I. M. Soja geneticamente modificada tolerante a herbicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4, 2006, Londrina. **Anais...** Londrina: Potafos, 2006. p.140-143.

CARVALHO, C. G. P. et al. Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação à produtividade e altura da planta de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 02, 2003.

CARVALHO, C. G. P. et al. Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da soja no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 07, p. 989-1000, 2002.

CARVALHO, F. T.; DURIGAN, J. C. Integração de práticas culturais e redução da dose de bentazon na cultura da soja. **Planta Daninha**, v. 13, n. 01, p. 46-49, 1995.

CASTRO, P. R. Ecofisiologia da produção agrícola. Piracicaba: **Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo**, 1987.

CAVALCANTE, A. K. et al. Variabilidade genética de genótipos de soja de ciclo precoce no município de Uberaba-MG. **Revista verde**, v. 05, n. 03, p. 115-119, 2010.

CISOJA - Centro De Inteligência da Soja. **Sobre soja – Histórico**, 2009. Disponível em: <<http://www.cisoja.com.br>>. Acesso em: 21 abril 2009.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, quarto levantamento, janeiro 2010/Companhia Nacional de Abastecimento**. Brasília, 2010. 39 p

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos safra 2007/2008: décimo primeiro levantamento: agosto de 2008**. Brasília: **Conab**, 2008. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/11_levantamento_out_2008.pdf> Acesso em: 02 setembro 2009.

CONAB. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Avaliação da Safra Agrícola 2006/2007 – Terceiro Levantamento – Dezembro/2006**. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/3levsaf.pdf> >. Acesso em: 08 dezembro 2009.

COSTA, N. P. da et al. Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 01, p. 128-132, 2003.

COSTA, N. P. et al. Efeito da colheita mecânica da soja nas características físicas, fisiológicas e químicas das sementes em três estados brasileiros. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 01, p. 140-145, 2001.

CRUSCIOL, C. A. C. et al. Produção e qualidade fisiológica de sementes de soja avaliadas na semeadura de inverno. **Scientia Agrícola**, v. 59, n. 01, p. 75-96, 2002.

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

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2004. 480p.

CRUZ, S. J. S. et al. Desempenho de três variedades de soja na região dos tabuleiros costeiros no estado alagoas. **Caatinga**, v. 22, n. 02, p.195-199, 2009.

DALL' AGNOL, A. Soja geneticamente modificada tolerante a herbicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4, 2006, Londrina, **Anais...** Londrina: Embrapa soja, 2006. p. 8.

DENARDI, T. et al. 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).

DESTRO, D.; PIPOLO, V. C.; KIIHL, R. F. Photoperiodicand genetic control of the long juvenile period in soybean: a review. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 01, n. 01, p. 72-92. 2001.

DIAS, B. F. S, **Conservação da Biodiversidade do Bioma Cerrado**: histórico dos impactos antrópicos no bioma Cerrado. In: Savana: Desafios para um equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais, Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados, 2008.

DIAS, W. P. et al. **Nematóides de importância para a soja no Brasil**. Boletim de Pesquisa de Soja, FUNDAÇÃO MT, Ed. Central de textos, Rondonópolis – MT, p.173-178, 2007.

DINIZ, B. P. C. **O Grande Cerrado do Brasil Central**: geopolítica e economia. São Paulo: Universidade de São Paulo, Programa de pós-graduação em geografia humana, Tese de Doutorado, 2007.

DONG, Y. S. et al. The genetic diversity of cultivated soybean grown in China. **Theoretical Applied Genetics**, v. 108, p. 931-936, 2004.

DUARTE, J. B.; VENCOVSKY, R. Interação genótipos x ambientes: uma introdução à análise “AMMI”. Ribeirão Preto: **Sociedade Brasileira de Genética**, 1999. 60p. (Monografias, 9).

DYBING, C. D. Soybean flower production as related to plant growth and seed yield. **Crop Science**, v. 34, n. 02, p. 489-497, 1994.

EBERHART, S. A.; RUSSEL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v. 01, n. 05, p. 36-40, 1966.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Tecnologias para a cultura da soja na região central do Brasil 2009/2010. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br>>. Acesso em: 15 Fevereiro 2009.

EMBRAPA SOJA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil – 2009/2010. Londrina: **Embrapa Soja**: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008.262p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema de produção 11: Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2007. Londrina: **Embrapa Soja**, 2006, 225p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Tecnologias de produção de soja Região Central do Brasil 2004. Londrina: **Embrapa Soja**, 2005. 237 p.

EMBRAPA SOJA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. **Tecnologias de produção de soja**: região Central do Brasil, 2003. Londrina: **Embrapa Soja**, 2004. 239p.

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

EMBRAPA SOJA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil – 2001/2002. Londrina: **Embrapa Soja**, 2001. 276p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná: safra 2000/2001. Londrina: **Embrapa**, 2000. 255 p.

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

EMBRAPA SOJA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil: 1997/1998. Londrina: **Embrapa Soja**, 1997. 171 p. (Documentos, 106).

EMBRAPA SOJA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil: 1993/1994. Londrina: **Embrapa Soja**, 1993. 120 p. (Documentos, 64).

ENDRES, V. C. Espaçamento, densidade e época de semeadura. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste (Dourados, MS). **Soja: recomendações técnicas para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados, 1996. p. 82-85. (Circular Técnica, 3).

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Disponível em <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 20 junho 2009.

FARIAS, J. R. B. et al. Caracterização do risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 09, n. 03, p. 415-421, 2001.

FEDERIZZI, L. C. 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, 1981. (Special Report, 80). 12 p.

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

FERREIRA, V. M. et al. Consumo relativo de água pelo milho e pelo feijão-caupi, em sistema de cultivos solteiro e consorciado. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 16, n. 01, p. 96-106, 2008.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo que está por trás do que se vê. 2.ed. Passo Fundo: UFP, 2004. 536 p.

FONTENELE, W.; SALVIANO, A. A. C.; MOUSINHO, F. E. P. Atributos físicos de um Latossolo Amarelo sob sistemas de manejo no cerrado piauiense. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 40, n. 02, p. 194-202, 2009.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; PÁDUA, G. P.; COSTA, N. P.; HENNING, A. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**: Série Sementes. Londrina: Embrapa Soja. 2007. 12p. (Circular Técnica 40).

GALLI, A. J. B.; MONTEZUMA, M. C. **Alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura**. ACADCOM Gráfica e Editora Ltda, 2005. 66p.

GARCIA, A. Manejo da cultura da soja para alta produtividade. In: Simpósio sobre cultura e produtividade da soja, 1., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1992. p. 213-235.

GARNER, W. W.; ALLARD, H. A. Effect of relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants. **Journal of Agricultural Research**, v. 18, p. 553-606, 1920.

GAUDÊNCIO, C. et al. **População de plantas de soja no sistema de semeadura direta para o centro-sul do Estado do Paraná**. Londrina: Centro Nacional de Pesquisa de Soja, 1990. (Comunicado técnico, 47).

GAZZIERO, D. L. P. Soja transgênica: o que muda no manejo de plantas daninhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4, 2006, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa soja, 2006. p.143-146.

GAZZIERO, D. L. P. et al. Biologia e manejo integrado de plantas daninhas na cultura da soja. In: Reunião de pesquisa de soja da região sul, 22., 1994, Cruz Alta. **Resumos...** Cruz Alta: [s.n.], p. 81, 1994.

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

GILIOLI, J. L. et al. **Soja: Série 100**. FT Sementes, Cristalina, Goiás, 1995, 18 p. (Boletim Técnico 3).

GROTTA, D. C. C. et al. Cultura da soja em função da profundidade de semeadura e da Carga vertical sobre a fileira de semeadura. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 02, p.487-492, 2007.

GOLBITZ, P. Soyfoods: State of the industry and market. In: SOYFOODS 2000, Orlando, Abstract. Florida:Feb. 16-18, 2000.

GUARESCHI, R. F. et al. Adubação fosfatada e potássica na semeadura e a lâncõ antecipada na cultura da soja cultivada em solo de Cerrado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 04, p. 769-774, 2008.

GUIMARÃES, F. S. et al. Cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] para cultivo de verão na região de Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 04, p. 1099-1106, 2008.

HAMAWAKI, O. T. et al. UFUS-Imperial: nova cultivar de soja para o Estado de Mato Grosso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 01, 2007.

HAMAWAKI, O. T. et al. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de genótipos de soja do ciclo precoce/médio em Uberlândia, Minas Gerais. **Fitopatologia brasileira**, v. 27, n. 02, p. 201-205, 2002.

HUNGRIA, M.; MILTON, A. T.; VARGAS, M. A. T. Environmental factors affecting N₂ fixation in grain legumes in the tropics, with an emphasis on Brazil. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 65, p. 151-164, 2000.

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

IBGE - Instituto Brasileiro Geográfico e Estatístico. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br>>. Acesso em: 02 julho 2009.

JANNINK, J. L. et al. Index selection for weed suppressive ability in soybean. **Crop Science**., v. 40, n. 04, p. 1087-1094, 2000.

KAIMOWITZ, D. et al. Conexão Hambúrguer Alimenta a Destruição da Amazônia: desmatamento e Pecuária na Amazônia. CIFOR. 2004. Disponível em: http://www.cifor.cgiar.org/publications/pdf_files/media/Amazon-Portugese.pdf. Acesso em: 13 março 2009.

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.

KIIHL, R. A. S.; GARCIA, A. The use of the long-juvenile trait in breeding soybean cultivars. In: PASCALE, A.J. (ed.) **Proceedings**, World Soybean Research Conference IV. Buenos Aires, Asociacion Argentina de La Soja. Argentina, p.994-1000, 1989.

KLAHOLD, C. A. et al. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) a ação de bioestimulante. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 02, p. 179-185, 2006.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian cerrado. **Conservação Biológica**. v. 19, n. 03, p. 707-713. 2005.

KNAKE, E. L. Weed control for soybean in the nineties. In: COPPING, L. G., GREEN, N. B., REES, R. T. (Ed.). **Pest management in soybean**. London: SCI, p. 360-367, 1992.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, n. 02, p. 163-166, 2006.

KRON, A. P. et al. Water deficiency at different developmental stages of *Glycine max* can improve drought tolerance. **Bragantia**, v. 67, p. 43-49, 2008.

KRUSE, N. D.; TREZZI, M. M.; VIDAL, R. R. Herbicidas inibidores da EPSPS: revisão de literatura. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 01, n. 02, p.139-146, 2000.

KUSS, R. C. P. et al. Populações de plantas e estratégias de manejo de irrigação na cultura da soja. **Ciência Rural**, v. 38, n. 04, p. 1133-1137, 2008.

LEITE, M. Os Alimentos Transgênicos. São Paulo: **Publifolha**, 2000.

LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. **Advances in Soil Science**, v. 01, n. 01, p. 277-294, 1985.

LIMA, F. R. et al. Interação genótipo-ambiente de soja convencional e transgênica resistente a glifosato, no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 06, p. 729-736, 2008.

LOPES, A. C. de A. et al. Variabilidade e correlações entre caracteres em cruzamentos de soja. **Scientia Agrícola**, v. 59, p. 341-348, 2002.

LOPES, J. C. et al. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em Alegre-ES. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 01, p. 51-58, 2002.

LUSTOSA, P. R. et al. Qualidade da semente e senescência de genótipos de soja sob dois níveis de infestação de percevejos (PENTATOMIDAE). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 08, p. 1347-1351. 1999.

MAPA - 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: 11 março 2009.

MARCHIORI, L. F. S. et al. Desempenho vegetativo de cultivares de soja em épocas normal e safrinha. **Scientia Agrícola**, v. 56, n. 02, p. 383-390, 1999.

MARGULIS, S. Causas do desmatamento da Amazônia brasileira. 1 ed. Brasília: **Banco Mundial**, 2003. 100 p. Disponível em <www.bancomundial.org.br>. Acesso em: 10 dezembro 2008.

MARION, E. **Parâmetros hídricos para estimativa do rendimento de grãos de soja**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Catarina. 2004. 102f.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. London: **Academic Press**, 1986. 674p.

MARTENS, J. R. T. et al. Legume cover crops with winter cereals in southern Manitoba: establishment, productivity, and microclimate effects. **Agronomy Journal**, v. 93, n. 05, p. 1086-1096, 2001.

MARTINS, M. C. et al. Épocas de semeadura, densidades de plantas e desempenho vegetativo de cultivares de soja. **Sciántia Agrícola**, v. 56, n. 04, p. 851-858, 1999.

MASCARENHAS, H. A. A. et al. Nitrogênio: a soja aduba a lavoura da cana. **O Agrônômico**, v.01, n. 57, 2005.

MDIC. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. 2008. Disponível em: <<http://www2.desenvolvimento.gov.br/sitio/secex.php/>>. Acesso em: 09 de janeiro 2009.

MENDONÇA, J. L.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; SILVA, J. B. C. Avaliação de genótipos de soja para consumo de grãos verdes em Brasília-DF. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 02, 2002. Suplemento 2.

MENEGATTI, A. L. A.; BARROS, A. L. M. de. Análise comparativa dos custos de produção entre soja transgênica e convencional: um estudo de caso para o Estado do Mato Grosso do Sul. **RER**, v. 45, n. 01, p. 163-183, 2007.

MIRANDA, D. M. **Bioensaios na detecção e quantificação de sementes de soja geneticamente modificada resistente ao glifosato em amostras convencionais de sementes**. 2004. 44p. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes – Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

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.

MITCHELL, R. L.; RUSSEL, W. J. Root development and rooting patterns of soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill) evaluated under fiel conditions. **Agronomy Journal**, v. 63, p. 313-316, 1971.

MONDINE, M. L.; VIEIRA, C. P.; CAMBRAIA, L. A. **Época de semeadura: um importante fator que afeta a produtividade da cultura da soja**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. 16p.: il. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 34).

MORAES, A. V. C.; CAMARGO, M. B. P.; MASCARENHAS, H. A. A. Teste e análise de modelos agrometeorológicos de estimativa de produtividade para a cultura da soja na região de Ribeirão Preto. **Bragantia**, v. 57, n. 02, p. 393-406, 1998.

MOTTA, I. S. et al. Época de semeadura em cinco cultivares de soja. II. Efeito na qualidade fisiológica das sementes. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 05, p. 1281-1286, 2002.

MOTTA, I. S. et al. Características agrônômica e componentes de produção de sementes de soja em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 02, p. 153-162, 2000.

MOURA, M. F. **Avaliação de linhagens de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) visando adaptação às condições de cerrado e resistência a insetos**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia. Goiânia, Goiás. 156 p. 1999.

MOUSINHO, F. E. P. et al. Variabilidade espacial dos percentis 75 da precipitação pluvial anual para o Estado do Piauí. **Irriga**, v. 11, n. 02, 2006.

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

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **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, 2005.

NAVARRO JUNIOR, H. M.; COSTA, J. A. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 03, p. 269-274, 2002.

NETO, M. O. de V. et al. Lei de proteção de cultivares. In: BOREM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 2005. p. 931-960.

NUNES, R. P. **Métodos para a Pesquisa Agronômica**. Fortaleza: UFC/Centro de Ciências Agrárias, 1998. 564p.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. et al. Interação entre sistemas de manejo e controle de plantas daninhas em pós-emergência afetando o desenvolvimento e a produtividade da soja. **Planta Daninha**, v. 24, n. 04, p. 721-732, 2006.

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. 177 p. 2003.

PAIVA, B. M. de; ALVES, R. M.; HELENO, N. M. Aspecto socioeconômico da soja. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 230, p. 7-14, 2006.

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.

PELÚZIO, J. M. et al. Comportamento de cultivares de soja no Sul do Estado do Tocantins. **Bioscience Journal**, v. 01, n. 03, p. 113-117, 2005.

PELÚZIO, 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, v. 26, n. 06, p. 1197-1203, 2002.

PELÚZIO, J. M. et al. Densidade e espaçamento de plantas de soja variedade Conquista em Gurupi, TO. **Bioscience Journal**, v. 16, p. 3-13, 2000.

PELÚZIO, J. M. et al. Efeito da população de plantas sobre várias características agronômicas na cultura da soja variedade "EMGOPA 308" em Gurupi, TO. **Revista Agricultura Tropical**, v. 03, p. 24-31, 1997.

PEREIRA, J. C.; NEVES, M. C. P.; DROZDOWICZ, A. influência da antibiose exercida por actinomicetos Às estirpes de *Bradyrhizobium* spp., na nodulação da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 01, p. 99-108, 1999.

PESSOA, A. C. S. et al. Produtividade da soja em resposta à adubação foliar, tratamento de sementes com molibdênio e inoculação *Bradyrhizobium japonicum*. **Acta Scientiarum**, v. 21, n. 03, p. 531-535, 1999.

PINCHINAT, A. M.; ADAMS, M. W. Yield Components in beans, as affected by intercrossing and neutron irradiation. **Turrialba**, v. 16, n. 03, p. 247-252, 1966.

PORTO, W. S., CARVALHO, C. G. P. de., PINTO, R. J. B. Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 04, p. 491-499, 2007.

PORTUGAL, A. M. et al. Intensidade luminosa e regime hídrico no acúmulo de matéria seca de plantas envasadas de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. In, **Anais... Reunião Brasileira de manejo e conservação do solo e da água**. Ilhéus, CD-Room, 2000.

POTAFOS - Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato. **Como a planta de soja se desenvolve**. Piracicaba. 1997. 20 p.

PRADO, E. E. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 04, p. 625-635, 2001.

PRIOLLI, R. H. G. et al. Diversidade genética da soja entre períodos e entre programas de melhoramento no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 967-975, 2004.

PROJEÇÕES DO AGRONEGÓCIO_ SOBER 2009. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/url/ITEM/6F72774B65AE850AE040A8C075027995>>. Acesso em: 29 julho 2009.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology**: implications for vegetation management. 2.ed. New York: Wiley, 1997. 589 p. Cap. 5: Associations of weeds and crops; cap. 6: Physiological Aspects of Competition.

RAIZER, A. J.; VENCOSKY, R. Estabilidade fenotípica de novas variedades de cana-de-açúcar para o estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 12, p. 2241-2246, 1999.

RAMBO, L. et al. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, v. 33, n. 03, p. 405-411, 2003.

RAPER, D. C.; BARBER, S. A. Rooting systems of soybean. I. Differences in root morphology among varieties. **Agronomy Journal**, v. 62, p. 581-584, 1970.

REZENDE, P. M. de; CARVALHO, E. A. Avaliação de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] para o sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 06, p. 1616-1623, 2007.

ROCHA, M. M. et al. Correlações entre parâmetros de adaptabilidade e estabilidade da produtividade de óleo em soja. **Ciência Rural**, v. 36, n. 03, p. 772-777, 2006.

ROCHA, M. M.; VELLO, N. A. Interação genótipos e locais para rendimento de grãos de linhagens de soja com diferentes ciclos de maturação. **Bragantia**, v. 58, n. 01, p. 69-81, 1999.

ROCHA, R. N. C. et al. Comportamento de cultivares de soja em diferentes populações de plantas, em Gurupi, Tocantins. **Revista Ceres**, v. 48, n. 279, p. 529-537, 2001.

RODRIGUES, O. et al. Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 03, p. 431-437, 2001.

ROESSING, A. C.; GUEDES, L. C. A. Aspectos econômicos do complexo soja: sua participação na economia brasileira e evolução na região do Brasil Central. In: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I.M. (Eds.) Cultura da soja nos cerrados. Piracicaba: **Associação Brasileira da Potassa e do Fosfato**, 1993. p.1-70.

SÁ, M. E. L. de. Alternativas da soja na prevenção de doenças. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 230, p. 19-21, 2006.

SAFRAS & MERCADO. Consultoria diz que 57% da safra de soja será transgênica, 2008. Disponível em http://g1.globo.com/Noticias/Economia_Negocios/0,MUL270074-9356,00.html. Acesso em: 25 agosto 2008.

SANO, E. E. et al. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 1, p. 1-12, 2009.

SANO, E. E. et al. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 153-156, 2008.

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

SANTOS, P. M. dos et al. Influência do tamanho de sementes de soja na qualidade fisiológica e sanitária durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 31, n. 01, p. 08-16, 2006.

SANTOS, P. M. dos et al. Efeito da classificação por tamanho da semente de soja na sua qualidade fisiológica durante o armazenamento. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 03, p. 395-402, 2005.

SCHÖFFEL, E. R. et al. Excesso hídrico sobre os componentes do rendimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, v. 31, p. 7-12, 2001.

SECCO, D. et al. Produtividade de soja e propriedade física de um Latossolo submetido a sistema de manejo e compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 04, p. 797-804, 2004.

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

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.

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

SEDIYAMA, T. et al. **Cultura da soja**. Viçosa: Imprensa Universitária, v. 1, 1993, 96 p.

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.

SFREDO, G. J. et al. Eficácia de produtos contendo micronutrientes, aplicados via semente, sobre produtividade e teores de proteína da soja. **Revista Brasileira de Ciências**, v. 21, n. 01, p. 41-45, 1997.

SHIGIHARA, D; HAMAWAKI, O. T. Seleção de Genótipos para Juvenilidade em Progênes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Eletrônica**. Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia-MG, p. 01-26, 2005.

SILVA, W. C. J.; DUARTE, J. B. Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 01, p. 23-30, 2006.

SINNECKER, P. et al. Mechanism of soybean (*Glycine max* L. Merrill) degreening related to maturity stage and postharvest drying temperature. **Postharvest Biology and Technology**, v. 38, p. 269-279, 2005.

SINNECKER, P. et al. Relationship between color (instrumental and visual) and chlorophyll contents in soybean seeds during ripening. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 3961-3966, 2002.

SOUZA, E. L. DE. **Qualidade de sementes de soja comercializadas pela cooperativa agroindustrial COPAGRIL no Paraná**. Dissertação mestrado – Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2006, 34 p.

SPEHAR, R. C.; MONTEIRO, P. M. F. O; ZUFFO, N. L. Melhoramento genético da soja na região centro-oeste. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. de M. de (Ed.). Cultura da soja nos cerrados. Piracicaba: **Potafos**, 1993. p. 229-253.

STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. Simulação do impacto da mudança climática sobre a água disponível do solo em agroecossistemas de trigo, soja e milho em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, v. 36, n. 02, p. 424-433, 2006.

STRECK, C. A. et al. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. **Ciência Rural**, v. 34, n. 03, p. 755-760, 2004.

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

TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A; BORKET, C. M. Nutrição mineral da soja. IN: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. M. Cultura de soja nos cerrados. Piracicaba: **Potafos**, 1993. 535p.

TEÓFILO, E. M.; DUTRA, A. S.; DIAS, F. T. C. A. Potencial Fisiológico de Sementes de Soja produzidas no Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 04, p. 401-406, 2007.

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

TILLMANN, M. A. A.; WEST, S. Identification of genetically modified soybean seeds resistant to glyphosate. **Scientia Agrícola**, v. 61, n. 03, p. 336-341, 2004.

TOLEDO, M. R. et al. Remoção do meristema apical e adensamento em plantas de soja visando sua utilização no método descendente de uma única semente. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, n. 01, p. 113-119, 2009.

TOLEDO, J. F. F. et al. Genetics and breeding. In: Tropical Soybean: improvement and production. E. Kueneman (ed). **FAO - Plant Production and Protection Series** n. 27. Rome, Italy. 1995, p. 19-36.

TORRES, E.; SARAIVA, O. F. Camadas de impedimento do solo em sistemas agrícolas com a soja. Londrina, **Embrapa Soja**, 1999. 58p. (Circular Técnica, 23).

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M. de; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 08, 2002.

TREVISOLI, S. H.U. Melhoramento genético da soja. Julho de 2007. Disponível em: [http://www. Zebuparaomundo. com/zebu/index.php?option=com_ content &task= view&id=363&Itemid=38](http://www.Zebuparaomundo.com/zebu/index.php?option=com_content&task=view&id=363&Itemid=38)>. Acesso em: 15 março 2010.

TRINICK, M. J. Competition between shizobial strains for nodulation. In: VINCENT, J.M. (ed.) **Nitrogen fixation in legumes**. Sidney: Academic Press, 1982. p. 229-238.

URBEN FILHO, G.; SOUZA, P. I. M. Manejo da cultura da soja sob cerrado: época, densidade e profundidade de semeadura. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. M. (Eds.) **Cultura da soja nos cerrados**, Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 267-298.

VALADÃO JÚNIOR, D. D. et al. Adubação fosfatada na cultura da soja em Rondônia. **Scientia Agraria**, v. 09, n. 03, p. 369-375, 2008.

VARGAS, M. A. T. et al. Soja. In: VARGAS, M. A. T.; SUHET, A. R.; MENDES, I. de C.; PERES, J. R. R. (Eds.). Fixação biológica de nitrogênio em solos de cerrados. Brasília: **Embrapa-CPAC/SPI**, 1994. p.15-38.

VASQUEZ, G. H.; CARVALHO, N. M. de; BORBA, M. M. Z. Redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 02, p. 1-11, 2008.

VELLO, N. A.; TSUTSUMI, C. Y. A soja na prevenção e tratamento de doenças crônicas. In: CONGRESSO DETECNOLOGIA E COMPETIVIDADE DA SOJA NO MERCADO GLOBAL, 2000, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Fundação MT, 2000. p.135-140.

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.

VENTURA, M. U.; PINHEIRO, J. B. Resistência a insetos, p. 467-516. In: D. DESTRO & R. MONTALVÁN (Org.). **Melhoramento genético de plantas**. ed. UEL, Londrina. 820 p. 1999.

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

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

YOKOMIZO, G. K.; DUARTE, J. B.; VELLO, N. A. Correlações fenotípicas entretamanho de grãos e outros caracteres em topocruzamentos de soja tipo alimento com tipo grão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 11, p. 2235-2241, 2000.

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

3. Capítulo I

Desempenho agronômico de genótipos de soja sob condições de baixa latitude em

Teresina-PI

Agronomic performance of soybean genotypes under low conditions latitude in

Teresina-PI

Resumo - A soja é a mais importante oleaginosa no mundo e graças às novas tecnologias podem-se melhorar as características de interesse econômico dessa cultura, visando maior produtividade e cultivares adaptadas a baixas latitudes a fim de atender a crescente demanda. Com o objetivo de avaliar as características agronômicas e os componentes de produção de genótipos de soja cultivadas sob baixa latitude, nas condições de Teresina-PI, desenvolveu-se esta pesquisa. Foram avaliadas as características fenológicas e produtivas relacionadas ao desenvolvimento das plantas de soja de 18 genótipos, no ano agrícola 2009/10. Nas condições estudadas, os genótipos apresentaram diferenças significativas para todas as características analisadas, exceto a altura da planta na maturação. A altura das plantas na floração, maturação e inserção da primeira vagem apresentaram variações de 42 a 57 cm, de 42 a 63 cm e de 6 a 11 cm, respectivamente. Os genótipos 174 BCR1069X7RG e 169 BCR1069X7RG foram considerados os mais precoces no florescimento. Em contrapartida, os genótipos 177 BCR1069X7RG e 176 BCR1069X7RG, com mais de 57 dias da germinação até o florescimento, foram considerados os mais tardios. Na característica peso de 100 grãos houve variação de 15,02 a 20,72 g nos valores encontrados. Os genótipos apresentaram produtividades satisfatórias, com destaque para 171 BCR1069X7RG (4.188,531 kg ha⁻¹) e 174 BCR1069X7RG (3.838,667 kg ha⁻¹), equivalente a 69,80 e 63,97 sacas de 60 kg, respectivamente. No geral, os genótipos apresentaram bom desempenho agronômico.

Palavras-chave - *Glycine max* (L.) Merrill. Comportamento da soja. Rendimento da soja.

Abstract - Soybean is the most important oilseed in the world and due to new technologies can improve the characteristics of economic interest of this culture, aiming higher productivity and cultivars adapted to low latitudes in order to meet the growing demand of it. With the objective to evaluate the agronomic characteristics and yield components of soybean genotypes grown under low latitude, in the conditions of Teresina-PI, developed this research. We evaluated the phenological and productive characteristics related to the development of soybean plants from 18 genotypes, in crop year 2009/10. The studied genotypes showed significant differences for all characteristics except the plant height at maturity. Plant height at flowering, maturity and first pod showed variations from 42 to 57 cm, 42 to 63 cm and 6 to 11 cm, respectively. The Genotypes 174 BCR1069X7RG and 169 BCR1069X7RG were considered earlier in flowering. In contrast, the genotypes 177 BCR1069X7RG e 176 BCR1069X7RG, with more than 57 days from germination to flowering, were considered the most delayed. In the characteristic weight of 100 grains there was variation from 15.02 to 20.72 g in the amounts found. The genotypes showed satisfactory yields, especially 171 BCR1069X7RG ($4188.531 \text{ kg ha}^{-1}$) and 174 BCR1069X7RG ($3838.667 \text{ kg ha}^{-1}$), equivalent to 69.80 and 63.97 bags of 60 kg, respectively. In general, the genotypes showed good agronomic performance.

Key words - *Glycine max* (L.) Merrill. Behavior of soybean. Income of soybean.

Introdução

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma das espécies de maior importância econômica mundial, com a formação de uma complexa estrutura de produção, armazenamento, processamento e da comercialização em todos os países onde é cultivada. A grande demanda no mercado internacional proporcionou rápida expansão dessa cultura no Brasil (REZENDE; CARVALHO, 2007). A produção brasileira de soja na safra 2009/10, segundo a Conab (2010) foi de 65,16 milhões de toneladas, representando um aumento de 14% (8,0 milhões de toneladas) em relação à safra 2008/09.

A elevada produção de soja no Brasil deve-se às mudanças que o país sofreu nos últimos 32 anos, com incrementos de 333% na área cultivada e de 1,536 vezes na produção, o que resultou em maior uso de insumos agrícolas, estimulando a utilização de tecnologias de aplicação de fitossanitários (FARINHA et al., 2009). Também o surgimento, seleção e recomendação de cultivares de soja adaptadas às regiões de baixa latitude, promovendo o aproveitamento de áreas inexploradas do Cerrado (LIMA et al., 2008). Apesar do Cerrado apresentar solos com baixa fertilidade, as condições de relevo e clima são extremamente adequadas ao cultivo (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2008).

Para se obter sucesso na cultura da soja é necessário se conhecer suas exigências nutricionais e de água, e utilizar cultivares com alta produtividade, resistentes ao acamamento, pragas e doenças e adaptadas a diversas condições ambientais (FERRARI, 2008). Contudo, a soja manifesta-se diferentemente quando submetida a condições climáticas distintas, tendo o seu ciclo produtivo alterado em função da temperatura do ar e do fotoperíodo (REZENDE; CARVALHO, 2007).

As regiões de expansão e potencial de produção da soja brasileira compreendem parte do Norte e Nordeste, situadas em latitudes menores que 10°, especialmente nos Estados do Tocantins, Pará, Maranhão e Piauí (EMBRAPA SOJA, 2003). Sabe-se que o

Estado do Piauí deve sua capacidade de produção às recomendações de cultivares de soja adaptadas a baixa latitude. Dentre os municípios produtores no Piauí destacam-se Uruçuí, Baixa Grande do Ribeiro, Ribeiro Gonçalves e Bom Jesus, situados no Cerrado (ANDRADE JÚNIOR et al., 2007). O Cerrado piauiense ocupa cerca de 11,5 milhões de hectares, sendo cinco milhões agricultáveis, dos quais três milhões são adequados ao cultivo em grande escala (FONTENELE et al., 2009).

A obtenção de altos rendimentos de grãos tem sido limitada pelas adversidades climáticas, que ainda é um fator de risco e de insucesso no cultivo de soja (CONAB, 2009). Face ao tamanho da cadeia produtiva do agronegócio da soja, pesquisas com esta cultura têm o potencial de promover importantes ganhos sócio-econômicos (STRECK et al., 2008), uma vez que o aumento da produtividade das culturas é uma meta buscada por produtores e pesquisadores.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar características agronômicas e componentes de produção de genótipos de soja em condições de baixa latitude, na região de Teresina - PI.

Material e métodos

O experimento foi realizado no ano agrícola 2009/2010, na área experimental do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí - UFPI, em Teresina-PI, com as seguintes coordenadas: latitude 05°02'40,10" S, longitude 42°47'03,79" O e altitude de 72 metros.

A semeadura foi realizada no dia 28 de fevereiro de 2010. O clima do município de Teresina é do tipo Aw' (tropical subúmido quente), conforme a classificação climática de Köppen (ANDRADE JÚNIOR et al., 2004), e possui duas estações definidas: seca (de junho a novembro) e chuvosa (de dezembro a maio). De acordo com Medeiros (2006), a

região apresenta precipitação média anual de 1.377 mm, sendo a maior concentração das chuvas nos meses de março e abril. Apresenta evapotranspiração potencial média anual de 2.973 mm, umidade relativa do ar média anual de 69,9%, insolação total anual de 2.625 h, temperatura média anual de 28°C, amplitude térmica de 11,5°C, fotoperíodo médio anual de 12 h e 19 min dia⁻¹, com mínimo de 11 h e 46 min dia⁻¹ e máximo de 12 h e 29 min dia⁻¹.

Avaliaram-se 18 genótipos como tratamentos, dos quais 14 encontram-se em fase de pré-lançamento, obtidos junto ao programa de melhoramento de soja BMS-CEBACURI, com sede em Minas Gerais e Goiás, e quatro cultivares obtidas pela EMBRAPA na região: as BRS Sambaíba, BRS Candeia, BRS 219 (Boa Vista) e BRS 271 RR, adotadas como testemunhas regionais. Os genótipos testados encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Lista dos genótipos e suas características morfológicas: cor da flor (CF), cor da pubescência (CP), cor do hilo (CH) e cor do tegumento (CTS)

GENÓTIPOS	CF	CP	CH	CTS
BRS SAMBAÍBA	Branca	Marrom	Marrom-claro	Amarelo brilhante
BRS CANDEIA	Roxa	Marrom	Preto	Amarelo
BRS 219 (BOA VISTA)	Branca	Marrom	Preto	Amarelo fosco
BRS 271RR	Branca	Marrom	Preto	Amarelo brilhante
114 BCR336F8	Branca	Marrom	Preto	Amarelo fosco
142 SOY94F5G	Branca	Marrom	Preto	Amarelo fosco
164 SOY94F5G	Roxa	Marrom	Preto	Amarelo brilhante
168 BCR1069X7RG	Roxa	Branca	Marrom-claro	Amarelo fosco
169 BCR1069X7RG	Roxa	Branca	Marrom-claro	Amarelo fosco
177 BCR1069X7RG	Roxa	Branca	Marrom-claro	Amarelo fosco
170 BCR1069X7RG	Roxa	Branca	Marrom-claro	Amarelo fosco
171 BCR1069X7RG	Roxa	Branca	Marrom-claro	Amarelo fosco
172 BCR1069X7RG	Roxa	Branca	Marrom-claro	Amarelo fosco
173 BCR1069X7RG	Roxa	Branca	Marrom-claro	Amarelo fosco
174 BCR1069X7RG	Roxa	Branca	Marrom-claro	Amarelo fosco
175 BCR1069X7RG	Roxa	Branca	Marrom-claro	Amarelo fosco
176 BCR1069X7RG	Roxa	Branca	Marrom-claro	Amarelo fosco
179 SOY24F5G	Roxa	Marrom	Preto	Amarelo fosco

A área destinada ao plantio foi preparada com operações usuais de aração e gradagem; correção com Calcário Fíller (2.000 kg h⁻¹) e adubação com 300 Kg ha⁻¹ de NPK 5-30-15+ FTE, atendendo as necessidades nutricionais da cultura. Na Tabela 2 estão dispostos os resultados da análise físico-química do solo.

Tabela 2 - Características químicas e físicas do solo (0-20 cm) da área experimental do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias, UFPI, Teresina-PI

Composição Granulométrica da Terra Fina (dispersão com NaOH N) g kg ⁻¹				Textura	Densidade aparente g cm ⁻³	Umidade % Kg kg ⁻¹			
Área grossa 2-0,20 mm	Área fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002	Areia Franca	1,53	M Pa		Disponível (0,033-1,5)	
320	510	130	40			6	3	3	
pH (1:2,5)				Cátions Trocáveis (cmol _c Kg ⁻¹)					
Água	KCl N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T
5,7	5,4	2,6	-	0,17	0,02	2,8	-	2,2	5,0
Valor V	Sat. com Al ³⁺	P	C			N	C	Sat. com Na ⁺	C.E. do Extrato
$\frac{100S}{T}$	$\frac{100Al^{3+}}{S+Al^{3+}}$	Assimilável mg Kg ⁻¹	g Kg ⁻¹				$\frac{C}{N}$	$\frac{100Na^+}{T}$	MS cm ⁻¹
56	-	8,9	6,71			0,58	11,56	-	0,1

Fonte: Laboratório de análise de solo do CCA - SOLO.

A semeadura foi realizada no dia 28 de fevereiro de 2010. As sementes foram tratadas com inseticida Standak 250 na dosagem de 200 ml 100 kg⁻¹ de sementes, fungicida Maxim XL na dosagem de 100 ml 100 kg⁻¹ de sementes e Mo na forma de Comossol, na dosagem de 90 ml 100 g⁻¹ de sementes. Foi ainda efetuada inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* usando inoculante bioagro na dosagem de 300 ml de calda 50 kg⁻¹ de sementes. Fez-se o desbaste 15 dias após a emergência, deixando-se 15 plantas por metro linear (correspondendo a 300 mil plantas ha⁻¹). No estágio V₄ fez-se uma aplicação foliar com molibdênio (30 g ha⁻¹), e no estágio V₁₀ outra com sulfato de manganês a 30% (200 g ha⁻¹). Aos 35 dias após a semeadura foi realizada uma adubação de cobertura com 60 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio e 60 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio. Foram realizadas irrigações por aspersão convencional, sempre que necessárias, para garantir o estabelecimento das plantas no campo. As plantas daninhas foram controladas por meio de capinas manuais.

Adotou-se o delineamento em 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 0,50 m. Eliminou-se 0,5 m nas extremidades de cada linha ficando uma área útil de 2 m² em cada parcela. No início e no final de cada bloco foi cultivada uma linha para reduzir os efeitos de bordadura. As parcelas dos outros tratamentos foram colocadas lado a lado, para simular a condição de campo, ou seja, umas foram as bordaduras das outras. Algumas fileiras foram plantadas para servirem de bordaduras laterais e no final de cada bloco. Assim todas as plantas nas parcelas sofreram a concorrência como se fora em um plantio convencional.

Durante o desenvolvimento da cultura foram avaliadas as seguintes características agronômicas, conforme a tabela fenológica de Fehr e Caviness (1981):

- a) Número de dias para a floração (NDF): determinado em dias após a emergência até o início do florescimento. Estádio fenológico definido pela presença de 50% das plantas com uma flor aberta (R_1). Foram anotadas a data da emergência e a data de abertura das flores.
- b) Número de dias para a maturação (NDM): determinado em dias após a emergência e o momento da maturação (R_8), o qual é definido pela presença de 50% das plantas da área útil com 95% das vagens maduras. Suas datas de ocorrência foram tabuladas e convertidas para número de dias (Corresponde ao ciclo da lavoura).
- c) Período reprodutivo (PR): correspondeu ao número de dias entre o início do florescimento (NDF) e o estágio R_7 , ou seja, ($PR = R_7 - NDF$).
- d) Porcentagem do período reprodutivo (% PR): avaliação realizada com base no número de dias entre o florescimento e maturidade e o número de dias para a maturidade (% PR: $(PR/maturidade) \times 100$).

- e) Altura média da planta na floração (APF): em centímetros (cm), medida a partir da superfície do solo até a inserção do racemo do ápice da haste principal da planta (R_2). Essa média foi determinada a partir da altura de 10 plantas amostradas aleatoriamente em cada parcela.
- f) Altura média das plantas na maturação (APM): em cm, medida a partir da superfície do solo até a inserção do racemo do ápice da haste principal da planta (R_8). Essa média foi determinada a partir da altura de 10 plantas amostradas aleatoriamente em cada parcela.
- g) Altura média da primeira vagem (APV): em cm, medida a partir da superfície do solo até a extremidade inferior da primeira vagem. Característica determinada pela média de 10 plantas amostradas aleatoriamente em cada parcela.
- h) Índice de acamamento (IA): as parcelas foram classificadas através de notas visuais: 1- todas as plantas eretas; 2- algumas plantas ligeiramente acamadas; 3- todas as plantas moderadamente inclinadas (25 a 50% das plantas acamadas); 4- todas as plantas consideravelmente inclinadas (50 a 80% das plantas); e 5- todas as plantas acamadas.
- i) Estande final (EF): número total de plantas da parcela útil, após o estabelecimento total das plantas (R_8).

No final do ciclo da cultura da soja foram coletadas 10 plantas ao acaso, na área útil de cada parcela experimental, objetivando avaliar os seguintes componentes da produção:

- a) Comprimento de vagens verdes (CVV): usando-se amostras de 10 vagens, selecionadas ao acaso, foi medido o comprimento (em cm) com auxílio de paquímetro.
- b) Número de vagens por planta (NVP): foi avaliado por ocasião da maturação (R_8), contando-se o número de vagens presentes em 10 plantas, escolhidas aleatoriamente na área útil.

- c) Número de sementes por vagem (NSP): fornecida pela relação entre o número total de grãos e o número total de vagens nas plantas selecionadas nas áreas útil de cada parcela.
- d) Comprimento de vagens secas (CVS): usando-se amostras de 10 vagens, selecionadas ao acaso, foi medido o comprimento (em cm) com um paquímetro.
- e) Peso médio de 100 grãos (P100G): em grama (g), foi determinado através da coleta e contagem de 100 grãos por parcela experimental. A seguir, realizaram-se as pesagens com o auxílio de balança analítica AL500, com precisão de um miligrama, padronizando o grau de umidade a 13%, medido por meio do aparelho Geole 400.
- f) Produtividade média de grãos (PRODV): avaliada na maturidade final (ponto de colheita), determinado após a colheita e beneficiamento, com debulha manual das vagens, e pesagem dos grãos colhidos na área útil de cada parcela, com umidade padronizada para 13% (Geole 400). Os valores observados na parcela útil foram extrapolados para kg ha^{-1} .
- g) Índice de grãos (IG): valor obtido a partir da porcentagem do peso dos grãos em relação ao peso total da vagem, obtido pela seguinte fórmula: $\text{IG (\%)} = (\text{PG5V}/\text{P5V}) \cdot 100$ onde, PG5V = peso dos grãos de 5 vagens e P5V = peso das 5 vagens.

Os dados foram submetidos à análise de variância e os genótipos comparados pelo teste Scott-knott. Foi utilizado o pacote estatístico SAEG[®], versão 9.1.

Resultados e discussão

Com base nas análises de variâncias, foram observadas as diferenças significativas ($p < 0,05$) pelo teste F entre os genótipos para todas as características analisadas, exceto altura média das plantas na maturação (APM).

Na Tabela 3 são apresentados os valores médios do número de dias para a floração, número de dias para a maturação, período reprodutivo em dias e em porcentagem.

Tabela 3. Valores médios do número de dias para a floração (NDF), número de dias para a maturação (NDM), período reprodutivo em dias (PR) e em porcentagem (PR%) dos diferentes genótipos de soja avaliados em baixa latitude, em Teresina – PI

GENOTIPOS*	Ciclo (dias)		Classificação** do ciclo	Período reprodutivo	
	NDF	NDM		(PR) dias	(% PR)
BRS SAMBAÍBA	49,00 C	114,00 F	Médio	55,25 C	47,12 B
BRS CANDEIA	48,25 C	117,00 E	Médio	66,50 A	55,64 A
BRS 219 BOA VISTA	46,25 D	101,25 I	Precoce	56,00 C	47,14 B
BRS 271RR	45,75 D	104,50 H	Precoce	60,00 B	48,62 B
114 BCR336F8	50,50 C	134,00 A	Tardio	59,25 B	43,40 D
142 SOY94F5G	53,75 B	130,50 B	Tardio	65,00 A	49,34 B
164 SOY94F5G	51,00 C	114,50 F	Médio	55,50 C	45,63 C
168 BCR1069X7RG	53,25 B	120,75 D	Médio	55,50 C	45,30 C
169 BCR1069X7RG	45,00 D	121,25 D	Médio	55,50 C	45,31 C
170 BCR1069X7RG	48,50 C	123,00 D	Médio	50,00 D	39,52 E
171 BCR1069X7RG	50,25 C	120,25 D	Médio	65,25 A	53,59 A
172 BCR1069X7RG	50,50 C	126,00 C	Tardio	62,50 B	48,54 B
173 BCR1069X7RG	51,00 C	121,25 D	Médio	56,75 C	46,32 C
174 BCR1069X7RG	47,75 D	122,75 D	Médio	55,00 C	45,17 C
175 BCR1069X7RG	49,00 C	128,00 C	Tardio	62,00 B	48,06 B
176 BCR1069X7RG	57,25 A	117,50 E	Médio	63,00 B	48,64 B
177 BCR1069X7RG	58,00 A	114,00 F	Médio	56,25 C	45,93 C
179 SOY24F5G	50,25 C	107,50 G	Precoce	61,25 B	48,62 B
C.V. (%)	4,62	1,55	-	5,16	4,85
Média Geral	50,29	118,77	-	58,91	47,33

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

**Classificação do ciclo de soja: precoces (até 110 dias), médios (111 a 125) e tardios (> 125 dias) segundo Embrapa Soja (2008)

Houve variação quanto à floração, onde se verificou uma separação dos genótipos em quatro grupos, um grupo que apresentou os menores valores, com amplitude de 45 a 47,75 dias, com destaque para as cultivares testemunhas BRS 219 (Boa Vista) e BRS 271RR e para os genótipos 174 BCR1069X7RG e 169 BCR1069X7RG, considerados os mais precoces. Em contrapartida, os genótipos 177 BCR1069X7RG e 176 BCR1069X7RG, com mais de 57 dias da germinação até o florescimento, foram

considerados os mais tardios. Em experimentos com cultivares de diferentes ciclos, Cruz et al. (2010) obtiveram valores próximos aos obtidos neste experimento. Nesta, o número de dias para o florescimento varia de 40 a 56 dias (em 12°45'30" S, Bahia). Deve-se ressaltar que a semeadura de cultivares com diferentes ciclos de maturação pode prolongar o período de colheita e algumas vezes auxiliar na obtenção de sementes de melhor qualidade (REZENDE; CARVALHO, 2007).

Quanto à maturação, observaram-se na Tabela 3 diferenças significativas entre os genótipos. Nesta característica houve formação de nove grupos, onde a cultivar BRS 219 (Boa Vista) foi considerada precoce, com 101,25 dias e o genótipo 114 BCR336F8 o mais tardio, com 134 dias, considerado de ciclo tardio. Xavier et al. (2008) verificaram diferenças significativas quanto ao número de dias para o florescimento e maturação, onde se destacou a cultivar BRS Sambaíba, que reduziu seu ciclo.

Com relação ao período reprodutivo (floração, frutificação e produção de sementes), em dias e em porcentagem, podem-se reunir os genótipos em quatro e cinco grupos, respectivamente. O genótipo 170 BCR1069X7RG apresentou os menores valores médios (50 dias e 39,52%). Mereceu destaque a cultivar BRS Candeia, com média de 66,5 dias e 55,64%. Dentre os demais genótipos avaliados verificaram-se que o 142 SOY 94F5G e 171 BCR1069X7RG obtiveram as maiores médias de dias, acima de 65,25, e que 171 BCR1069X7RG foi o único a se destacar quanto ao percentual de 53,59% (Tabela 3). O registro do período reprodutivo é determinante no sucesso da população, por assegurar a sobrevivência e o estabelecimento dos indivíduos jovens (LENZI; ORTH, 2004).

Os valores médios relativos às alturas das plantas encontram-se na Tabela 4. Observaram-se efeitos significativos entre os genótipos para altura de planta na floração (APF), porém não diferiram, estatisticamente entre si, a cultivar BRS Sambaíba e os genótipos 114 BCR336F8 e 164 SOY94F5G, que se destacaram por apresentarem boas

estaturas (acima de 52,8 cm), quando comparados aos demais genótipos. Quanto à altura de plantas na maturação (APM), os genótipos não diferiram estatisticamente entre si.

Os valores de alturas de plantas ficaram próximo ao recomendado por Sedyama et al. (1996), em torno de 50 a 60 cm. Porém, Rezende e Carvalho (2007) consideram alturas de planta adequadas à mecanização da colheita superior às obtidas, os quais defendem entre 60 e 120 cm. Quanto ao índice de acamamento (IA), não obteve diferença significativa entre os genótipos, os quais obtiveram nota 1, ou seja, todas as plantas eretas (Tabela 4). Este resultado é desejável, pois plantas altas poderão proporcionar maior índice de acamamento, por apresentarem caules mais finos, ficando mais sujeitas ao tombamento pela ação dos ventos (GUIMARÃES et al., 2008).

Tabela 4. Valores médios de altura de planta na floração (APF), altura de planta na maturação (APM), altura de primeira vagem (APV) e índice de acamamento (IA) em diferentes genótipos de soja avaliados em baixa latitude, em Teresina – PI

GENÓTIPOS*	ALTURA DA PLANTA (cm)			IA
	APF	APM	APV	
BRS SAMBAÍBA	57,12 A	56,40 A	7,15 C	1,00
BRS CANDEIA	42,40 B	53,17 A	6,17 D	1,00
BRS 219 (BOA VISTA)	46,37 B	42,52 A	6,15 D	1,00
BRS 271RR	48,65 B	52,07 A	6,30 D	1,00
114 BCR336F8	55,33 A	54,36 A	7,13 C	1,00
142 SOY94F5G	48,27 B	49,47 A	7,72 C	1,00
164 SOY94F5G	52,80 A	63,45 A	11,25 A	1,00
168 BCR1069X7RG	46,87 B	51,80 A	7,50 C	1,00
169 BCR1069X7RG	49,10 B	48,70 A	7,52 C	1,00
170 BCR1069X7RG	46,47 B	53,55 A	8,95 B	1,00
171 BCR1069X7RG	50,25 B	54,75 A	9,97 A	1,00
172 BCR1069X7RG	50,50 B	51,17 A	9,55 B	1,00
173 BCR1069X7RG	48,07 B	50,80 A	7,60 C	1,00
174 BCR1069X7RG	50,42 B	52,07 A	10,15 A	1,00
175 BCR1069X7RG	46,82 B	50,65 A	7,95 C	1,00
176 BCR1069X7RG	45,85 B	52,52 A	8,62 B	1,00
177 BCR1069X7RG	44,65 B	46,82 A	8,55 B	1,00
179 SOY24F5G	47,82 B	49,42 A	6,65 D	1,00
C.V %	8,82	9,25	12,15	
Média Geral	48,76	51,87	8,05	1,00

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

No caso da altura da inserção da primeira vagem (Tabela 4) observaram-se a formação de quatro grupos, com variação média de 6,15 a 11,25 cm, de acordo com as recomendações de Valadão Júnior et al. (2008), em terrenos planos, as cultivares de soja devem apresentar altura da primeira vagem igual ou não muito acima de 10,0 cm. Observam-se neste experimento, valores inferiores a 9,55 cm, podendo dificultar o manejo correto, com ocorrência de desperdícios na colheita mecanizada. Xavier et al. (2008), avaliando os genótipos de soja BRS Tracajá, Sambaíba, Babaçú, Seridó e Candeia não observaram diferenças significativas entre as cultivares para os caracteres altura de planta no florescimento e altura de inserção da primeira vagem. Esses resultados discordam dos obtidos neste experimento, os quais apresentaram diferenças significativamente para estas características. Contudo houve um fator desconhecido que condicionou a redução da altura de plantas e altura da inserção de primeira vagem em todos os genótipos analisados, pois até mesmo as cultivares testemunhas apresentaram tal comportamento (Tabela 4).

Diante da existência da interação cultivares versus ambientes, são necessárias avaliações contínuas, em rede de ensaios, a fim de determinar o comportamento agrônomo dos genótipos e sua adaptação às diferentes condições locais (PORTO et al., 2007).

Quanto ao estande final não foram observadas diferenças significativas entre os genótipos, uma vez que foi feito desbaste padronizando (15 plantas por metro linear), correspondente a 300 mil plantas ha⁻¹. Elevar a densidade de plantas tem sido uma forma de potencializar a produtividade de grãos de soja (KUSS et al., 2008), todavia com o aparecimento da ferrugem asiática, populações em torno de 350 mil plantas tem sido preferidas.

Ao final do ciclo de cada genótipo foram avaliados os componentes da produção de grãos, cujas médias encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5. Valores médios para comprimento de vagens verdes (CVV), comprimento de vagens secas (CVS), número de vagens por planta (NVP) e número de sementes por vagem (NSV) em diferentes genótipos de soja avaliados em baixa latitude, em Teresina – PI

GENÓTIPOS*	Comprimento (cm)		Vagens (un)	Sementes (un)
	CVV	CVS	NVP	NSV
BRS SAMBAÍBA	4,01 B	3,69 D	72,62 A	2,36 A
BRS CANDEIA	4,26 A	3,95 B	61,95 B	2,45 A
BRS 219BOA VISTA	4,21 A	3,66 D	77,32 A	2,29 A
BRS 271RR	3,65 C	3,55 D	83,50 A	2,40 A
114 BCR336F8	4,21 A	3,92 B	63,96 B	2,18 B
142 SOY94F5G	3,93 B	3,76 C	72,27 A	2,06 B
164 SOY94F5G	4,31 A	3,99 B	75,95 A	2,46 A
168 BCR1069X7RG	4,25 A	4,01 B	82,62 A	2,35 A
169 BCR1069X7RG	3,96 B	4,29 A	90,20 A	2,39 A
170 BCR1069X7RG	4,25 A	4,15 A	77,10 A	2,35 A
171 BCR1069X7RG	4,09 B	3,89 C	69,37 B	2,20 B
172 BCR1069X7RG	4,23 A	3,77 C	77,27 A	2,21 B
173 BCR1069X7RG	4,63 A	3,80 C	77,15 A	2,18 B
174 BCR1069X7RG	4,42 A	4,00 B	80,45 A	2,43 A
175 BCR1069X7RG	4,23 A	3,85 C	82,62 A	2,45 A
176 BCR1069X7RG	4,29 A	3,73 D	50,85 C	2,10 B
177 BCR1069X7RG	4,48 A	4,08 B	82,42 A	2,32 A
179 SOY24F5G	3,77 C	3,72 D	70,65 B	2,15 B
C.V %	9,87	5,14	2,96	6,93
Média Geral	4,18	3,84	74,90	2,30

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

Na característica comprimento de vagem verde (CVV) os genótipos também foram separados em grupos. Um grupo obteve comprimento médio de vagem verde entre 4,21 e 4,63 cm, englobando 12 genótipos, e outros dois grupos de comprimento inferior a 4 cm. Percebeu-se que, no comprimento de vagem secas (CVS) formaram-se cinco grupos, com destaque para dois deles. Um grupo, que teve apenas os genótipos 170 BCR1069X7RG (4,15 cm) e 169 BCR1069X7RG (4,29 cm). Os piores resultados foram obtidos pelas cultivares testemunhas BRS 271 RR (3,55 cm), BRS219 (Boa Vista) (3,66 cm), BRS Sambaíba (3,69 cm) e pelo genótipo 176 BCR1069X7RG (3,73 cm).

A formação de vagens pode ser prejudicada em razão da competição por assimilados com as vagens formadas mais cedo, e pode limitar fisicamente o tamanho potencial do

grão (NAVARRO JÚNIOR; COSTA, 2002). O tamanho das sementes, conforme Barbosa et al. (2010), influenciou na qualidade física e fisiológica das sementes da cultivar BRS Tracajá durante o armazenamento e as sementes maiores apresentaram maior peso de mil sementes.

Por ocasião da maturação, obtiveram-se o número médio de vagens por planta (NVP) e o de sementes por vagens (NSP) (Tabela 5). O componente de produção mais afetado foi o número de vagens por planta. Neste sentido, Xavier et al. (2008) observaram que os genótipos BRS Tracajá, Sambaíba e Babaçú não diferiram estatisticamente quanto ao número de vagem por planta. Porém neste experimento, a característica número de vagens por planta (NVP) apresentou média geral de 74,90 vagens, sendo os genótipos reunidos em três grupos. No primeiro grupo, sobressaiu-se o genótipo 169 BCR1069X7RG (90,20), embora estatisticamente igual a outros 12 genótipos.

Obteve-se neste experimento uma amplitude de 2,06 a 2,46 grãos por vagens, que resultou na formação de dois grupos (Tabela 5). Um deles, onde se sobressaiu o genótipo 164 SOY94F5G (2,46), que se igualou a outros 10 genótipos, e outro grupo, com sete genótipos. Em ensaio realizado por Pelúzio et al. (2002), trabalhando com níveis de desfolha e sua influência nos componentes de produção, os autores relatam que uma redução na disponibilidade de fotoassimilados para o enchimento das vagens pode provocar uma redução nessa característica, além da redução na produtividade de grãos, que pode ser consequência do abortamento de flores e de vagens e menor número de grãos por vagens. Neste experimento, não se observou redução nesta característica.

Na Tabela 6 são observados os valores médios de peso de 100 grãos (P100G) e índice de grãos (IG). Houve variação de 15,02 a 20,72 g nos valores encontrados no peso de 100 grãos, formando três grupos de genótipos: um grupo envolveu mais da metade dos genótipos, com média superior a 18,25 g por 100 grãos. As cultivares BRS Sambaíba e

BRS 219 (Boa Vista), e o genótipo 168 BCR1069X7RG, formaram o segundo grupo, com médias entre 16,76 a 17,57 g. O último grupo constituído pela cultivar BRS 271RR, atingiu o menor peso, com 15,02 g. Conforme resultados obtidos por Xavier et al. (2008), para a característica peso de 100 grãos, a cultivar Candeia apresentou um comportamento fenotípico superior, o qual resultou em aumento de produtividade de grãos.

Tabela 6. Valores médios de peso de 100 grãos (P100G) e índice de grão (IG) em diferentes genótipos de soja avaliados em baixa latitude, Teresina – PI

GENÓTIPOS*	P100G (g)	IG %
BRS SAMBAÍBA	17,31 B	3,71 A
BRS CANDEIA	19,28 A	3,38 B
BRS 219BOA VISTA	16,76 B	3,47 B
BRS 271RR	15,02 C	3,51 B
114 BCR336F8	18,81 A	3,44 B
179 SOY24F5G	19,89 A	3,23 B
142 SOY94F5G	19,67 A	3,57 B
164 SOY94F5G	19,70 A	2,89 B
168 BCR1069X7RG	17,57 B	3,74 A
169 BCR1069X7RG	19,20 A	3,23 B
170 BCR1069X7RG	18,29 A	3,94 A
171 BCR1069X7RG	19,73 A	4,00 A
172 BCR1069X7RG	19,14 A	3,30 B
173 BCR1069X7RG	18,90 A	3,79 A
174 BCR1069X7RG	20,72 A	3,94 A
175 BCR1069X7RG	19,50 A	3,67 A
176 BCR1069X7RG	19,13 A	3,78 A
177 BCR1069X7RG	19,22 A	4,04 A
C.V %	6,88	8,87
Média Geral	18,77	3,59

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

Quanto ao índice de grãos (IG) verificou-se a separação dos genótipos em dois grupos, ambos com metade dos genótipos, com amplitude de 2,89 a 4,04%. Um grupo obteve índice superior a 3,6%, destacando-se o genótipo 177 BCR1069X7RG, com 4,04%, e um outro inferior a 3,50%. Esta relação peso dos grãos e peso da vagem determina o tamanho da semente, sementes maiores apresentam maior peso.

Observou-se para a característica produtividade de grãos (PRODV), na Tabela 7, variação de 1.735,161 a 4.188,531 kg ha⁻¹ (28,91 a 69,80 sacas de 60 kg ha⁻¹), verificando-se a presença de cinco grupos.

Tabela 7. Valores médios de produtividade de grãos (PRODV) em diferentes genótipos de soja avaliados em baixa latitude, Teresina – PI

GENÓTIPOS*	PRODV (kg ha ⁻¹)
171 BCR1069X7RG	4.188,53 A
174 BCR1069X7RG	3.838,66 A
170 BCR1069X7RG	3.464,27 B
177 BCR1069X7RG	3.248,29 B
169 BCR1069X7RG	3.084,99 B
175 BCR1069X7RG	2.802,35 C
176 BCR1069X7RG	2.766,36 C
BRS 219 (BOA VISTA)	2.736,91 C
172 BCR1069X7RG	2.673,71 C
164 SOY94F5G	2.630,52 C
179 SOY24F5G	2.529,99 C
173 BCR1069X7RG	2.446,89 C
142 SOY94F5G	2.403,11 C
168 BCR1069X7RG	2.353,72 C
BRS SAMBAÍBA	2.352,66 C
114 BCR336F8	1.857,68 D
BRS CANDEIA	1.813,55 D
BRS 271RR	1.735,16 D
C.V %	13,21
Média Geral	2.718,19

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

Destaque para os genótipos 171 BCR1069X7RG e 174 BCR1069X7RG, que apresentaram as maiores médias de produtividade, 4.188,531 kg ha⁻¹ (69,80 sacas) e 3.838,667 kg ha⁻¹ (63,97 saca), respectivamente. Dos 18 genótipos avaliados 13 obtiveram produtividades abaixo de 3.000 kg ha⁻¹. Três genótipos: 114 BCR336F8, BRS CANDEIA e BRS 271RR apresentaram rendimento inferior a 1.857.68 kg ha⁻¹. Deve-se destacar que, as cultivares adotadas como testemunha não apresentaram os melhores rendimentos, e foram inferiores aos rendimentos dos melhores genótipos em competição.

Os dados de rendimento obtidos neste experimento foram superiores aos obtidos na safra 2008/2009 na região sul (2.355 kg ha⁻¹) e no Rio Grande do Sul (2.200 kg ha⁻¹) (CONAB, 2009). O Piauí, na safra 2007/2008, com uma área cultivada de 253.700 ha, alcançou produtividade média de 3.240 kg ha⁻¹ (CONAB, 2008).

Neste experimento, verificou-se que a variedade testemunha BRS Sambaíba atingiu uma produtividade de 2.352,66 kg ha⁻¹, superior as obtida por Dias et al. (2009) no Estado do Ceará: BRS Sambaíba (1.893,58 kg ha⁻¹), BRS Tracajá (1.882,87 kg ha⁻¹) e MA BR 97 1665 (1.725,72 kg ha⁻¹). Rezende e Carvalho (2007), estudando o comportamento de 45 cultivares, constataram que estas apresentaram produtividades satisfatórias, com destaque para Vencedora, Paiaguás, Aventis 2056-7, Monarca e FT 2000 com produção acima de 3.400 kg ha⁻¹. Neste experimento, ficam evidentes os níveis satisfatórios de produtividade, uma vez que vários genótipos apresentaram rendimentos iguais ou superiores aos observados em genótipos avaliados por Rezende e Carvalho (2007). Esses elevados níveis de produtividade têm garantido a competitividade da soja brasileira no mercado internacional.

Conclusões

1. Os genótipos 171 BCR1069X7RG, 174 BCR10697RG, 170 BCR1069X7RG, 177 BCR1069X7RG e 169BCR1069X7RG apresentaram-se bastante competitivos para as condições do experimento, todos superiores às testemunhas regionais.
2. A maioria dos genótipos avaliados foi classificada como de ciclos médio e tardio, quando comparada com as testemunhas regionais, tendo iniciado a floração em torno dos 50 dias após a germinação;
3. Todos os genótipos testados apresentaram-se resistentes ao acamamento.

Referência

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

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BASTO, E. A.; SILVA, C. O. **Zoneamento de risco climático para acultura da soja no Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte. 2007. 23 p (Série Documentos, 167).

BARBOSA, C. Z. R. et al. Qualidade de sementes de soja BRS Tracajá, colhidas em Roraima em função do tamanho no armazenamento. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 01, p. 73-80, 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 7º levantamento de grãos 2008/09 – abril/2009. Disponível em: <

http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/7_levantamento_abr2009.pdf>.

Acesso em: 09 jun. 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: grãos safra 2007/2008: décimo primeiro levantamento: agosto de 2008. Brasília: Conab, 2008. Disponível em:

http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/11_levantamento_out2008.pdf.

Acesso em: 23 set. 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, quarto levantamento, janeiro 2010/Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília, 2010. 39 p.

CRUZ, T. V. da et al. Crescimento e produtividade de soja em diferentes épocas de semeadura no oeste da Bahia. **Scientia Agraria**, v. 11, n. 01, p. 033-042, 2010.

DIAS, F. T. C. et al. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica para o caráter rendimento de grãos em cultivares de soja para o Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 1, p.129-134, 2009.

EMBRAPA SOJA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil – 2009/2010. Londrina: **Embrapa Soja**: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008.262p.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja**: região Central do Brasil, 2003. Londrina, 2003. 239p. 25

FARINHA, J. V. et al. Deposição da calda de pulverização em cultivares de soja no estádio R1. **Ciência Rural**, v. 39, n. 06, p. 1738-1744, 2009.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1981. (Special Report, 80). 12 p.

FERRARI, S. Development and yield of soybean plant spacing and growth regulator application of upswing. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, p. 365-371, 2008.

FONTENELE, W.; SALVIANO, A. A. C.; MOUSINHO, F. E. P. Atributos físicos de um Latossolo Amarelo sob sistemas de manejo no cerrado piauiense. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 02, p. 194-202, 2009.

GUIMARÃES, F. S. et al. Cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] para cultivo de verão na região de Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 04, p. 1099-1106, 2008.

KUSS, R. C. P. et al. Populações de plantas e estratégias de manejo de irrigação na cultura da soja. **Ciência Rural**, v. 38, n. 04, p.1133-1137, 2008.

LENZI, M.; ORTH, A. I. Fenologia reprodutiva, morfologia e biologia floral de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), em restinga da Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, v. 17, n. 02, p.67-89, 2004.

LIMA, F. R. et al. Interação genótipo-ambiente de soja convencional e transgênica resistente a glifosato, no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 06, p-729-736, 2008.

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

NAVARRO JÚNIOR, H. M.; COSTA, J. A. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 03, p. 269-274, 2002.

OLIVEIRA JÚNIOR, A.; PROCHNOW, L. I; KLEPKER, D. Eficiência agronômica de fosfato natural reativo na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 05, p.623-631, 2008.

PELÚZIO, J. M. et al. Influência do desfolhamento artificial no rendimento de grãos e componentes de produção da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência Agrotecnológica**, v. 26, n. 06, p. 1197-1203, 2002.

PORTO, W. S.; CARVALHO, C. G. P. de.; PINTO, R. J. B. Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 04, p. 491-499, 2007.

REZENDE, P. M. de; CARVALHO, E. de A. Avaliação de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] para o sul de Minas Gerais. **Ciência Agrotecnológica**, v. 31, n. 06, p. 1616-1623, 2007.

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

SISTEMA PARA ANÁLISES ESTATÍSTICAS. Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

STRECK, N. A. et al. Estimativa do plastocrono em cultivares de soja. **Bragantia**, v. 67, n. 01, p.67-73, 2008.

VALADÃO JÚNIOR, D. D. et al. Adubação fosfatada na cultura da soja em Rondônia. **Scientia Agraria**, v. 09, n. 03, p. 369-375, 2008.

XAVIER, T. F. et al. Comportamento fenotípico em casa-de-vegetação de cultivares de soja na região norte do Piauí. **Caatinga**, v. 21, n. 04, p.05-08, 2008.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil o desenvolvimento das pesquisas resultou em inúmeras manipulações de genes com a criação de variedades apropriadas para regiões distintas, objetivando a obtenção de uma cultivar ideal. Essa deve apresentar características agronômicas desejáveis como: alta produtividade, estabilidade de produção e ampla adaptabilidade e, conseqüentemente, com alto retorno econômico.

No Estado de Piauí a produção de soja tem importância ímpar, por viabilizar áreas dos Cerrados para a produção da cultura, gerando empregos e elevando a renda do produtor, além de melhorar a oferta de alimentos.

Nesta pesquisa a maioria dos genótipos avaliados está em fase de pré-lançamento, os quais, uma vez testados em anos subsequentes poderão, em um curto espaço de tempo, figurarem entre as variedades recomendadas para o Estado do Piauí.

5. ANEXOS

Nas Tabelas 1, a 3 encontram-se os resumos das análises de variâncias.

Tabela 1. Resumo das análises de variâncias de número de dias para a floração (NDF), número de dias para a maturação (NDM), período reprodutivo em dias (PR) e em porcentagem (PR%), dos genótipos de soja em baixa latitude, Teresina – PI

Fontes de variação	G.L.	Q.M.			
		NDF	NDM	(PR)	(% PR)
Genótipo	17	49,83**	297,70**	80,94**	50,50**
Bloco	3	4,68	10,03	2,83	0,12
Erro	51	5,40	3,39	9,27	5,28
C.V. (%)	-	4,62	1,55	5,16	4,85

** - Indica nível de significância a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2. Resumo das análises de variâncias para altura de plantas na floração (APF), altura de plantas na maturação (APM) e altura de primeira vagem (APV) dos genótipos de soja sob baixa latitude, Teresina – PI

Fontes de variação	G.L.	Q.M.		
		APF	APM	APV
Genótipo	17	52,52**	73,37	8,63**
Bloco	3	99,38	160,43	0,91
Erro	51	18,52	23,03	0,95
C.V. (%)	-	8,82	9,25	12,15

** - Indica nível de significância a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3. Resumo das análises de variâncias para o número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens verdes (CVV), comprimento de vagens secas (CVS), número de sementes por vagem (NSV), peso de 100 grãos (P100G), produtividade dos grãos (PRODV) e índice de grão (IG) dos genótipos de soja sob baixa latitude, UFPI, Teresina – PI

Fontes de variação	G.L.	Q.M.						
		NVP	CVV	CVS	NSV	P100G	PROD	IG
Genótipo	17	344,38**	0,23**	0,14**	0,65**	7,28**	1743272,0**	0,39**
Bloco	3	35,13	0,11	0,13	0,70	4,98	163902,9	0,18
Erro	51	54,69	0,46	0,13	0,25	1,67	129001,1	0,10
C.V. (%)	-	9,87	5,14	2,96	6,93	6,88	13,21	8,87

** - Indica nível de significância a 5% de probabilidade pelo teste F.

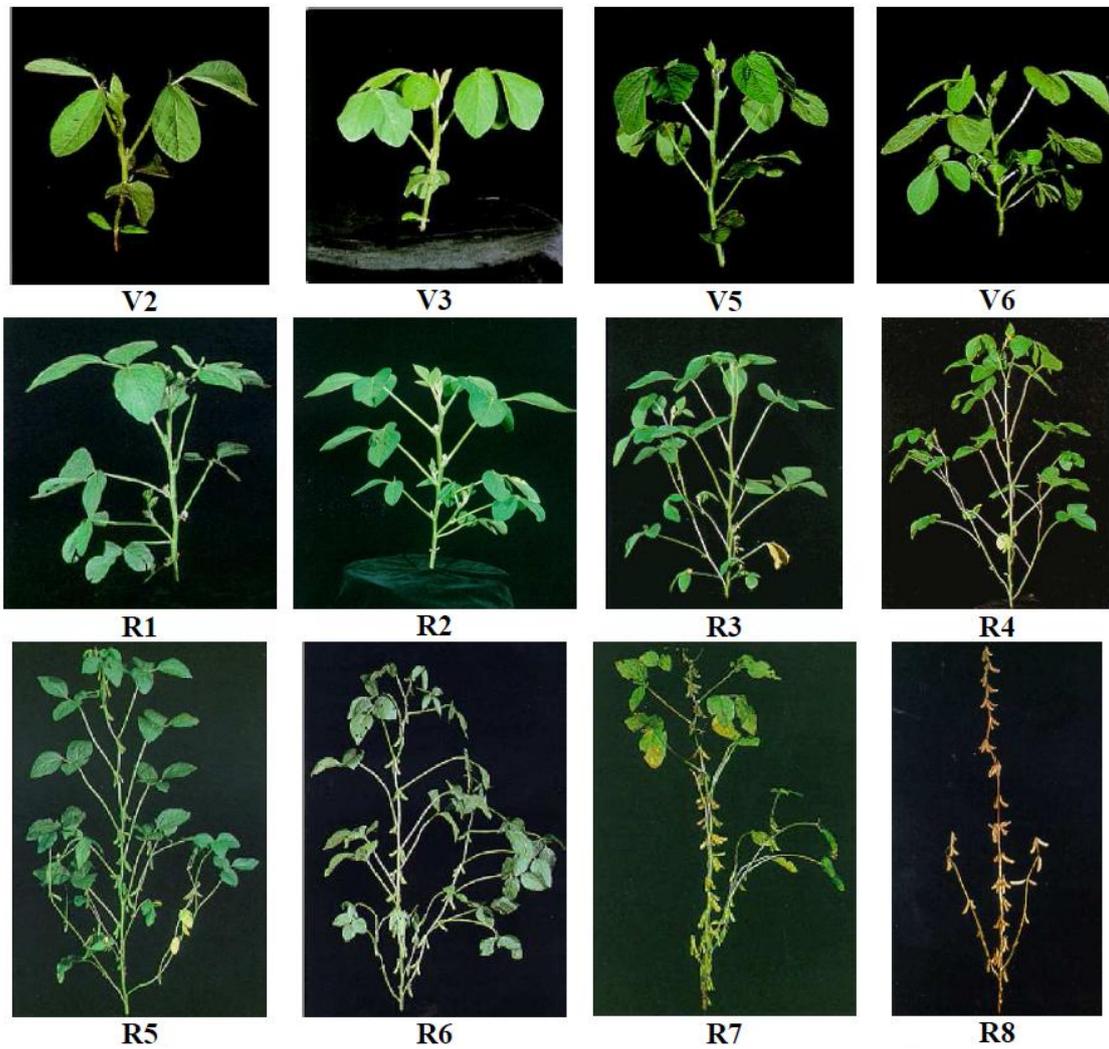


FIGURA 1. Planta da soja em estádios vegetativos e reprodutivos. Fonte: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato – ABPPF (2004).