

CARACTERES AGRONÔMICOS DE CINCO GENÓTIPOS DE
GIRASSOL (*Helianthus annuus* L.) AVALIADOS EM CAMPOS DOS
GOYTACAZES – RJ

MAX LACERDA RIBAS

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY
RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2009

CARACTERES AGRONÔMICOS DE CINCO GENÓTIPOS DE
GIRASSOL (*Helianthus annuus* L.) AVALIADOS EM CAMPOS DOS
GOYTACAZES – RJ

MAX LACERDA RIBAS

Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da
Universidade Estadual do Norte
Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestre em Produção Vegetal

Orientador: Prof. Geraldo de Amaral Gravina

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2009

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCTA / UENF** 078/2009

Ribas, Max Lacerda

Caracteres agronômicos de cinco genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.) avaliados em Campos dos Goytacazes - RJ / Max Lacerda Ribas. – 2009.

58 f. : il.

Orientador: Geraldo de Amaral Gravina

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2009.

Bibliografia: f. 52 – 58.

1. *Helianthus annuus* 2. Girassol 3. Genótipos 4. Avaliação 5. Caracteres I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD – 633.85

CARACTERES AGRONÔMICOS DE CINCO GENÓTIPOS DE
GIRASSOL (*Helianthus annuus* L.) AVALIADOS EM CAMPOS DOS
GOYTACAZES – RJ

MAX LACERDA RIBAS

Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da
Universidade Estadual do Norte
Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestre em Produção Vegetal

Aprovada em 16 de fevereiro de 2009

Comissão examinadora

Prof. Luiz de Moraes Rêgo Filho (D.Sc., Produção Vegetal) – PESAGRO

Prof. Silvério de Paiva Freitas (D.Sc., Fitotecnia) – UENF

Prof. Henrique Duarte Vieira (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

Prof. Geraldo de Amaral Gravina (D.Sc., Fitotecnia) – UENF
(Orientador)

“Não há um caminho para a felicidade.

A felicidade é o caminho”.

(Gandhi)

Aos meus pais, Alceiza e Herbert,
dedico este trabalho.

AGRADECIMENTO

A Deus por me dar forças sempre;

Ao meu orientador Geraldo de Amaral Gravina pela grande dedicação e contribuição na minha caminhada como pesquisador;

Ao meu co-orientador Luiz de Moraes Rêgo Filho da PESAGRO-RIO pela aposta que fez em mim;

Ao meu conselheiro Rogério Figueiredo Daher pelas dúvidas importantes sempre muito bem esclarecidas;

Aos membros da banca de defesa pela valiosa presença e contribuição no meu crescimento profissional;

A Estação Experimental de Campos dos Goytacazes da PESAGRO-RIO, em especial aos pesquisadores Lenício José Ribeiro, José Márcio Ferreira, Wander Eustáquio de Bastos Andrade e Silvino Amorim Neto;

Ao professor de Estatística José Tarcísio Lima Thiebaut pelos valiosos conselhos durante e após as aulas da disciplina;

Aos grandes amigos e amigas do Laboratório de Estatística, do Mestrado e do curso de Agronomia pelos momentos de descontração;

A UENF pelo curso de pós-graduação e pela excelente qualidade do ensino e preparo dos professores;

Ao CNPq por tornar esse sonho possível através do financiamento com a bolsa de Mestrado.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Aspectos morfológicos	4
2.2. Aspectos agronômicos	5
2.3. Aspectos econômicos	7
2.3.1. Produção mundial	8
2.3.2. Produção nacional	13
2.4. Aspectos alimentares	21
2.5. Aspectos energéticos	23
2.6. Pesquisas	30
3. OBJETIVO	32
4. MATERIAL E MÉTODOS	33
4.1. Condições experimentais	33
4.2. Variáveis avaliadas	34
4.3. Análise estatística	36

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1. Análise estatística	39
5.2. Caracteres fenológicos	39
5.3. Caracteres produtivos	42
5.4. Caracteres morfológicos	47
6. RESUMO E CONCLUSÕES	51
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

RESUMO

RIBAS, Max Lacerda. M.Sc. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Fevereiro de 2009. Caracteres agronômicos de cinco genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.) avaliados em Campos dos Goytacazes – RJ. Orientador: Geraldo de Amaral Gravina. Co-orientador: Luiz de Moraes Rêgo Filho. Conselheiro: Rogério Figueiredo Daher.

O girassol é uma cultura oleaginosa que apresenta características agronômicas importantes, como maior resistência à seca, ao frio e ao calor que a maioria das espécies normalmente cultivadas no Brasil. A cultura apresenta-se como uma opção nos sistemas de rotação e sucessão de culturas nas regiões produtoras de grãos, podendo contribuir significativamente como opção para o emergente mercado dos biocombustíveis, como o biodiesel. Este trabalho teve como objetivo avaliar os caracteres agronômicos de cinco genótipos de girassol, sendo duas variedades (Catissol 01 e Embrapa 122 V2000) e três híbridos (Helio 250, 251, 358) semeados em um cambissolo no município de Campos dos Goytacazes-RJ, visando à detecção de materiais superiores que possam ser recomendados aos agricultores locais para cultivo. Foram avaliados altura da planta, diâmetro basal do caule, diâmetro do capítulo, peso de 1.000 grãos, produtividade de grãos, teor de óleo, rendimento de óleo, umidade dos grãos, percentual de casca, período da germinação ao início do botão floral, período da germinação ao florescimento pleno e ciclo da planta. Não foram detectadas diferenças estatísticas entre os genótipos, dessa forma, nas condições de realização do experimento os genótipos de girassol avaliados apresentaram o

mesmo potencial produtivo. O rendimento médio de grãos observado foi de 2,16 Mg.ha⁻¹, comparável à média da rede de ensaios nacionais da EMBRAPA. O teor de óleo médio nos grãos foi de 45,7%, resultando em um rendimento de óleo de 0,98 Mg.ha⁻¹. A época de semeadura adotada neste experimento promoveu o melhor rendimento para a cultura em Campos dos Goytacazes, até o presente momento.

Palavras-chave: *Helianthus annuus*, girassol, genótipos, avaliação, caracteres.

ABSTRACT

RIBAS, Max Lacerda. M.Sc. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. February, 2009. Agronomic characters of five sunflower genotypes (*Helianthus annuus* L.) evaluated in Campos dos Goytacazes – RJ. Advisor: Geraldo de Amaral Gravina. Co-advisor: Luiz de Moraes Rêgo Filho. Committee Member: Rogério Figueiredo Daher.

The sunflower is an oil crop that presents important agronomic traits, such as resistance to drought, cold, and heat greater than that of the majority species usually cultivated in Brazil. It represents a good option for crop rotation and crop succession systems in the grain-producing regions, and it can contribute significantly as an option for the emerging market of biofuels, such as the biodiesel. This study aimed to evaluate the agronomic traits in five sunflower genotypes: two varieties (Catissol 01 and Embrapa 122 V2000) and three hybrids (Helio 250, 251, 358) seeded in a cambisol in the city of Campos dos Goytacazes-RJ, focusing on the detection of superior materials that can be recommended to local farmers for cultivation. Were evaluated plant height, stem basal diameter, flower diameter, 1,000 grains weight, grain yield, oil content, oil yield, grain moisture, husk percentage, time from germination to the flower bud initiation, period from germination to full flowering and the plant cycle. No statistical differences were detected among genotypes thus, under the conditions of the experiment, the five sunflower genotypes showed the same yield potential. The average yield was $2.16 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, similar to the average from the national essay network of EMBRAPA. The average oil content of the grains was 45.7%, resulting

in an oil yield of 0.98 Mg.ha⁻¹. Planting dates used in this experiment allowed the best yield for the crop in Campos dos Goytacazes, up to now.

Key-words: *Helianthus annuus*, sunflower, genotypes, evaluation, characters.

1. INTRODUÇÃO

A planta de girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma oleaginosa de ciclo anual, originária do continente Norte Americano, que atualmente é cultivada em todos os continentes em área que atinge aproximadamente 24 milhões de hectares. Destaca-se, mundialmente, como quinta oleaginosa em produção de grãos e entre as quatro principais culturas produtoras de óleo comestível.

É uma cultura que apresenta importantes características agrônômicas, como elevado teor de óleo nos grãos e maior tolerância à seca, ao frio e ao calor que a maioria das espécies normalmente cultivadas. Apresenta ainda ampla adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas e seu rendimento é pouco influenciado pela latitude, pela altitude e pelo fotoperíodo (EMBRAPA, 2000).

Segundo Domingos et al. (2004), o óleo bruto de girassol pode ser considerado uma matéria-prima de fácil obtenção quando comparado à soja justamente porque a cultura apresenta altos teores de óleo vegetal, da ordem de 40 a 54%. Isto permite que a extração do óleo seja realizada por um simples processo mecânico, com a concomitante obtenção de uma torta de excelente valor nutricional.

O teor de óleo nos grãos do girassol é de suma importância para a viabilidade da produção inserida no atual mercado de biodiesel. As indústrias de óleo, ao comprarem os grãos dos produtores, operam com sistemas de bonificações ou descontos para lotes de grãos respectivamente acima ou abaixo de 40% de matéria graxa (Freitas, 2000).

Após o processamento de um megagrama de grãos de girassol são produzidos, em média, 400 kg de óleo de excelente qualidade, 250 kg de casca e 350 kg de torta, com 45% a 50% de proteína bruta, sendo este subproduto basicamente aproveitado na produção de ração animal, em misturas com outras fontes de proteína (EMBRAPA, 2000).

O óleo de girassol, após sua extração, comumente presta-se a duas finalidades: alimentar e energética. No preparo dos alimentos, de acordo com Mandarino (2005), o óleo de girassol possui grande valor como alimento funcional devido à presença de compostos especiais, tais como ácidos graxos poliinsaturados, sendo também rico em ácido linoléico, um ácido graxo insaturado considerado essencial à saúde humana.

O óleo de girassol possui total aptidão para uso como fonte de energia pois, para Gazzoni (2005), pode-se obter biocombustíveis a partir de óleos vegetais ou gorduras animais por qualquer rota tecnológica (transesterificação, pirólise ou óleo sem transformação).

O biodiesel é um combustível alternativo ao diesel de petróleo que pode ser produzido a partir de fontes renováveis tais como óleos vegetais e gorduras animais, sendo definido quimicamente como ésteres monoalquílicos de ácidos graxos. Estes podem ser obtidos, por exemplo, através da transesterificação de matérias graxas com alcoóis de cadeia curta, como metanol ou etanol, na presença de um catalisador ácido ou básico (Ramos & Zagonel, 2001). Os primeiros trabalhos relacionados à produção biodiesel no Brasil foram realizados no Ceará em 1979, tendo sido lançado com o nome de Prodiesel (Alves et al., 2004).

O recente crescimento do uso deste biocombustível tem várias justificativas, sejam ambientais, econômicas ou sociais. As vantagens ambientais que justificam seu uso vêm de duas possíveis fontes: a possível diminuição das emissões de gases ou partículas prejudiciais à saúde humana ou ao meio ambiente (monóxido de carbono, hidrocarbonetos e óxidos de enxofre e nitrogênio), e a diminuição das emissões dos gases do “efeito estufa” (principalmente o dióxido de carbono) (Urquiaga et al., 2004).

Outro aspecto a ser levado em consideração, é que os biocombustíveis trazem uma oportunidade de inserção social, principalmente no segmento de agricultura familiar, sendo este o contexto social em que culturas oleaginosas,

como a do girassol, vêm sendo estudadas no país para fornecimento de óleo à produção do biodiesel (Rêgo Filho et al., 2005).

No trabalho de Silva (2005) o óleo bruto de girassol mostrou-se viável a produção de biodiesel, no qual a correta dosagem do catalisador e dos reagentes propiciou teores ótimos de éster etílico.

Domingos et al. (2004) classificaram o óleo de girassol como uma excelente matéria-prima para produção de biodiesel em unidades de pequeno porte. Realmente, para Câmara dos Deputados (2003), ao se aproveitar a adaptabilidade do girassol nas diversas regiões brasileiras para produção de biodiesel, ameniza-se o déficit energético do país e promove-se o avanço tecnológico, a inclusão social e o desenvolvimento sustentável, uma vez que nas diretrizes do governo federal dá-se ênfase ao pequeno produtor.

Segundo Castro & Farias (2005), atualmente sabe-se que grande parte do território brasileiro é considerada apta para a cultura do girassol por apresentar condições favoráveis ao seu desenvolvimento, havendo potencial para o cultivo desde o Rio Grande do Sul ao estado de Roraima.

Pela abrangência do território nacional apto a receber a cultura, a hipótese do presente trabalho é de que essa oleaginosa possua potencial para cultivo no município de Campos dos Goytacazes-RJ, Região Norte Fluminense, restando, contudo, definir as cultivares mais apropriadas às condições do município e as épocas mais adequadas para plantio.

Uma boa utilização do girassol no município seria em sucessão à cana-de-açúcar, que é utilizada em larga escala na região como cultura principal no sistema de monocultura. Entretanto, em todo o Estado do Rio de Janeiro, ainda há grande carência de resultados que permitam indicar, com segurança, híbridos e/ou cultivares de girassol aos agricultores.

O objetivo deste estudo foi contribuir com resultados por meio da avaliação, no município de Campos dos Goytacazes-RJ, de cinco genótipos de girassol quanto ao rendimento de grãos, óleo e os principais componentes de rendimento correlacionados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos morfológicos

A planta de girassol possui sistema radicular pivotante associado a um grande número de raízes secundárias que, sob condições adequadas, pode atingir cerca de dois metros de profundidade (Jones, 1984; Cox & Jolliff, 1986). Entretanto, por volta de 80% a 90% das raízes secundárias encontram-se entre 10 e 15 cm de profundidade (Merrien, 1992; Izquierdo et al., 2000).

O caule é herbáceo, cilíndrico e altamente pubescente, com crescimento vigoroso, principalmente aos 30 dias após a emergência das plântulas. Possui interior aquoso e esponjoso que evolui para oco e quebradiço na maturação. Nas culturas comerciais o caule do girassol não se ramifica, apresentando diâmetro médio de quatro centímetros (variando de um a oito centímetros), e altura média de 1,60 m, embora sejam encontrados caules com alturas entre 0,7 e 4,0 m (Castro & Farias, 2005; EMBRAPA, 2007).

Geralmente as plantas de girassol possuem 20 a 40 folhas cordiformes, pecioladas e com grande número de tricomas, principalmente na face abaxial. Apresenta filotaxia oposta no período vegetativo, que gradualmente evolui para arranjo em espiral com filotaxia alternada (Castro & Farias, 2005). Essa mudança na filotaxia da planta indica a transição do estágio vegetativo para o reprodutivo,

período que também é marcado pela diferenciação do botão floral (Merrien, 1992).

A inflorescência do girassol, conhecida como capítulo, forma-se na parte superior do caule. Constitui-se de um receptáculo discóide rodeado por um involúcro de brácteas que condensa dois tipos de flores sésseis na sua parte frontal. As flores liguladas são estéreis, geralmente de cor amarela e situam-se na parte marginal do capítulo com a função de atrair polinizadores. As flores tubulares, que dão origem aos aquênios, são férteis e ocupam todo o espaço central do capítulo, sendo delimitadas pelas flores liguladas (Castro & Farias, 2005). O número de flores férteis normalmente varia conforme o genótipo e o ambiente, podendo oscilar entre 1.000 a 4.000 por capítulo (Weiss, 1983).

O grão do girassol é um aquênio, um pseudofruto seco, indeiscente, que possui uma só semente (Esau, 1974). O pericarpo do aquênio é a casca fibrosa que envolve a semente, conhecida como amêndoa. É na amêndoa que se encontra grande concentração de óleo e proteínas (Castro & Farias, 2005).

Nos genótipos comerciais, o peso de 1.000 aquênios varia de 30 a 60 g, e a média do número de aquênios encontrados por capítulo pode variar entre 800 e 1.700 (EMBRAPA, 2000).

A relação casca/amêndoa do grão afeta consideravelmente o teor de óleo, de modo que aquênios com a casca grossa e espaço interno com regiões vazias decorrentes de uma amêndoa proporcionalmente pequena possuem menor teor de óleo do que a condição oposta (Castro & Farias, 2005).

De uma forma ou de outra, essa relação é uma característica do genótipo, embora possa ser seriamente modificada por um mau enchimento de aquênios, pois independente do enchimento dos mesmos, o pericarpo se forma dando origem a grãos chochos (Seiler, 1997). Segundo Weiss (1983), sementes claras ou claras e estriadas estão associadas a menores teores de óleo, e sementes escuras ou escuras estriadas estão associadas a maiores teores de óleo.

2.2. Aspectos agronômicos

Trabalhos recentes sugerem que os girassóis modernos, que hoje se conhece na agricultura comercial, derivam de uma rede genética extremamente restrita, ou seja, surgiram todos de uma única domesticação, e não da

domesticação de diversas plantas de forma independente como se acreditava antes. O seu centro de origem é provavelmente o México, como parece indicar uma descoberta feita em Tabasco no México (Lentz et al. 2001) e também alguns estudos anteriores (Putt, 1997).

A espécie *Helianthus annuus* L. atualmente está classificada botanicamente do seguinte modo: classe Magnoliopsidae; ordem Asterales; família Asteraceae, a maior família da divisão Angiospermae segundo Joly (1993); subfamília Asteroideae e tribo Heliantheae (Castro & Farias, 2005).

O sistema radicular pivotante do girassol é bastante ramificado e não havendo impedimentos químicos ou físicos, explora grande profundidade de solo, absorvendo água e nutrientes onde outras plantas normalmente não alcançam (EMBRAPA, 2000).

As necessidades hídricas do girassol, na maioria dos casos, situam-se entre 400 a 500 mm de água bem distribuídos durante o ciclo. A necessidade de água aumenta ao longo do desenvolvimento da cultura, até atingir o seu pico na fase de floração e enchimento de grãos, decrescendo após esse período até a maturação fisiológica (Castro & Farias, 2005).

Apesar de ser considerado tolerante à seca, verifica-se que o déficit hídrico é o principal fator limitante para a produção da cultura quando a fertilidade do solo não se encontra comprometida, podendo reduzir drasticamente a produção de grãos. O semeio da cultura exige disponibilidade de água para que haja uniformidade na germinação e emergência das plântulas. No desenvolvimento da cultura o período mais sensível ao déficit hídrico situa-se entre 10 a 15 dias antes do início do florescimento e 10 a 15 dias após o final da floração (Boyer, 1982; Castro et al., 1996; Castro & Farias, 2005).

Em solos com aeração e disponibilidade hídrica normais, a temperatura é o principal fator limitante à germinação da semente de girassol. Em temperaturas abaixo de 3 a 4 °C a germinação é inibida, crescendo exponencialmente em temperaturas acima deste limite até estabilizar-se entre 6 e 23 °C. Acima de 25 °C a germinação decresce rapidamente, sendo levemente inibida entre 37 e 40 °C (Macchia et al., 1985; Gay et al. 1991) e totalmente inibida a temperaturas superiores a 45 °C (Corbineau et al., 2002).

O girassol é classificado como uma planta insensível ao fotoperíodo, sendo seu ciclo produtivo regulado pelo acúmulo de graus dias. A duração desse

ciclo pode variar entre 90 e 130 dias, dependendo da cultivar, da época de semeadura e das condições edafoclimáticas características de cada região e ano (Castro & Farias, 2005).

Estudos conduzidos sob condições controladas indicam que a temperatura ótima para desenvolvimento do girassol encontra-se na faixa entre 27 e 28 °C (Warren-Wilson, 1966; Robinson, 1978; Unger, 1990). Entretanto, a cultura pode desenvolver-se sob temperaturas entre 8 e 34 °C sem que se verifique queda significativa na produção, indicando que a planta está adaptada para condições de grande amplitude térmica, como é o caso de dias quentes e noites frias (Weiss, 1983).

Segundo EMBRAPA (2000), embora o girassol seja considerado uma planta rústica e que se adapta bem a vários tipos de solo, o mais correto é dar preferência aos solos corrigidos (pH entre 5,2 a 6,4 em CaCl_2), profundos, férteis, planos e bem drenados. Tais características da área de cultivo possibilitam melhor desenvolvimento e expansão do sistema radicular, promovendo a exploração de maior volume de solo, maior resistência à seca e ao tombamento, maior absorção de água e nutrientes e, conseqüentemente, maior rendimento.

A correção da acidez, além da adequação dos teores de elementos tóxicos, principalmente alumínio e manganês, promove a elevação do pH do solo, aumentando a disponibilidade de fósforo, cálcio, magnésio e molibdênio para as plantas (EMBRAPA, 2000).

Quando semeado em solo com pH menor que 5,2 (CaCl_2) o girassol geralmente apresenta sintomas de toxidez. Nessas condições o crescimento do girassol é drasticamente afetado pela restrição ao desenvolvimento do sistema radicular, diminuindo, conseqüentemente, a resistência à seca e ao acamamento, comprometendo severamente o efeito da adubação e aumentando, assim, a incidência de doenças e outros fatores deletérios para a cultura que levam, finalmente, à redução da produção de grãos (EMBRAPA, 2000).

Em solos compactados, o sistema radicular do girassol tem seu crescimento em profundidade inibido devido à baixa capacidade de penetração (EMBRAPA, 2000).

2.3. Aspectos econômicos

2.3.1. Produção mundial

O processamento de matérias-primas oleaginosas em nível mundial normalmente produz dois grandes grupos de derivados: farelos e óleos. Tais derivados, por sua vez, são utilizados como insumos na elaboração de muitos outros produtos nos diversos setores da indústria (Lazarotto et al., 2005).

De acordo com a Tabela 1, a produção mundial de girassol, estimada em 27,9 Tg de grãos na safra de 2007/2008 (das quais 88,5% foram processadas sob a forma de esmagamento), corresponde a 7,1% do total de matérias-primas oleaginosas no mundo.

Na produção de farelos, o girassol respondeu por 4,8% do total produzido no mundo, com 10,9 Tg.

Contudo, a produção mundial de óleo de girassol correspondeu a 7,9% do total, com 10,1 Tg, mesmo após a inclusão do óleo da polpa da palma (o óleo vegetal mais produzido no mundo) na Tabela 1. No caso hipotético de não contabilizar-se a matéria-prima “polpa da palma” na tabela em questão, o girassol responderia por 11,6% do total de óleos vegetais produzidos no mundo.

A relação farelo/óleo (Tabela 1) indica que são gerados, em média, aproximadamente 1,1 Mg de farelo de girassol para cada megagrama de óleo produzida. Por outro lado, para cada megagrama de óleo de soja ser produzido, 4,2 Mg de farelo são gerados. Isto demonstra que o girassol possui rendimento de óleo quase três vezes maior que a cultura da soja, que possui um maior rendimento em farelo protéico (Lazarotto et al., 2005).

Conforme a Figura 1, a área plantada com girassol no mundo, que era de 18,6 Mha em 1994, aumentou para 24,2 Mha em 2008 (aumento de 30% no período).

Acompanhando o aumento da área, a produção mundial de girassol aumentou de 23,3 Tg em 1994 para 29,8 Tg no ano de 2008, totalizando um aumento de 28% no período (Figura 2).

Contudo, observa-se que a média mundial de produtividade da cultura apresentou uma ligeira queda no mesmo período, passando de 1,25 Mg.ha⁻¹ no ano de 1994 para 1,23 Mg.ha⁻¹ (queda de 1,8%) no ano de 2008 (Figura 3).

Embora a área e a produção de girassol tenham aumentado no período de 1994 a 2008, a análise das variações percentuais das Figuras 1, 2 e 3 mostra

Tabela 1 - Produção mundial de oleaginosas e derivados no mercado de "commodities" - 2007/08*

Produto	Matéria-prima		Farelo		Óleo		Relação farelo/óleo
	milhões de t	%	milhões de t	%	milhões de t	%	
Amendoim	33,2	8,5	5,9	2,6	5,0	3,8	1,2
Caroço de Algodão	45,7	11,7	15,4	6,7	4,9	3,8	3,2
Coco	5,4	1,4	1,7	0,8	3,3	2,6	0,5
Colza (Canola)	47,6	12,2	27,0	11,8	18,0	14,0	1,5
Girassol	27,9	7,1	10,9	4,8	10,1	7,9	1,1
Oliva	-	-	-	-	3,0	2,4	-
Palma** (Polpa)	-	-	-	-	41,1	32,0	-
Palma (Semente)	11,1	2,8	5,7	2,5	4,9	3,8	1,2
Soja	220,0	56,3	161,7	70,8	38,3	29,8	4,2
MUNDO	390,8	100	228,3	100	128,6	100	1,8

*. Estimado em Abril de 2008. **. A polpa de Palma não é comercializada como "commodity" devido a dificuldades no transporte decorrentes da rápida deterioração que sofre após a colheita.

Fonte: adaptado pelo autor a partir de FAS/USDA (2008)

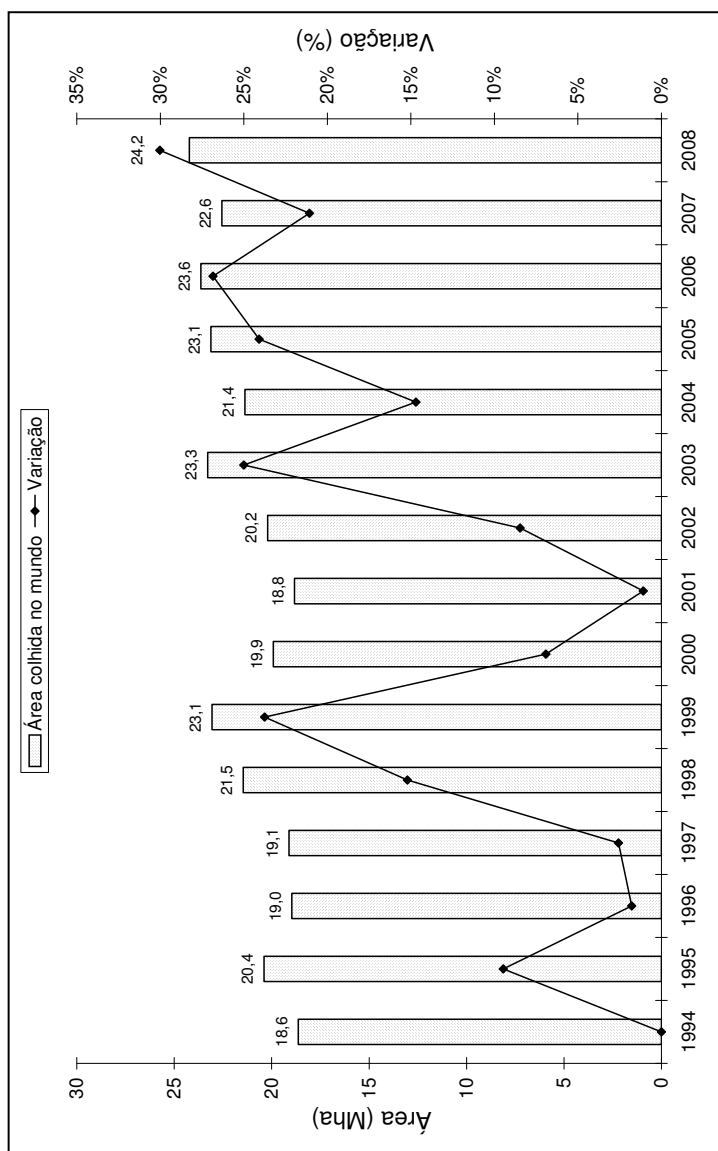


Figura 1. Evolução da área colhida com girassol no mundo entre os anos de 1994 e 2008 e sua variação percentual em relação ao ano de 1994. Fonte: adaptado pelo autor a partir de FAPRI (2008) e FAS/USDA (2008).

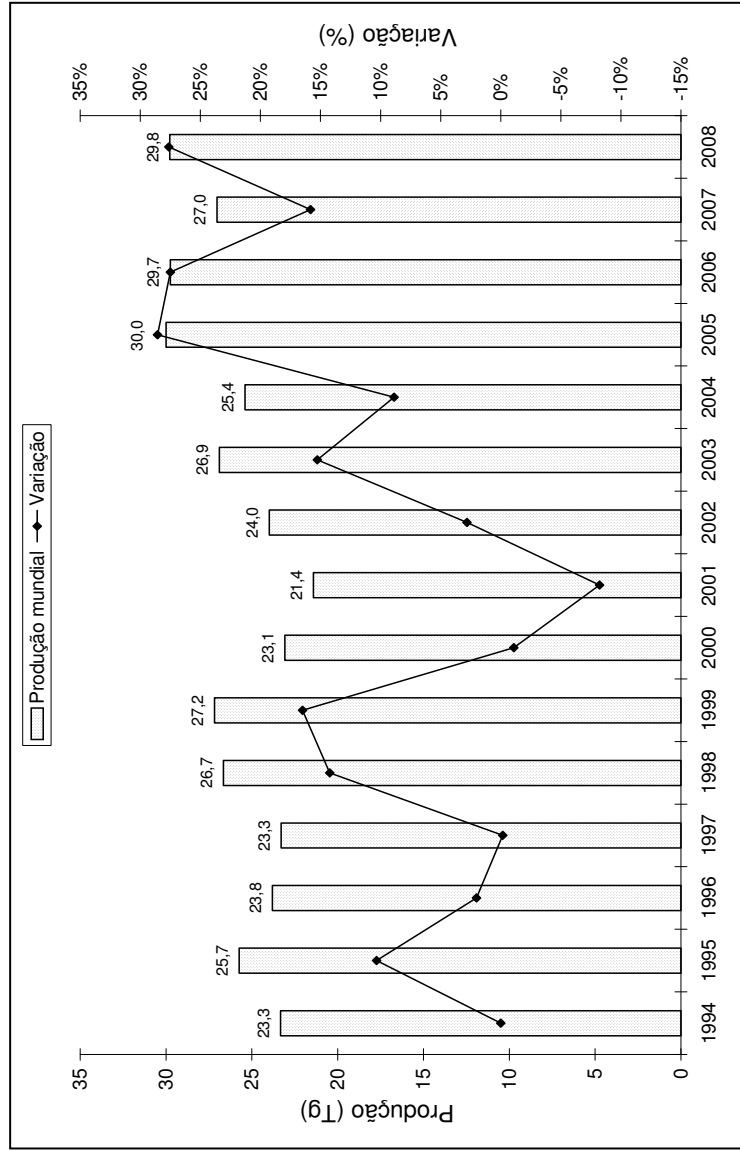


Figura 2. Evolução da produção mundial de girassol entre os anos de 1994 e 2008 e sua variação percentual em relação ao ano de 1994. Fonte: adaptado pelo autor a partir de FAPRI (2008) e FAS/USDA (2008).

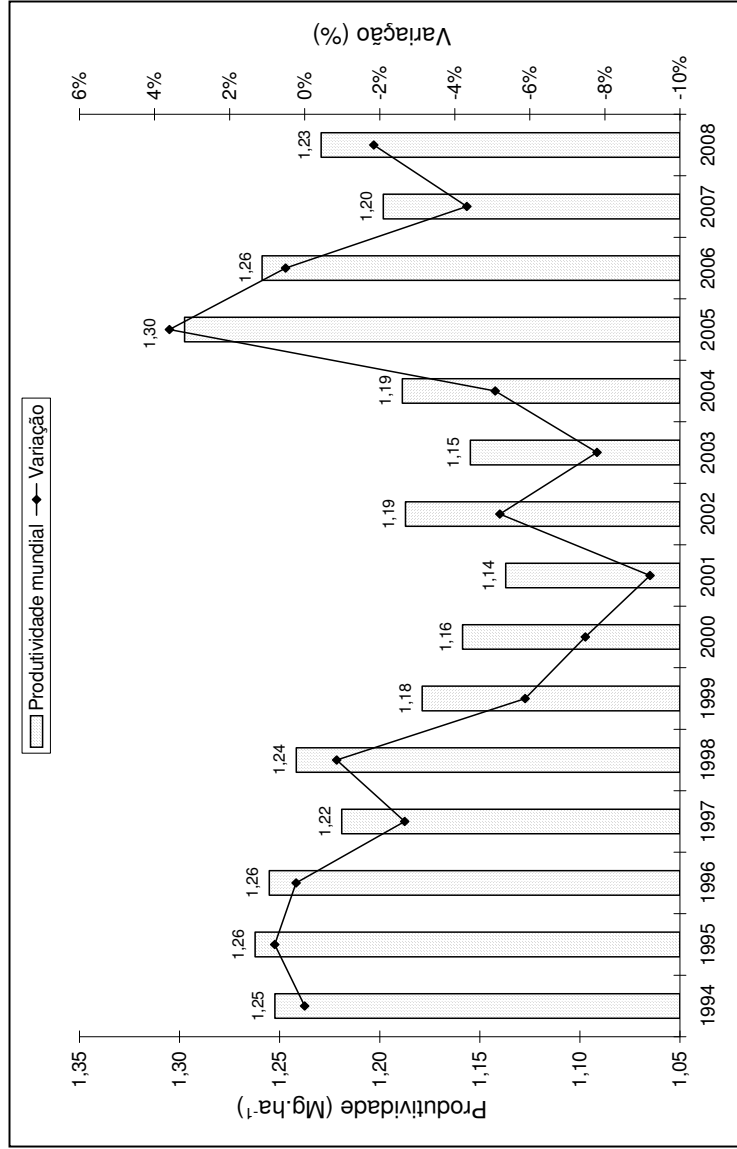


Figura 3. Evolução da produtividade média mundial de girassol entre os anos de 1994 e 2008 e sua variação percentual em relação ao ano de 1994. Fonte: adaptado pelo autor a partir de FAPRI (2008) e FAS/USDA (2008).

que o ano de 2001 foi um dos piores anos para a cultura do girassol no mundo no período estudado. Nesse ano ocorreu a maior queda de produtividade do período (queda de 9,2%) e conseqüentemente de produção (queda de 8,2%). Também em 2001 observou-se a menor área plantada desde 1994, com crescimento de apenas 1,1% em relação ao citado ano.

A recuperação da produção mundial de girassol a partir do ano de 2001 foi extremamente importante para o crescimento do agronegócio da cultura observado atualmente no mundo.

Lazzarotto et al. (2005) destacam que a queda de produtividade observada no período de 2001 esteve associada basicamente a três fatores: 1) nos principais países produtores (principalmente Argentina) houve deslocamento da produção para áreas marginais de baixa fertilidade em decorrência da expansão da cultura da soja, considerada mais vantajosa economicamente; 2) em importantes países produtores, tais como Rússia e Ucrânia, houve a expansão da cultura para áreas deficientes em fertilidade e/ou com dificuldades tecnológicas na produção, razão da baixa produtividade atual desses países; 3) outros fatores desfavoráveis tais como: questões de mercado, oferta e demanda, preços e custos de produção.

Atualmente os principais produtores de girassol do mundo são a Comunidade dos Estados Independentes (Rússia e Ucrânia), União Européia (principalmente França, Hungria e Espanha), Argentina, China e Estados Unidos.

Pela Tabela 2 conclui-se que juntos estes países participaram com cerca de 84% da produção mundial em 2008, ano em que a Comunidade dos Estados Independentes (CEI) figurou como o maior produtor mundial de girassol em grão, farelo e óleo, com participação de aproximadamente 39% em toda produção mundial de girassol em grão.

Entretanto, observa-se que a CEI registrou a menor produtividade média dentre os principais produtores citados, produzindo em média $1,14 \text{ Mg.ha}^{-1}$ no ano de 2008. Nesse mesmo ano, a maior produtividade dentre os principais produtores mundiais, foi registrada na China, onde foram produzidos, em média, $1,88 \text{ Mg.ha}^{-1}$ (Tabela 2).

2.3.2. Produção nacional

Tabela 2 - Produção mundial de girassol e derivados - 2008

Local	Grãos						Derivados			
	Área colhida		Produção		Produtividade		Farelo		Óleo	
	milhões de ha	%	milhões de t	%	t/ha	%	milhões de t	%	milhões de t	
CEI*	10,1	41,5	11,5	38,6	1,14	79,9	3,0	30,9	4,4	49,0
UE**	3,9	16,2	5,9	19,7	1,50	104,7	4,1	42,2	2,2	24,3
Argentina	2,7	11,1	4,5	15,2	1,68	117,4	1,8	18,9	1,8	20,1
China	0,9	3,8	1,7	5,9	1,88	131,1	0,4	4,4	0,3	3,4
EUA	0,8	3,4	1,3	4,2	1,54	107,9	0,3	3,5	0,3	3,2
Outros	5,8	24,0	4,9	16,5	0,84	59,0	2,0	20,4	1,8	19,7
MUNDO	24,2	100	29,8	100	1,43	100	9,6	100	8,9	100

* : Comunidade dos Estados Independentes; ** : União Européia

Fonte: adaptado pelo autor de FAPRI (2008)

A partir de 1998 o plantio do girassol ressurgiu como uma alternativa aos cultivos tradicionais no Sul do Brasil através de parcerias entre cooperativas, indústrias e produtores, que vêm tornando possível o desenvolvimento da cultura na região. Também em 1998 a cultura se expandiu nos campos do cerrado brasileiro graças a pesquisas mais consistentes no uso do girassol como segunda cultura de verão, popularmente conhecida como safrinha, e ao incentivo técnico e comercial de grandes indústrias (Dall'Agnol et al, 2005).

Atualmente a cultura do girassol possui uma pequena participação no total produtivo das principais culturas oleaginosas do Brasil. Conforme Tabela 3, a área colhida com girassol em 2006 representou apenas 0,29% das áreas com culturas oleaginosas, e apenas 0,15% da produção total. A cultura oleaginosa dominante no país atualmente é a soja, participando sozinha com mais de 90% da área e da produção nacional (Tabela 3).

De acordo com a Figura 4, no período entre 1997 e 2007 a área semeada com a cultura do girassol no país aumentou de 12,4 kha para 92,7 kha. Isso representa um crescimento médio anual de 33,1% no período e um crescimento acumulado de 648% em relação ao ano de 1997.

A produção nacional de girassol também aumentou, proporcionalmente à área, no período considerado, saltando de 15,8 Gg no ano de 1997 para 139,6 Gg em 2007, computando um crescimento médio anual de 35,1% e acumulado de 738,6% (Figura 5).

A produtividade média nacional da cultura sofreu um acréscimo de 18,2% no período de 1997 a 2007, passando de $1,21 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para $1,51 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Figura 6).

A Tabela 4 relaciona os estados brasileiros produtores de girassol. O maior produtor nacional de girassol é o estado do Mato Grosso, com 68,8 Gg produzidos no ano de 2007, seguido por Goiás com 32,7 Gg e Rio Grande do Sul com 28,5 Gg. Além de serem os maiores produtores de girassol do país, pela soma de percentuais de participação na produção nacional, esses três estados juntos concentram cerca de 93% da produção nacional da oleaginosa.

A atual produtividade média nacional de girassol está estimada em $1,51 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, sendo que o estado de Goiás registrou em 2007 a maior produtividade dentre os estados produtores de girassol do país, com $1,59 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, seguido por Mato Grosso com $1,52 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Vale destacar que o estado do Paraná, mesmo

Tabela 3 - Área colhida e produção das principais culturas oleaginosas do Brasil - 2006

Cultura	Área colhida		Produção	
	1.000 ha	%	1.000 t	%
Soja (grão)	22.047	94,33	52.465	92,04
Algodão (caroço)	898	3,84	2.899	5,09
Dendê (coco)	97	0,41	1.207	2,12
Amendoim (em casca)	111	0,47	250	0,44
Mamona (baga)	151	0,65	95	0,17
Girassol (grão)	68	0,29	87	0,15
BRASIL	23.372	100	57.003	100

Fonte: adaptado pelo autor a partir de SIDRA/IBGE (2008)

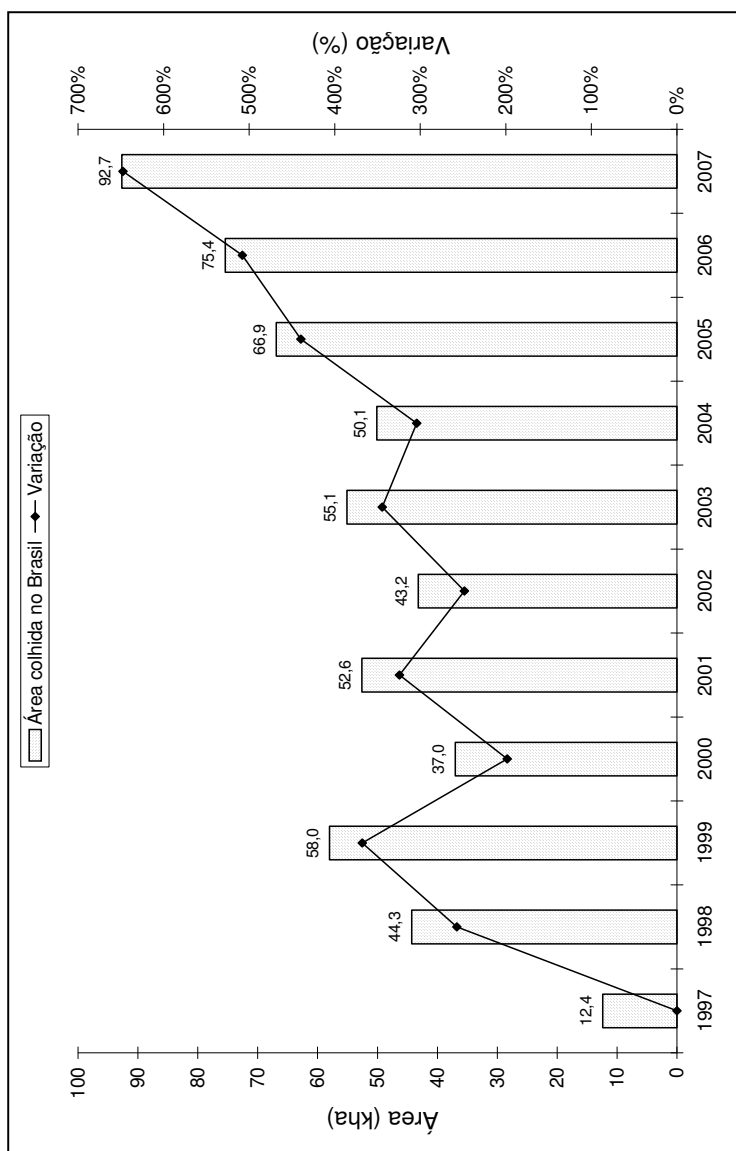


Figura 4. Evolução da área colhida com girassol no Brasil entre os anos de 1997 e 2007 e sua variação percentual em relação ao ano de 1997. Fonte: adaptado pelo autor a partir de CONAB (2008).

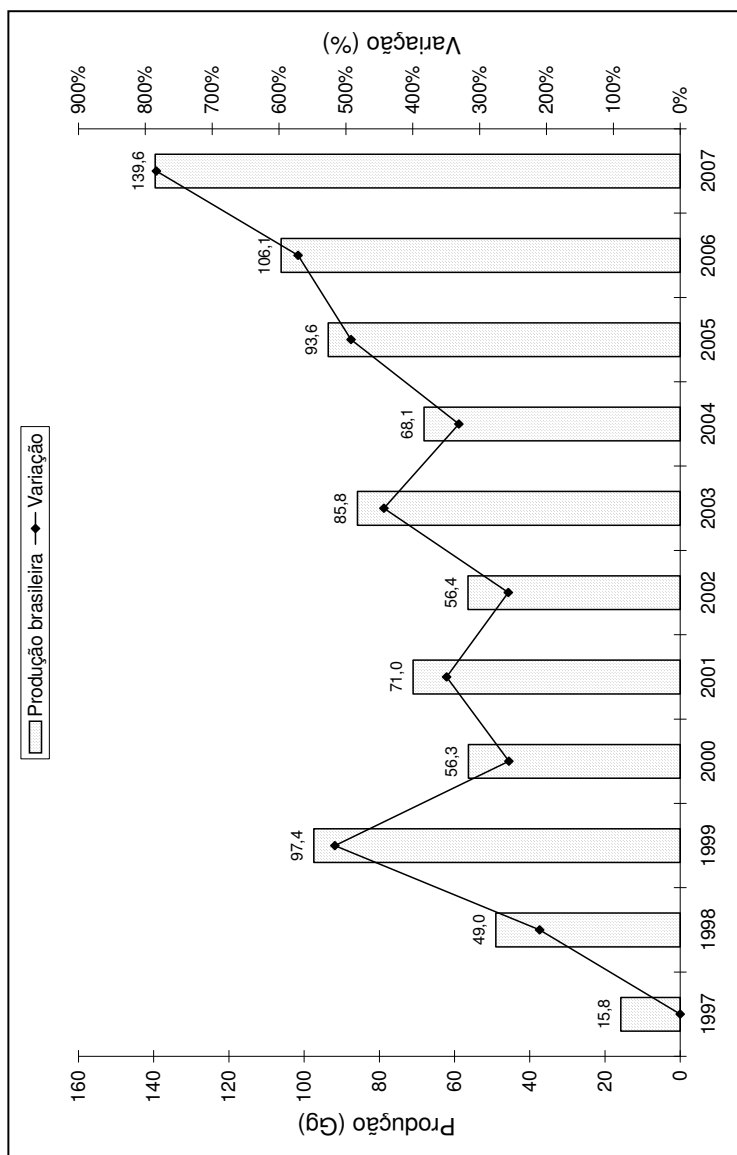


Figura 5. Evolução da produção brasileira de girassol entre os anos de 1997 e 2007 e sua variação percentual em relação ao ano de 1997. Fonte: adaptado pelo autor a partir de CONAB (2008).

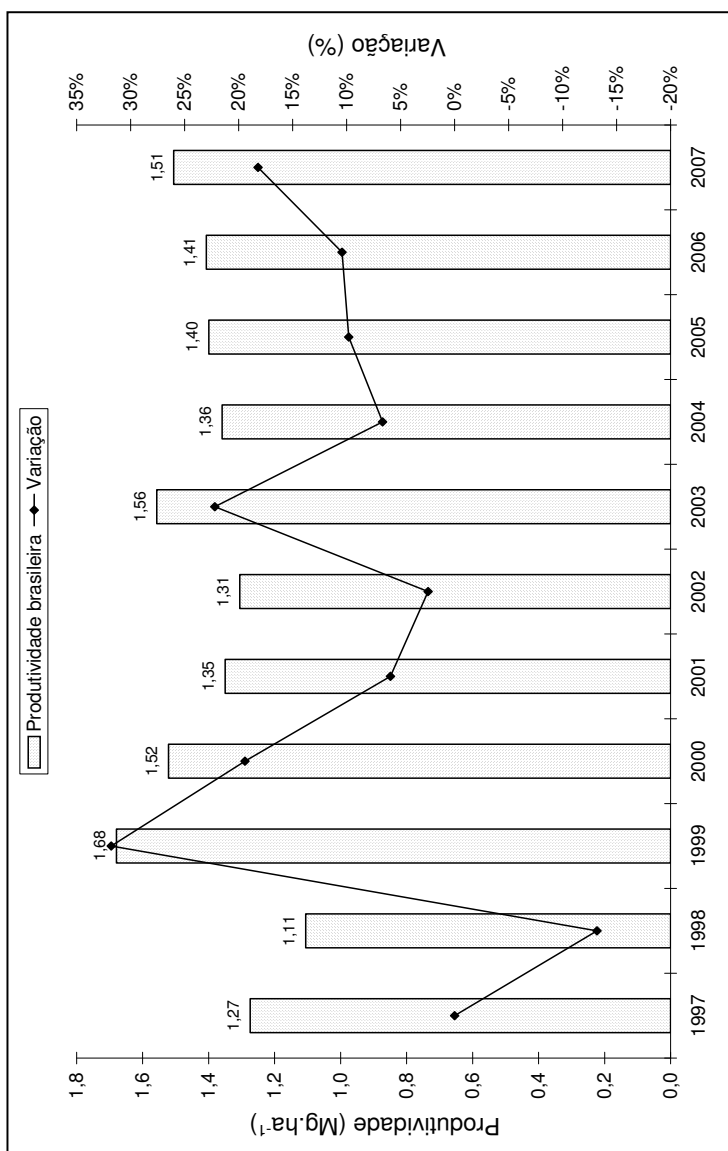


Figura 6. Evolução da produtividade média brasileira de girassol entre os anos de 1997 e 2007 e sua variação percentual em relação ao ano de 1997. Fonte: adaptado pelo autor a partir de CONAB (2008).

Tabela 4 - Área, produção e produtividade brasileira de girassol por unidade da federação - 2007

UF	Área		Produção		Produtividade	
	1.000 ha	%	1.000 t	%	t/ha	%
Mato Grosso	45,3	48,8	68,8	49,3	1,52	100,9
Goiás	20,6	22,2	32,7	23,4	1,59	105,6
Rio Grande do Sul	19,6	21,1	28,5	20,4	1,45	96,6
Mato Grosso do Sul	4,0	4,3	5,2	3,7	1,30	86,3
Rio Grande do Norte	2,6	2,8	3,4	2,4	1,30	86,3
Paraná	0,7	0,8	1,1	0,8	1,50	99,4
BRASIL	92,7	100	139,6	100	1,51	100

Fonte: adaptado pelo autor a partir de CONAB (2008)

concentrando apenas 1% da produção nacional, exibiu produtividade compatível com os maiores produtores nacionais, ($1,50 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$), superando inclusive o Rio Grande do Sul, que apesar de ser considerado um grande produtor, produziu $1,45 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ em 2007 (Tabela 4).

2.4. Aspectos alimentares

O óleo de girassol possui grande valor como alimento funcional devido à presença de compostos especiais tais como, ácidos graxos poliinsaturados, fitosteróis, tocoferóis (vitamina E), α carotenos ou provitamina A, fosfolipídios e outros. Também é rico em ácido linoléico (cerca de 65% em volume), um ácido graxo insaturado considerado essencial à saúde humana, uma vez que o organismo não é capaz de sintetizá-lo (Mandarino, 2005).

Diversos estudos demonstraram que o consumo do óleo de girassol favorece a redução dos níveis de colesterol total e também da fração LDL-colesterol, conhecida comumente com “mau colesterol”, contribuindo assim para a redução dos riscos de doenças cardiovasculares (Mensink, 1995).

As proteínas do girassol possuem boa quantidade de aminoácidos essenciais, embora sejam relativamente pobres em lisina, de modo que se considera benéfico realizar sua complementação com soja, que possui maior teor deste aminoácido, ou então a suplementação com lisina sintética (Carrão-Panizzi & Mandarino, 2005).

A farinha de girassol desengordurada possui 8,3% de carboidratos em base seca, sendo os principais rafinose (3,22%), sacarose (2,29%), tetralose (0,79%) e glicose (0,6%). Com relação aos minerais e às vitaminas, o farelo de girassol é considerado uma boa fonte de cálcio e fósforo, e uma excelente fonte de vitaminas do complexo B, inclusive com maiores teores do que o amendoim, considerado uma das maiores fontes desta vitamina (Carrão-Panizzi & Mandarino, 2005).

O aquênio ou grão do girassol, vulgarmente conhecido como “semente”, pode ser utilizado para alimentação humana ou animal, onde processado ou *in natura*, o girassol atua como fonte de proteínas, carboidratos, minerais, vitaminas e fibras (Carrão-Panizzi & Mandarino, 2005).

Conforme a finalidade a que se propõem os grãos, dois diferentes tipos de sementes podem ser utilizados: não oleosos e oleosos. Sementes não oleosas são maiores, claras e rajadas, com casca mais fibrosa e que se abre mais facilmente. Representam apenas 5% dos genótipos de girassol, e seus grãos são consumidos torrados, misturados em granolas, bolos ou “snacks”, ou como ração de pássaros.

Sementes oleosas são menores, escuras e com cascas bem aderidas. Seus grãos, que são produzidos em muito maior quantidade, são mais importantes economicamente já que, a partir da torta resultante da extração do óleo, são produzidos o farelo de girassol e seus derivados (Carrão-Panizzi & Mandarino, 2005).

O uso dos grãos de girassol na alimentação animal é pouco comum apenas devido ao elevado valor comercial do óleo, o qual é justificado por sua alta qualidade nutricional na alimentação humana, faz com que a grande parte dos grãos seja processada (Gupta & Das, 2000).

Entretanto, trabalhos com bovinos leiteiros demonstraram que a grande concentração de proteína e energia presente nos grãos do girassol foi capaz de promover aumento significativo na produção de leite, outro produto de alto valor alimentar para humanos (Salfer et al., 1995; Schingoethe et al., 1996).

Sob condições mercadológicas específicas ou quando os grãos forem inadequados para a produção de óleo, os grãos também podem ser usados como ingrediente na ração de bovinos, suínos e aves com bons resultados (Marchello et al., 1984; Hartmann et al., 1985).

A qualidade nutricional da torta e do farelo de girassol é grandemente influenciada pela forma de processamento dos grãos, os quais podem ser descorticados (remoção do pericarpo) ou não (grão íntegro), antes da extração do óleo. O descascamento dos grãos antes da extração do óleo reduz o teor de fibras da matéria-prima, conseqüentemente, melhorando qualidade protéica da torta e obviamente do farelo dela resultante (Silva & Pinheiro, 2005).

A partir do farelo descorticado são elaborados os produtos protéicos do girassol para uso alimentar, os quais são encontrados nas formas de farinhas, concentrados e isolados protéicos, com teores de proteína em base seca de 63%, 75% e 90%, respectivamente (Carrão-Panizzi & Mandarino, 2005).

A torta de girassol oriunda de grãos com casca é obtida facilmente na propriedade através de prensagem a frio, e pode ser usada principalmente na alimentação de ruminantes devido ao alto teor de fibras. Contudo, ainda pode ser uma boa fonte de nutrientes para eqüinos, caprinos, ovinos, aves e suínos (Oliveira & Cáceres, 2005).

O farelo de girassol é considerado rico em proteínas (teor médio de 50% em base seca), as quais apresentam um bom balanço de aminoácidos, sendo relativamente ricas em sulfurados, mas deficientes em lisina (Carrão-Panizzi & Mandarino, 1994; Silva & Pinheiro, 2005).

A suplementação feita com farelo de soja é capaz de suprir a deficiência de lisina, e é considerada adequada para a alimentação animal (Mandarino, 1992). Nesse sentido o farelo de girassol apresenta-se como uma alternativa em potencial para a substituição parcial do farelo de soja na alimentação animal (Oliveira & Cáceres, 2005), pois além de ser mais vantajoso economicamente em diversas situações, liberaria o farelo de soja para exportação (Ungaro, 2000).

A silagem de girassol possui alto teor protéico e alto valor energético, este último graças ao elevado teor de óleo. Todavia, sua fração fibrosa contém maior proporção de lignina e menor digestibilidade quando comparada às tradicionais silagens de milho e sorgo, podendo limitar o seu uso por categorias de animais mais exigentes nesse aspecto (Gonçalves et al., 2005).

O que tem motivado o cultivo de girassol para produção de silagem é o seu bom desempenho produtivo sob baixas pluviosidades, situação que encarece o custo da silagem produzida por outras culturas. Além disso, as silagens de girassol apresentam maiores conteúdos de proteína, minerais e óleo que as silagens de milho, sorgo ou capim-elefante, por exemplo (Gonçalves et al., 2005).

2.5. Aspectos energéticos

Combustíveis fósseis são derivados de depósitos de carbono que a natureza levou milhões de anos para produzir com o seqüestro de gás carbônico da atmosfera pelos vegetais. As reações endotérmicas de fixação de carbono (fotossíntese) que os deram origem só ocorreram porque houve lenta absorção (milhares de anos) de energia solar. O retorno do carbono fóssil para a atmosfera via combustão aumenta muito rapidamente a concentração de gases

responsáveis pelo efeito estufa na atmosfera, principalmente gás carbônico, CO₂ (Prado et al., 2006).

Até bem pouco tempo acreditava-se que a industrialização traria apenas benefícios para todos, pois não existia preocupação prioritária com possíveis impactos negativos sobre o meio ambiente advindos da atividade industrial. Após a descoberta do enorme potencial energético do petróleo seu uso disseminou-se pelo planeta, tornando-o imprescindível para as sociedades industrializadas (Benedetti et al., 2006).

A antiga crença de que o petróleo nunca iria acabar está sendo contestada há algum tempo e vem sendo objeto de estudos de muitos cientistas. De fato, estima-se que seu esgotamento total dificilmente acontecerá, pois seu preço ao deixar de ser competitivo em relação a outras fontes de energia desestimularia sua extração (Benedetti et al., 2006).

Atualmente mais de 80% de toda a energia consumida mundialmente provém dos combustíveis fósseis (Mohanty, 2003). Carvão, petróleo e gás natural, baratos e abundantes, têm sido base para todas as economias do planeta a partir da Revolução Industrial. Apesar de controvérsias sobre duração das reservas petrolíferas conhecidas e de sua possível ampliação, é inegável que as descobertas de reservas de boa qualidade e facilmente acessíveis acabaram. Novas descobertas tendem a ocorrer em locais de difícil acesso e, portanto, seriam progressivamente mais caras. O mercado internacional desses combustíveis, embora muito instável e sensível à política, tem apontado uma subida consistente de preços a longo prazo (Prado et al., 2006).

Dentro desse contexto emerge de discussões científicas o conceito de agroenergia ou bioenergia que, em síntese, representa a capacidade de geração de energia pelos sistemas agroindustriais de forma renovável. Assim como o petróleo se difundiu por ser um insumo barato, condição necessária para crescimento econômico, a biomassa provavelmente se tornará matéria-prima base de todo o sistema produtivo (Benedetti et al., 2006).

A idéia central dos biocombustíveis baseia-se no fato de que os vegetais, simultaneamente, captam e armazenam carbono e energia, utilizando para isso, basicamente, radiação solar e água. Esse processo, conhecido como fotossíntese, resulta na formação de biomassa vegetal e na liberação de O₂ para a atmosfera (Prado et al., 2006).

No futuro próximo, a geração de energia através de biomassa será uma das mais fortes candidatas a predominar no mundo. Entretanto, radiação solar e disponibilidade de água não são fatores homogeneamente distribuídos pela superfície do planeta, e tampouco há tecnologia capaz de promover grandes modificações em sua distribuição espacial e temporal. Apenas sabe-se que estes fatores são muito mais abundantes em regiões tropicais e subtropicais, onde há enorme potencial para captação de energia solar através da fotossíntese para produção de biomassa vegetal (Prado et al., 2006).

Segundo Rathmann et al. (2005), inúmeras pesquisas sugerem utilização de biomassa para fins energéticos, principalmente para fins de uso como combustíveis em motores de combustão interna. É importante ressaltar que biomassa são todos os organismos biológicos e derivados que podem ser aproveitados como fontes de energia.

Estudos já apontam que a utilização da biomassa para fins energéticos vem tendo uma participação crescente perante a matriz energética mundial, levando a estimativas que até 2050 deverá dobrar o uso mundial de biomassa disponível, principalmente com a utilização de combustíveis obtidos da agricultura (etanol e biodiesel), alternativa que apresenta crescente interesse atualmente (Fischer, 2001).

No Brasil os estudos com combustíveis alternativos intensificaram-se na década de 70, o que resultou na criação do Pró-Álcool, ou Programa Nacional do Álcool, em 14 de Novembro de 1975 através do decreto n° 76.5930 (Rathmann et al., 2005). Este programa foi idealizado pelo físico José Walter Bautista Vidal e pelo engenheiro Urbano Ernesto Stumpf (conhecido como o pai do motor a álcool), e consistia na total substituição da gasolina utilizada em automóveis equipados com motores de ciclo Otto por álcool etílico.

Os motores precisaram passar por algumas alterações para melhor aproveitamento do combustível e ao mesmo tempo resistir ao seu maior poder corrosivo. Com a evolução tecnológica desses motores surgiram os atuais veículos bicomcombustíveis, mais conhecidos como "flex", uma alusão à palavra flexível. São assim denominados, pois podem ser abastecidos somente com álcool, gasolina, ou uma mistura desses dois combustíveis em qualquer proporção, dando liberdade ao consumidor para optar pela combinação que apresentar o menor custo por quilômetro rodado.

Entretanto, o etanol contempla apenas uma parte da frota de veículos do país, sobretudo os veículos de passeio dotados de motores do ciclo Otto de quatro tempos. Ficam de fora dessa alternativa os veículos equipados com motores do ciclo Diesel, um motor de combustão interna e ignição por compressão, com ciclos de quatro tempos, idealizado pelo engenheiro alemão Rudolf Christian Karl Diesel e batizado com seu sobrenome.

Segundo Governo Federal (2009), registros históricos mostram que Rudolf Diesel desenvolveu o motor diesel em 1895, tendo levado sua invenção à mostra mundial de Paris, em 1900, usando óleo de amendoim como combustível. Em 1911 Diesel teria afirmado: “o motor diesel pode ser alimentado com óleos vegetais e ajudará consideravelmente o desenvolvimento da agricultura dos países que o usarem”.

De acordo com Benedetti et al. (2006), atualmente o diesel é o combustível mais utilizado no Brasil representando, em média, 55% do consumo total de combustível do país.

O uso de óleos vegetais ou animais (triglicerídeos) diretamente nos motores diesel, assim como foi idealizado por Rudolf Diesel é um desejo antigo, porém, limitado por algumas propriedades físicas dos mesmos, que implicam em alguns problemas a médio e longo prazo nos motores, devido à sua combustão incompleta. Os triglicerídeos costumam ter mais de 50 carbonos em suas moléculas resultando, principalmente, em alta viscosidade e baixa volatilidade (Prado et al., 2006).

Os principais problemas encontrados no uso direto de triglicerídeos como combustível em motores diesel são: formação de excessivos depósitos de carbono no motor; obstrução nos filtros de óleo e bicos injetores; diluição parcial do combustível no lubrificante e conseqüente comprometimento da durabilidade do motor com aumento considerável em seus custos de manutenção (Prado et al., 2006).

Portanto, no atual estágio tecnológico em que se encontram os motores diesel, faz-se necessária a transformação do óleo vegetal com o objetivo de reduzir a sua viscosidade e, conseqüentemente deixá-lo com propriedades semelhantes às do diesel de petróleo. Quimicamente, qualquer mistura de triglicérides, sejam óleos vegetais ou gorduras animais, serve como matéria-prima para obtenção de biocombustíveis, por qualquer rota tecnológica

(transesterificação, pirólise ou óleo sem transformação). Com o óleo extraído de plantas oleaginosas, através da pirólise, por exemplo, é possível obter sucedâneos do óleo diesel, da gasolina, do querosene e do gás (Gazzoni, 2005).

Visando reduzir a viscosidade dos óleos vegetais, diferentes alternativas de processamento têm sido consideradas tais como diluição, microemulsão com metanol ou etanol, craqueamento catalítico (pirólise) e reação de transesterificação com etanol ou metanol. Dentre essas alternativas, a transesterificação tem se apresentado como melhor opção, visto que o processo é relativamente simples e promove a obtenção de um éster (a função química do biodiesel) cujas propriedades são similares às do óleo diesel derivado de petróleo (Ferrari et al., 2005).

O biodiesel é um combustível alternativo ao diesel de petróleo que pode ser produzido a partir de fontes renováveis tais como óleos vegetais e gorduras animais. Quando obtido através da transesterificação de matérias graxas com álcoois de cadeia curta, como o metanol ou o etanol, na presença de um catalisador ácido ou básico é definido quimicamente como ésteres monoalquílicos de ácidos graxos (Ramos & Zagonel, 2001).

As primeiras experiências com o uso comercial do biodiesel na Europa surgiram nos anos da Segunda Guerra Mundial como comprova uma patente belga de 1937. Em função das duas crises do petróleo na década de 70, em 1980 o biodiesel foi lançado no Brasil na Universidade do Ceará pelo professor Expedito Parente, sendo chamado de “Pró-diesel” na época. Desde então, esse projeto esteve “congelado” por razões de desinteresse da Petrobras, segundo o próprio professor Parente.

Em 2002 surgiram novamente discussões para se implantar a produção de um substituto para o diesel de petróleo e, em 13 de janeiro de 2005, a partir da lei nº 11097, o biodiesel passou a fazer parte oficialmente da matriz energética brasileira através do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel do Governo Federal (Benedetti et al., 2006).

Com essa lei, o Governo Federal aprovou marcos regulatórios determinando a mistura de um pequeno percentual de biodiesel ao diesel de petróleo, inicialmente facultativa e posteriormente compulsória. A mistura aprovada para ser utilizada facultativamente até 2008 foi de 2% e, desse ano em diante tal mistura tornou-se obrigatória, passando a ser facultativa a mistura de

5%. Para identificar a concentração de biodiesel na mistura com óleo diesel é comum a utilização de uma nomenclatura específica, definida como BX onde “X” refere-se à percentagem em volume de biodiesel na mistura. Assim, B5, B20 e B100 referem-se, respectivamente, a combustíveis com uma concentração de 5%, 20% e 100% (puro) de biodiesel (Benedetti et al., 2006).

Uma grande vantagem da utilização de biodiesel é sua completa adaptabilidade aos motores do ciclo diesel em circulação, pois enquanto o uso de outros combustíveis limpos (biogás, etanol, óleo bruto vegetal, gasogênio) requer adaptações dos motores, a combustão de biodiesel pode dispensá-las, configurando-se em uma alternativa técnica capaz de atender prontamente toda a frota já existente movida a óleo diesel (Oliveira & Costa, 2002).

O uso desse biocombustível ainda possui várias outras justificativas, sejam econômicas, sociais e ambientais (Urquiaga et al., 2004). Para estes autores as vantagens ambientais para uso de biodiesel vêm de duas possíveis fontes: diminuição de emissões de gases ou partículas prejudiciais à saúde humana e/ou ao meio ambiente (monóxido de carbono, hidrocarbonetos e óxidos de enxofre e nitrogênio), e diminuição das emissões de gases do “efeito estufa” (principalmente o dióxido de carbono). Outro aspecto a ser levado em consideração, ressaltado por Rêgo Filho et al. (2005), é que os biocombustíveis trazem uma oportunidade de inserção social, principalmente pelo segmento de agricultura familiar.

O girassol é uma matéria-prima com alto potencial para integrar a matriz energética brasileira por apresentar altos teores de óleo vegetal (entre 40% e 54%), fato que permite a extração deste óleo por um simples processo mecânico. Como vantagens destacam-se as características agrônomicas extremamente favoráveis, a ampla adaptação territorial desta oleaginosa, a não necessidade de grandes investimentos em estruturas para extração e purificação de óleo e a subsequente obtenção de torta que, por ser considerada de excelente valor nutricional, pode ser utilizada para alimentação animal (Domingos et al., 2004).

Castro & Farias (2005) acreditam que grande parte do território brasileiro é considerada apta para a cultura por apresentar condições favoráveis ao seu desenvolvimento, havendo potencial para cultivo de girassol no país desde o Rio Grande do Sul ao estado de Roraima, contribuindo para esse potencial a grande

capacidade da cultura para tolerar temperaturas baixas e períodos de déficit hídrico.

Para Domingos et al. (2004), o óleo de soja é a opção mais lógica e imediata para atender a atual demanda nacional por óleos vegetais no setor de combustíveis alternativos, pois já existe uma infra-estrutura instalada para sua produção nos volumes exigidos nos programas de inserção do biodiesel na matriz energética nacional. No entanto, novas fontes de óleos vegetais devem ser avaliadas quanto aos seus respectivos potenciais para produção deste biocombustível.

Segundo Gazzoni (2005), o óleo de girassol pode encarecer a matéria-prima para obtenção de biodiesel por ser muito valorizado na culinária como alimento saudável. Este autor acredita que propagandas governamentais deveriam enfatizar os atributos benéficos para a saúde presentes nos óleos nobres incentivando seu consumo pela população, pois o incremento da oferta global de óleos comestíveis no país aumentaria a disponibilidade de óleos comestíveis de menor valor nutricional, como o de soja, para fins energéticos.

Entretanto, de acordo com Domingos et al. (2004), a obtenção de ésteres etílicos de boa qualidade a partir do óleo bruto de girassol em trabalhos experimentais, como os de Silva (2005) e Tavares (2006), classifica este óleo como excelente matéria-prima à produção de biodiesel em unidades descentralizadas de pequeno porte.

Domingos et al. (2004) ainda destaca que, apesar da aparente inviabilidade econômica devido ao seu alto valor de mercado, o óleo bruto de girassol pode, enquanto matéria-prima, simplificar o processo de produção de biodiesel e diminuir o capital necessário para a implantação de unidades de produção de pequeno porte em agrovilas e assentamentos localizados em regiões mais remotas.

Segundo Silva (2005), o óleo bruto de girassol mostra-se adequado para produção de biodiesel. Para este autor, a correta dosagem do catalisador e dos reagentes propicia ótimos teores de éster etílico. No entanto, ressalva que o processo ainda precisa ser melhorado a fim de evitar emulsão do biodiesel formado. O autor sugere que o resfriamento imediato do biodiesel formado deve ser testado com o intuito de aumentar a precipitação da glicerina, tornando o biocombustível mais puro.

Nos ensaios laboratoriais de Tavares et al. (2006) o biodiesel de girassol obtido apresentou resultados satisfatórios quanto às suas características físico-químicas, obedecendo todas as normas estabelecidas pela ANP.

Com relação ao uso do biodiesel fabricado a partir de óleo de girassol em motores, a análise do óleo lubrificante, realizada por Corrêa et al. (2008) após 96 horas de uso de B100, apresentou valores considerados aceitáveis para motores diesel. Quanto às emissões do motor, a utilização de biodiesel de girassol reduziu significativamente os níveis de emissão dos poluentes monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidrocarbonetos e material particulado, com aumento não significativo do óxido de nitrogênio (Maziero et al., 2006).

2.6. Pesquisas

Procurando atender à atual demanda por óleo de girassol no mercado, diversos estudos vêm sendo conduzidos no país utilizando-se genótipos melhorados de girassol com aptidão para a produção desta matéria-prima. A grande maioria desses trabalhos é conduzida pela Rede Nacional de Ensaios de Avaliação de Genótipos de Girassol, sendo coordenada pela EMBRAPA Soja e conduzida em parceria com instituições públicas e privadas.

Resultados dessas avaliações encontram-se disponíveis on-line na forma de publicações anuais (informes) onde constam os dados obtidos para os diversos genótipos e municípios avaliados (EMBRAPA, 2006; 2007).

Na Rede Nacional de Ensaios de Avaliação de Genótipos de Girassol os genótipos mais utilizados como testemunha para a comparação de híbridos são o M 734, da empresa Dow AgroSciences e o Agrobel 960 da empresa Seminium S.A. Para a comparação das variedades o genótipo mais utilizado é o EMBRAPA 122 V2000. Estados de todas as cinco regiões do Brasil sediam experimentos, gerando uma grande massa de dados sobre o comportamento dos genótipos nas diferentes condições de solo e clima do território brasileiro.

Os recentes trabalhos de Andrade et al. (2007a; 2007b; 2007c) já vêm investigando a possibilidade de utilização desta cultura nas terras brasileiras em sucessão à cana-de-açúcar, que é utilizada em larga escala na região como cultura principal no sistema de monocultura, sem contudo obter resultados realmente conclusivos.

Percebe-se que o município de Campos dos Goytacazes, a Região Norte Fluminense, e mesmo o Estado do Rio de Janeiro apresenta grande carência de resultados que permitam indicar com maior segurança híbridos ou cultivares de girassol a agricultores interessados na atividade, fato que justifica a iniciativa desta pesquisa.

3. OBJETIVO

Avaliar as principais variáveis relacionadas aos rendimentos de grãos e óleo de cinco genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.) em Campos dos Goytacazes-RJ, visando detectar o(s) mais produtivo(s) para cultivo na região.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Condições experimentais

O experimento foi instalado em Campos dos Goytacazes, região Norte Fluminense, no campo experimental da Estação Experimental de Campos da PESAGRO-RIO, situado às margens do Rio Paraíba do Sul, em solo classificado como Cambissolo, nas coordenadas geográficas de 21° 45' latitude sul, e 41° 18' longitude oeste, com altitude de 11 m.

Por ocasião da escolha da área foi retirada uma amostra de material de solo para análise de fertilidade, tendo como resultados: pH (água) 5,4 (Acidez Média); P (mg.dm^{-3}) 1,0 (Muito Baixo); K (mg.dm^{-3}) 29,0 (Baixo); Ca (cmolc.dm^{-3}) 4,6 (Muito Bom); Mg (cmolc.dm^{-3}) 2,7 (Muito Bom); Al (cmolc.dm^{-3}) 0,0 (Muito Baixo); H + Al (cmolc.dm^{-3}) 2,8 (Médio); MO (g.dm^{-3}) 21,9 (Médio); S.B. (cmolc.dm^{-3}) 7,4 (Muito Bom); T (cmolc.dm^{-3}) 10,2 (Bom); t (cmolc.dm^{-3}) 7,4 (Bom); m (%) 0,0 (Muito Baixo); V (%) 73,0 (Bom); Fe (mg.dm^{-3}) 30,0 (Médio); Cu (mg.dm^{-3}) 0,8 (Médio); Zn (mg.dm^{-3}) 1,8 (Bom) e Mn (mg.dm^{-3}) 11,5 (Bom). A classificação entre parênteses foi baseada em Alvarez et al. (1999).

Utilizaram-se cinco genótipos de girassol três híbridos simples (Hélio 250, Hélio 251 e Hélio 358) desenvolvidos e comercializados pela empresa Helianthus do Brasil LTDA, uma variedade (Catissol 01) desenvolvida pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, CATI, e uma variedade (Embrapa 122 V2000)

oriunda da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA. A adubação utilizada no plantio foi de 300 kg.ha⁻¹ da fórmula 04-14-08 distribuída no sulco de plantio e incorporada manualmente antes da semeadura. A semeadura foi realizada em 04/04/2005.

A área experimental mediu 27 m x 18 m, sendo dividida em quatro blocos (Figura 7). Cada bloco foi composto por cinco parcelas de 6 m x 3,6 m, as quais consistiam em quatro linhas de plantio medindo 6,0 m espaçadas de 0,90 m na entrelinha.

Semeou-se 10 sementes por metro linear na profundidade de três centímetros. Dez dias após a germinação (14/04/2005) fez-se o desbaste, deixando cinco plantas por metro linear. Em cada parcela a área útil foi de 7,2 m² (4,0 m x 1,8 m), área correspondente às duas linhas centrais descontando-se um metro de cada extremidade.

No controle de plantas daninhas, com predominância de tiririca (*Cyperus rotundus* L.), foram realizadas capinas manuais nas linhas e capinas mecânicas nas entrelinhas até o pleno estabelecimento da cultura. Intervenções para controle de doenças e pragas não foram necessárias.

Empregou-se irrigação por aspersão sempre que o déficit hídrico assim o exigiu (11/04/2005, 18/04/2005 e 25/04/2005), aplicando-se uma lâmina de água de 20 mm por irrigação, exceto no início da formação do botão floral, quando foram aplicados 30 mm, e após o florescimento e fase de enchimento de grãos, quando foram aplicados 80 mm.

4.2. Variáveis avaliadas

a) altura da planta (cm), obtida medindo-se oito plantas da área útil da parcela escolhidas aleatoriamente, desde o nível do solo até a inserção do capítulo, com uma régua de madeira graduada, no período de floração plena;

b) diâmetro basal do caule (mm), obtido medindo-se a circunferência do caule de oito plantas da área útil da parcela escolhidas aleatoriamente, a cinco centímetros do nível do solo, com um paquímetro, no período de floração plena;

c) diâmetro do capítulo (cm); obtido medindo-se o diâmetro do receptáculo da inflorescência de oito plantas da área útil da parcela escolhidas aleatoriamente, com uma régua graduada, no período de maturação fisiológica;

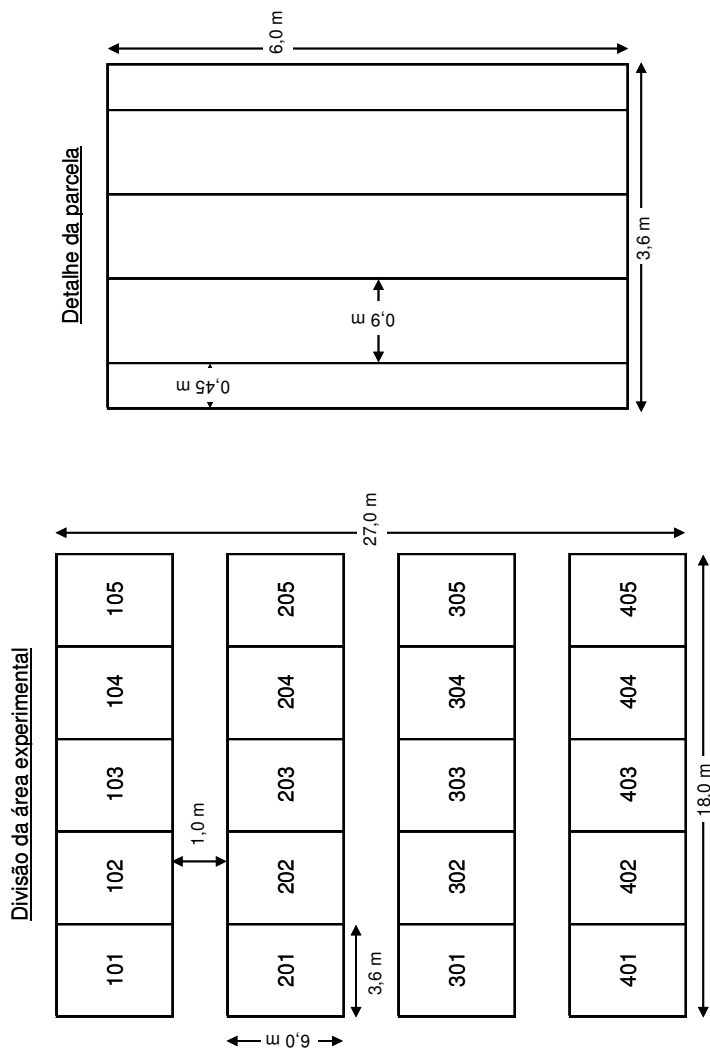


Figura 7. Visão esquemática da área experimental.

d) peso de 1.000 grãos (g), obtido pela amostragem aleatória de 1.000 grãos da produção de grãos de cada parcela e posterior pesagem dos mesmos em balança de precisão;

e) produção de grãos ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$), obtida através do cálculo proporcional da produção de grãos por parcela extrapolado para uma área de 1 ha, corrigindo-se a umidade para o padrão de 11%;

f) teor de óleo (%) em base úmida, obtido por prensagem e posterior processo químico (solventes), seguindo normas e procedimentos laboratoriais da EMBRAPA;

g) rendimento de óleo ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$), obtido multiplicando-se o rendimento de grãos pelo respectivo teor de óleo;

h) umidade dos grãos (%) em base úmida, obtida pela prévia pesagem, secagem, e posterior pesagem dos grãos, onde a diferença de peso é a quantidade de água nos grãos;

i) percentual de casca (%), obtido pela pesagem de uma amostra de 100 grãos, descascagem dos mesmos e uma nova pesagem somente das amêndoas, onde a diferença se refere ao peso das cascas da amostra;

j) período da germinação ao início do botão floral (dias), obtido quando 50% das plantas da parcela apresentavam formação do botão floral;

l) período da germinação ao florescimento pleno (dias), obtido quando 50% das plantas da área útil da parcela apresentavam os capítulos abertos;

m) ciclo da planta (dias), obtido quando 90% das plantas da área útil da parcela apresentavam capítulos com brácteas de coloração entre amarelo e castanho.

4.3. Análise estatística

Utilizou-se o modelo de delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. Primeiramente foram verificadas as pressuposições de normalidade e homogeneidade de variâncias dos tratamentos para cada uma das variáveis avaliadas no experimento. Em seguida os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade de acordo com o modelo apresentado no Quadro 1. Por último, as médias de cada variável foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se

Quadro 1 - Modelo utilizado na análise de variância (ANOVA) do experimento

Fontes de Variação	Graus de Liberdade
Bloco (B)	3
Genótipo (G)	4
Resíduo (e)	12
Total	19
Modelo estatístico: $Y_{ij} = m + G_i + B_j + e_{ij}$	

Onde:

Y_{ij} = valor observado para a variável Y no i-ésimo genótipo do j-ésimo bloco

m = média geral do experimento

G_i = efeito do i-ésimo genótipo

B_j = efeito do k-ésimo bloco

e_{ij} = erro aleatório do i-ésimo genótipo do j-ésimo bloco

para todos os cálculos estatísticos deste trabalho o software gratuito SISVAR (Ferreira, 2007).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Análise estatística

Não foram observadas quaisquer diferenças estatísticas entre as médias dos genótipos avaliados em nenhuma das variáveis avaliadas (Tabela 5). Dessa forma os genótipos serão considerados em conjunto para efeito de comparação com dados presentes na literatura a fim discutir o efeito da época de semeio adotada e potencial do município de Campos dos Goytacazes frente a outros do país.

Deve-se destacar, entretanto, o elevado coeficiente de variação (Pimentel-Gomes, 1990) obtido para o rendimento de grãos, o qual pode ser atribuído ao reduzido número de repetições utilizado e/ou à elevada variabilidade desta variável em particular.

5.2. Caracteres fenológicos

O período entre a germinação e o início do botão floral (Tabela 6) apresentou média de 42,1 dias, correspondendo, em termos médios, a aproximadamente 43% do ciclo total da cultura.

Quanto ao período compreendido entre a germinação e a floração plena (Tabela 6), verificou-se média de 60,7 dias. Resultados semelhantes foram

Tabela 5. Resumo da Análise de Variância dos parâmetros de rendimento e morfológicos de cinco genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.). Campos dos Goytacazes-RJ, abril de 2005

FV	GL	Rendimento de grãos	Peso de 1000 grãos	Altura da planta	Diâmetro do caule	Diâmetro do capítulo
Bloco	3	81477,72 n.s.	114,51 n.s.	210,62 n.s.	5,66 n.s.	6,98 n.s.
Genótipo	4	240036,27 n.s.	112,91 n.s.	180,71 n.s.	9,12 n.s.	4,96 n.s.
Resíduo	12	334420,29	56,42	71,06	3,73	2,12
CV (%)		26,83	13,66	9,49	13,11	12,03

(n.s.) não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 6. Caracteres fenológicos de cinco genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.). Campos dos Goytacazes-RJ, abril de 2005

Genótipo	Botão floral (dias)	Floração plena (dias)	Ciclo (dias)
Catissol 01	37,5	59,0	96,8
Embrapa 122	40,0	53,5	91,5
Helio 250	44,3	63,0	100,5
Helio 251	46,0	67,0	104,3
Helio 358	42,8	61,0	98,0
Média geral	42,1	60,7	98,2

observados por Backes et al. (2008) ao avaliar 12 genótipos de girassol. Estes autores obtiveram tempo médio para a floração plena de 60,58 dias e 68,77 para plantios em janeiro e fevereiro, respectivamente, concluindo que o plantio mais tardio foi o responsável pelo aumento do referido período.

Nos ensaios de EMBRAPA (2006), o período compreendido entre a germinação e a floração plena apresentou média de 57,5 dias, e no ensaio de EMBRAPA (2007), o tempo para a floração plena foi, em média, de 57,4 dias.

Observa-se que, no presente estudo, apesar de a época de semeadura ser tardia, o tempo para o desenvolvimento da cultura até o estágio de floração plena foi semelhante à média nacional, fato provavelmente justificado pelas altas temperaturas reinantes no município, que acabam por abreviar o ciclo da cultura.

O ciclo total dos genótipos (Tabela 6) apresentou média de 98,2 dias. Backes et al. (2008) observaram resultados de 97,31 dias no primeiro ensaio e 107,31 dias no segundo ensaio. De acordo com estes autores, o atraso na época de semeadura tornou o ciclo da cultura mais longo.

Nos ensaios de EMBRAPA (2006; 2007) este parâmetro apresentou média de 91,6 dias e 95,0 dias, respectivamente. Como se pode verificar, os resultados observados para esta variável foram, em termos médios, condizentes com os resultados que vêm sendo obtidos em âmbito nacional por outros pesquisadores em plantios de safra.

5.3. Caracteres produtivos

O peso de 1.000 aquênios obtido no presente experimento apresentou média de 55,0 g (Tabela 7), enquanto EMBRAPA (2006; 2007) observou média de 52,6 g e Backes et al. (2008) observaram média de 53,1 g e 47,1 g, respectivamente em ensaios com plantio em janeiro e fevereiro.

A produtividade média de grãos obtida neste trabalho foi de 2,16 Mg.ha⁻¹, com teor médio de óleo de 45,7%, o que resultou em um rendimento de óleo de 0,99 Mg.ha⁻¹ (Tabela 7). Quando comparados com dados da literatura, estes resultados sugerem que o município de Campos dos Goytacazes-RJ possui amplo potencial para o desenvolvimento da cultura.

Em ensaios realizados em diversos municípios do Brasil por EMBRAPA (2006; 2007) utilizando-se as cultivares AGROBEL 960 e EMBRAPA 122 V2000

Tabela 7. Rendimento de grãos e óleo e caracterização dos grãos de cinco genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.). Campos dos Goytacazes-RJ, abril de 2005

Genótipo	Rendimento de grãos* (Mg.ha ⁻¹)	Teor de óleo (%)	Rendimento de óleo (Mg.ha ⁻¹)	Peso de 1000 grãos* (g)	Umidade (%) b.u.	Casca (%)
Catissol 01	2,46 a	46,15	1,13	60,0 a	5,80	25,00
Embrapa 122	1,93 a	46,55	0,90	53,6 a	5,60	23,60
Helio 250	1,95 a	46,61	0,91	49,0 a	5,70	23,70
Helio 251	2,06 a	44,78	0,92	51,5 a	5,90	25,30
Helio 358	2,37 a	44,28	1,05	61,1 a	5,80	28,80
Média geral	2,16	45,67	0,98	55,0	5,76	25,28

*. Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

como base para comparação de híbridos e variedades respectivamente, observa-se que a primeira cultivar produziu em média $2,26 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de grãos, com teor de óleo de 43,1% resultando em um rendimento de óleo de $0,95 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, enquanto a segunda produziu em média $1,78 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de grãos com teor de óleo de 40,7% resultando em um rendimento de óleo de $0,74 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Tabela 8).

Ainda sobre o rendimento de aquênios, nas análises conjuntas de Porto et al. (2006b) com plantios de verão (fevereiro-março) nos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo e Distrito Federal, este variou entre $1,70$ e $2,05 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ no período entre os anos de 2001 e 2004 utilizando entre nove e doze genótipos.

No mesmo período, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo, em plantios de safrinha (agosto-setembro) utilizando entre quatorze e seis genótipos, Porto et al. (2006a) verificaram rendimentos variando entre $1,49$ e $1,87 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Segundo Castro & Farias (2005), na cultura de girassol o rendimento de grãos é fortemente influenciado, além de outros fatores, pela época de plantio. Ao comparar o rendimento obtido com os de outros trabalhos desenvolvidos na mesma estação experimental em épocas distintas, observa-se que a época de avaliação adotada, com semeadura no mês de abril, foi, até o presente momento, a que proporcionou melhor rendimento para a cultura (Figura 8).

Em março de 2005, Rêgo Filho et al. (2006a) avaliaram, os mesmos genótipos utilizados neste experimento, obtendo rendimento médio de grãos de $0,74 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e, embora a produção dos genótipos tenha variado entre $0,41 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e $1,01 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, suas médias foram consideradas estatisticamente iguais.

Também nas mesmas condições deste experimento, Bezerra Neto et al. (2007) ao conduzirem um experimento de competição de cultivares com semeadura em dezembro de 2005, obtiveram um rendimento médio de grãos de $0,35 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, variando entre $0,13 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e $0,73 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, sendo que neste experimento o híbrido Hélio 251 foi o mais produtivo e os demais estatisticamente equivalentes.

Em fevereiro de 2006, também nas mesmas condições, Rêgo Filho et al. (2006b) observaram rendimento médio de grãos de $0,79 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, variando entre $0,65 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e $0,94 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ sem, entretanto, verificar diferença estatística entre genótipos.

Tabela 8. Análises conjuntas de caracteres agronômicos das cultivares AGROBEL 960* e da variedade EMBRAPA 122 V2000** utilizadas nos ensaios de EMBRAPA (2006; 2007)

Ensaio***	Rendimento de grãos (Mg.ha ⁻¹)		Teor de óleo (%)		Rendimento de óleo (Mg.ha ⁻¹)	
	AGROBEL 960	EMBRAPA 122 V2000	AGROBEL 960	EMBRAPA 122 V2000	AGROBEL 960	EMBRAPA 122 V2000
A	2,08	1,55	42,8	38,9	0,91	0,61
B	2,09	1,82	42,2	40,6	0,90	0,77
C	2,28	1,99	43,2	41,4	1,02	0,83
D	2,19	1,78	44,2	41,7	0,99	0,74
Média	2,16	1,78	43,1	40,7	0,95	0,74

* Cultivar padrão dos ensaios para compração de híbridos.

** Cultivar padrão dos ensaios para compração de variedades.

*** (A) Ensaios finais de segundo ano, safra 2004/2005, conduzidos em Três de Maio, Ibirubá, Ijuí, Cruz Alta, Campo Mourão, Curitiba e Maringá e ensaios finais de primeiro ano, safra 2003/2004, conduzidos em Londrina, Campo Mourão e Manduri.

*** (B) Ensaios finais de segundo ano, safrinha 2005, conduzidos em Planaltina, Campo Novo do Parecis, Dourados, Vilhena, Cravinhos, Londrina, Anapurus, Sete Lagoas e Anápolis e ensaios finais de primeiro ano, safrinha 2004, conduzidos em Campo Novo do Parecis, Jaboticabal, Manduri, Rio Brillhante e Nova Mutum.

*** (C) Ensaios finais de primeiro ano, safrinha 2005, conduzidos em Planaltina, Senador Canedo, Primavera do Leste, Campo Novo do Parecis, Vilhena, Teresina, Londrina e Palmeira dos Índios.

*** (D) Ensaios finais de segundo ano, safrinha 2006, conduzidos em Londrina, Cravinhos, Piracicaba, Muzambinho, Planaltina, Palmas, Chapadão do Sul, Dourados, São José de Quatro Marcos, Campo Novo do Parecis, Vilhena, Ipanguaçu, Teresina, São Raimundo das Mangabeiras, Carira, Frei Paulo e São Simão e ensaios finais de primeiro ano, safrinha 2005, conduzidos em Planaltina, Senador Canedo, Primavera do Leste, Campo Novo do Parecis, Vilhena, Teresina, Londrina e Palmeira dos Índios.

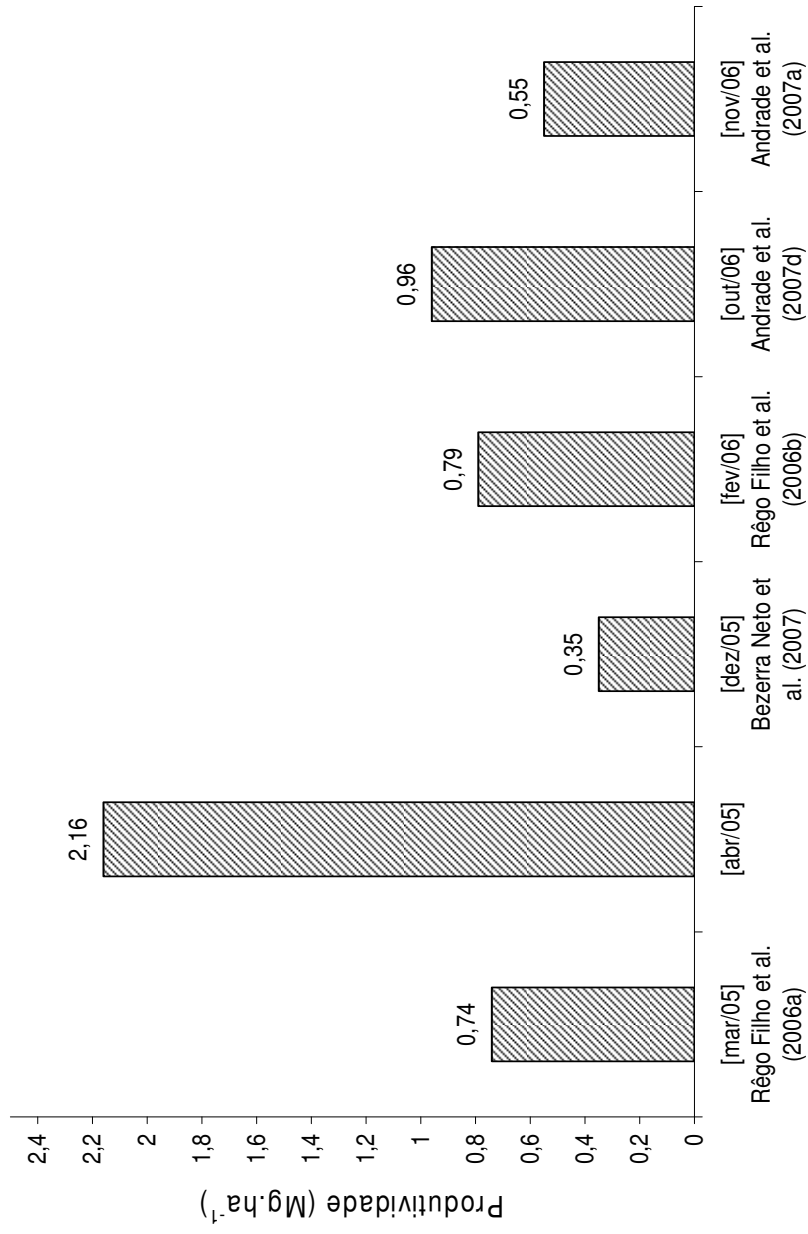


Figura 8. Produtividade de ensaios com a cultura do girassol no município em diferentes épocas. Campos dos Goytacazes-RJ, 2005.

Em semeadura de outubro de 2006, Andrade et al. (2007d) observaram rendimentos de grãos entre $0,83 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e $1,08 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, com média de $0,96 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Já na semeadura de novembro de 2006 Andrade et al. (2007a) obtiveram rendimentos entre $0,44 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e $0,70 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, com média de $0,55 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, sem detectar diferença estatística entre os genótipos, realizando experimentos nas mesmas condições deste.

Acredita-se que uma das causas dos baixos rendimentos de grãos observados nos experimentos supracitados pode estar relacionada com os constantes alagamentos da área experimental provocados pela grande intensidade de chuvas nos ciclos correspondentes (Figura 9).

Apesar de tolerante ao déficit hídrico, as raízes do girassol aparentemente são sensíveis a alagamentos. Nestas condições anóxicas as raízes da planta ficam impedidas de respirar, comprometendo a produção. Em áreas sujeitas a esse tipo de ocorrência não seria aconselhável o plantio dos genótipos avaliados ou mesmo da cultura.

Na época de semeadura adotada neste trabalho esse problema foi minimizado e a planta de girassol pôde desenvolver-se plenamente, com auxílio do sistema de irrigação suplementar, usado nas situações de longos períodos sem precipitação pluviométrica.

A umidade encontrada nos grãos após a colheita do experimento e secagem ao sol (Tabela 7) foi, em média, de 5,8%, apresentando pequena variabilidade entre os genótipos avaliados. Estes valores de umidade estão bem abaixo de 11%, limite importante para se manter a estabilidade adequada para armazenamento dos grãos. A baixa precipitação pluviométrica na época da colheita favoreceu a obtenção desses teores de umidade.

O percentual de casca é um parâmetro importante para a avaliação do rendimento do girassol. Quanto maior a porcentagem de casca, menor o rendimento em óleo, pois a casca praticamente não apresenta nenhuma quantidade de óleo, apresentando, por outro lado, grande quantidade de fibras. No presente estudo esta variável apresentou média de 25,3% (Tabela 7), sendo que em algumas áreas do Brasil já foram observados percentuais de casca que chegaram a 40% (Lima et al. 2007).

5.4. Caracteres morfológicos

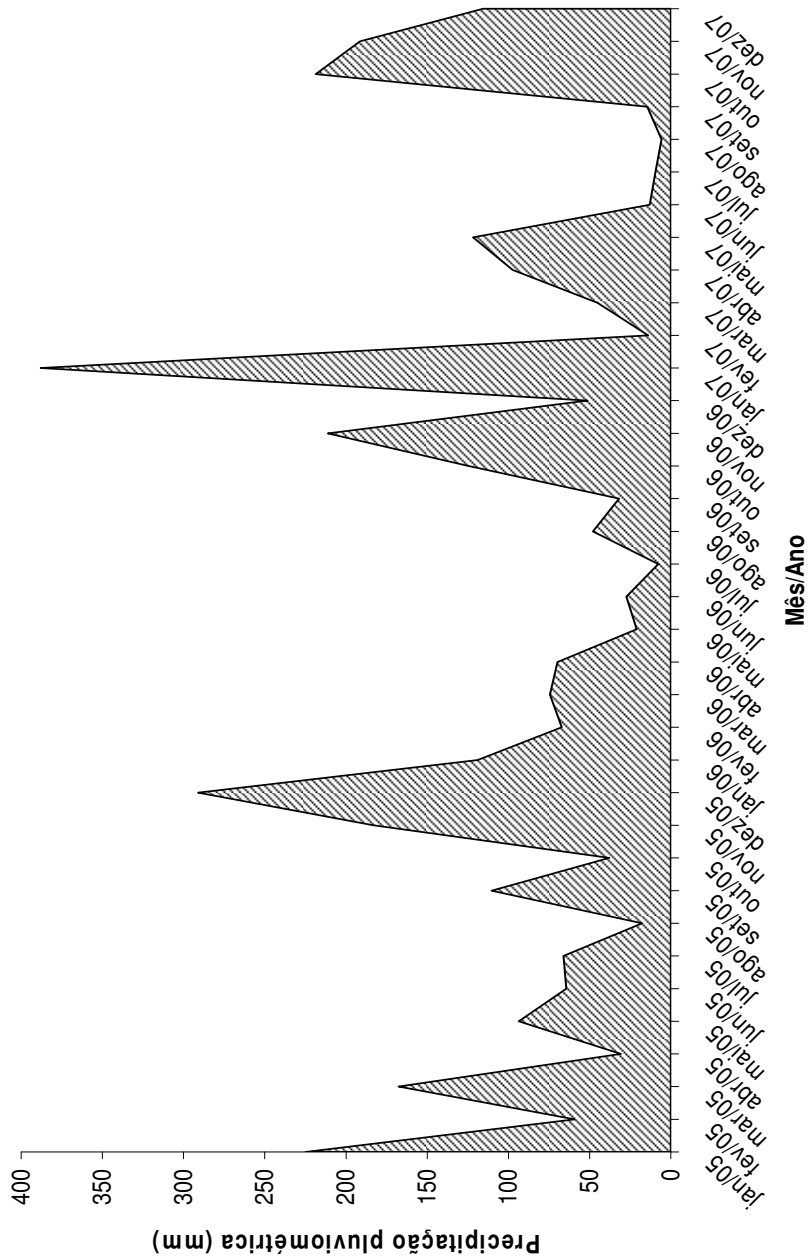


Figura 9. Precipitação pluviométrica no município de Campos dos Goytacazes nos anos de 2005, 2006 e 2007 (UFRRJ, 2009).

A média obtida para a variável altura de planta no experimento foi de 88,8 cm (Tabela 9), situando-se bem abaixo das alturas médias obtidas por EMBRAPA, (2006; 2007), que foram de 158,7 cm, e 160,7 cm, respectivamente.

Esta ocorrência pode ser considerada positiva quando associada a rendimentos de grãos e óleo satisfatórios, como verificado neste trabalho, pois proporciona melhores condições para a colheita manual, não interferindo negativamente na mecanizada.

A média observada para a variável diâmetro médio basal do caule foi de 14,7 mm (Tabela 9). Backes et al. (2008) observaram diâmetro médio para o caule do girassol de 25,26 mm em ensaio de verão, com produtividade média de 1,61 Mg.ha⁻¹. Smirdele et al. (2007) também observaram diâmetros de caule em média de 20,2 mm ao avaliar seis cultivares de girassol, com produtividade média de 2,64 Mg.ha⁻¹

Os ensaios citados anteriormente sugerem que o diâmetro do caule não apresenta uma alta correlação positiva com a produção de grãos, situação que explica o fato do presente estudo ter apresentado diâmetro médio de caule inferior à média nacional sem que tenha sido verificado prejuízo ao aspecto produtivo da cultura.

O diâmetro médio observado para os capítulos (Tabela 9) foi de 12,1 cm, valor um pouco abaixo da média de 15,3 cm dos ensaios nacionais de EMBRAPA (2006). Nestes ensaios, ao observar os extremos para esta variável (12,7 cm e 19,0 cm) verifica-se que no primeiro caso a produtividade média de grãos correspondente foi de 3,3 Mg.ha⁻¹, enquanto no segundo foi de 2,2 Mg.ha⁻¹. Isto indica que também não há uma alta correlação positiva entre o diâmetro do capítulo e a produção de grãos da planta de girassol, corroborando os resultados observados no presente estudo.

Destaca-se que diferenças entre os dados deste estudo e os presentes na literatura para caracteres fenológicos e morfológicos, também podem ser decorrentes de discrepâncias no estágio de desenvolvimento da cultura em que foram feitas as aferições das variáveis, estando ainda sujeitas a subjetividades inerentes a cada avaliador no momento da amostragem.

Tabela 9. Caracteres morfológicos de cinco genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.) avaliados. Campos dos Goytacazes-RJ, abril de 2005

Genótipo	Altura da planta* (cm)	Diâmetro do caule* (mm)	Diâmetro do capítulo* (cm)
Catissol 01	86,5 a	15,1 a	12,7 a
Embrapa 122	84,9 a	13,6 a	11,2 a
Helio 250	81,0 a	13,8 a	11,7 a
Helio 251	96,4 a	14,0 a	11,2 a
Helio 358	95,3 a	17,3 a	13,8 a
Média geral	88,8	14,7	12,1

*. Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

6. RESUMO E CONCLUSÕES

A realização do presente estudo foi de grande utilidade à elaboração das seguintes conclusões a respeito do desenvolvimento da cultura do girassol em Campos dos Goytacazes semeado em abril de 2005:

- 1) Nas condições de realização do experimento os genótipos de girassol avaliados apresentaram o mesmo potencial produtivo;
- 2) O rendimento conjunto de grãos e óleo de girassol obtido foi comparável à média da rede de ensaios nacionais da EMBRAPA;
- 3) A época de semeadura adotada neste estudo (abril de 2005) promoveu o melhor rendimento para a cultura em Campos dos Goytacazes, até o presente momento;
- 4) São necessários estudos adicionais para avaliação de outras épocas de plantio na estação seca.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, V.V.H.; Novais, R.F.; Barros, N.F.; Cantarutti, R.B. (1999) Interpretação dos resultados das análises de solo. In: Ribeiro, A.C.; Guimarães, P.T.G.; Alvarez, V.V.H. (eds). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação*. Viçosa: CFSEMN, p. 25-32.
- Alves, M.O.; Sobrinho, J.N.; Carvalho, J.M.M. (2004) Possibilidades da mamona como fonte de matéria-prima para a produção de biodiesel no Nordeste brasileiro. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil S.A., 2004. 41p. (Série Documentos do ETENE N° 01).
- Andrade, W.E.B.; Ferreira, J. M.; Rêgo Filho, L.M.; Viana, A.R.; Ribas M.L. (2007a) Competição de genótipos de girassol em área de renovação de canaviais em Campos dos Goytacazes, Norte Fluminense. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 4, Varginha, MG. **Anais...** Varginha: UFLA, p.320-325.
- Andrade, W.E.B.; Ferreira, J. M.; Rêgo Filho, L.M.; Viana, A.R.; Shimoya, A.; Ribeiro, L.J.; Ribas M.L. (2007b) Resposta do girassol à calagem e doses de boro em área de renovação de canaviais em Campos dos Goytacazes, Norte Fluminense. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 4, Varginha. **Anais...** Varginha: UFLA, p.326-334.
- Andrade, W.E.B.; Ferreira, J. M.; Rêgo Filho, L.M.; Viana, A.R.; Ribeiro, L.J.; Ribas M.L. (2007c) Resposta do girassol a doses de potássio em área de renovação de canaviais em Campos dos Goytacazes, Norte Fluminense. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 4, Varginha. **Anais...** Varginha: UFLA, p.335-340.
- Andrade, W.E.B.; Ferreira, J.M; Rêgo Filho, L.M.; Oliveira, L.A.A.; Ribeiro, L.J.; Ribas M.L. (2007d) Cultivo do girassol em Campos dos Goytacazes, região Norte Fluminense, em semeadura de primavera-verão (2006/2007). In:

- Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 2007, 4, Varginha. **Anais...** Varginha: UFLA, p.206-210.
- Backes, R.L.; Souza, A.M.; Balbinot Júnior, A.A.; Gallotti, G.J.M.; Bavaresco, A. (2008) Desempenho de cultivares de girassol em duas épocas de plantio de safrinha no planalto norte catarinense. **Scientia Agraria**, v.9, n.1, p.41-48.
- Benedetti, O.; Plá, J.A.; Rathmann, R.; Padula, A.D. (2006) Uma proposta de modelo para avaliar a viabilidade do biodiesel no Brasil. **Teoria e evidência econômica**. Passo Fundo: UPF, v.14, p.81-107.
- Bezerra Neto, F.V.; Rêgo Filho, L.M.; Santos, Z. M.; Leal, N.R.; Rosa, R.M.R.; Gomes, A.A.; Rosa, B.S. (2007) Avaliação agrônômica de seis cultivares de girassol em duas épocas de semeadura em Campos dos Goytacazes. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 4, Varginha. **Anais...** Varginha: UFLA, p.444-449.
- Boyer, J.S. (1982) Plant productivity and environment. **Science**, Washington, v.218, p.443-448.
- Câmara dos Deputados. (2003) O biodiesel e a inclusão social. Brasília: Coordenação de Publicações.
- Canavezzi, M.R.; Maciel, A.J.S.; Albiero, D.; Lopes, O.C. (2006) Levantamento de valores do mercado atual para as culturas de soja, algodão e girassol e seus respectivos produtos. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 3, Varginha. **Anais...** Varginha: UFLA, p.1121-1129.
- Carrão-Panizzi, M.C.; Mandarino, J.M.G. (1994) **Girassol: derivados protéicos**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 27p. (Documentos, 74).
- Carrão-Panizzi, M.C.; Mandarino, J.M.G. (2005) Produtos protéicos do girassol. In: Leite, R.M.V.B. de C.; Brighenti, A.M.; Castro, C. de (Eds.) **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, p.51-68.
- Carvalho, C.G.P. de; Oliveira, M.F. de; Oliveira, A.C.B. de; Castiglioni, V.B.R. (2005) Genética do girassol. In: Leite, R.M.V.B. de C.; Brighenti, A.M.; Castro, C. de (Eds.) **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, p.219-267.
- Castro, C. de; Castiglioni, V.B.R.; Balla, A.; Leite, R.M.V.B. de C.; Karam, D.; Mello, H.C.; Guedes, L.C.A.; Farias, J.R.B. (1996) **A cultura do girassol**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 38p. (Circular Técnica, 13).
- Castro, C. de; Farias, J.R.B. (2005) Ecofisiologia do girassol. In: Leite, R.M.V.B. de C.; Brighenti, A.M.; Castro, C. de (Eds.) **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, p.163-218.
- CONAB (2008) Série Histórica da Safra de Grãos de Girassol. Disponível em <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 12/2008.

- Corbineau, F.; Gay-Mathieu, C.; Vinel, D.; Côme, D. (2002) Decrease in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed viability caused by high temperature as related to energy metabolism, membrane damage and lipid composition. **Physiologia Plantarum**, v.116, p.489-496.
- Corrêa, I.M.; Maziero, J.V.G.; Úngaro, M.R.; Bernardi, J.A.; Storino, M. (2008) Desempenho de Motor Diesel com Misturas de Biodiesel de Óleo de Girassol. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p 923-928.
- Cox, W.J.; Jolliff, G.D. (1986) Growth and yield of sunflower and soybean under soil water deficits. **Agronomy Journal**, Madison, v.78, p.226-230.
- Dall'Agnol, A.; Vieira, O.V.; Leite, R.M.V.B. de C. (2005) Origem e histórico do girassol. In: Leite, R.M.V.B. de C.; Brighenti, A.M.; Castro, C. de (Eds.) **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, p.1-14.
- Domingos, A.K.; Kucek, K.T.; Wilhelm, H.M.; Ramos, L.P. (2004) Óleo bruto de girassol como matéria-prima à produção de biodiesel. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos Vegetais e Biodiesel, 1, Varginha.. **Anais...** Varginha: UFLA, p.279-273.
- EMBRAPA (2000) Tecnologias de produção de girassol. Londrina: EMBRAPA Soja. Disponível em <http://www.cnpso.embrapa.br>. Acesso em 01/2009.
- EMBRAPA (2006) Informes da avaliação de genótipos de girassol 2004/2005 e 2005. Londrina: EMBRAPA Soja, 118p. (Documentos 271).
- EMBRAPA (2007) Informes da avaliação de genótipos de girassol 2005/2006 e 2006. Londrina: EMBRAPA Soja, 120p. (Documentos 285).
- Esau, K. (1974) **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 293p.
- FAPRI (2008) FAPRI 2008 U.S. and World Agricultural Outlook Oilseeds Table. Disponível em <http://www.fapri.iastate.edu>. Acesso em 12/2008.
- FAS/USDA (2008) Oilseeds: World Market and Trade Archives Full Report 04/08. Disponível em <http://www.fas.usda.gov>. Acesso em 12/2008.
- Ferrari, R.A.; Oliveira, V.S.E.; Scabio, A. (2005) Biodiesel de soja: taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia. **Química Nova**, vol.28, n.1, p.19-23.
- Ferreira, D.F. (2000) Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: 45a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos, SP, p.255-258.
- Fischer, G.; Schrattenholzer, L. (2001) Global bioenergy potentials through 2050. **Biomass & Bioenergy**, Pergamon, v.20, n.3, p.151-159.

- Freitas, S.M. (2000) Girassol: expansão ou retração? **Informações Econômicas**, São Paulo, v.30, n.9. p.60-63.
- Gay, C.; Corbineau, F.; Côme, D. (1991) Effects of temperature and oxygen on seed germination and seedling growth in sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Environmental and Experimental Botany**, v.31, p.193-200.
- Gazzoni, D.L. (2005) Óleo de girassol como matéria-prima para biocombustíveis. In: Leite, R.M.V.B. de C.; Brighenti, A.M.; Castro, C. de (Eds.) **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, p.145-162.
- Gonçalves, L.C.; Pereira, L.G.R.; Tomich, T.R.; Rodrigues, J.A.S. (2005) Silagem de girassol como opção forrageira. In: Leite, R.M.V.B. de C.; Brighenti, A.M.; Castro, C. de (Eds.) **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, p.123-143.
- Governo Federal (2009) Mais informações sobre biodiesel. Disponível em <http://www.biodiesel.gov.br>. Acesso em 01/2009.
- Gupta, R.K.; Das, S.K. (2000) Fracture resistance of sunflower seed and kernel to compressive loading. **Journal of Food Engineering**, Essex, v.46, p.1-8.
- Hartmann, A.D.; Costello, W.J.; Libal, G.W.; Walstrom, R.C. (1985) Effect of sunflower seeds on performance, carcass quality, fatty acids and acceptability of pork. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.60, n.1, p.212-219.
- Izquierdo, N.G.; Thevenon, M.A.; San Martino, S.; Dosio, G.; Aquirrezabal, L.A.N. (2000) An architectural model of the sunflower root system using a markovian approach. In: International Sunflower Conference, 15, Toulouse. **Proceedings...** Paris: International Sunflower Association, t.1, p.D-100
- Joly, A.B. (1993) **Botânica**: introdução à taxonomia vegetal. 11. ed. São Paulo: Editora Nacional, 777p.
- Jones, O.R. (1984) Yield, water-use efficiency, and oil concentration and quality of dryland sunflower grown in the southern high plains. **Agronomy Journal**, Madison, v.76, p.229-235.
- Lazarotto, J.J.; Roessing, A.C.; Mello, H.C. (2005) O agronegócio do girassol no mundo e no Brasil. In: Leite, R.M.V.B. de C.; Brighenti, A.M.; Castro, C. de (Eds.) **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, p.15-42.
- Lentz, D.; Pohl, M.E.D.; Pope, K.O.; Wyatt, A.R. (2001) Prehistoric sunflower (*Helianthus annuus* L.) domestication in Mexico. **Economic Botany**, New York, v.55, n.3, p.370-376.
- Lima, L.M.; Chiaro, R.S.; Antoniassi, R.; Freitas, S.C.; Oliveira, L.A.A.; Rêgo Filho, L.M.; Andrade, W.E.B. (2007) Rendimento em óleo das variedades de girassol cultivadas no Estado do Rio de Janeiro para o projeto Riobiodiesel. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 4, Varginha. **Anais...** Varginha: UFLA, p.341-345.

- Macchia, M.; Benvenuti, A.; Baldanzi, M. (1985) Temperature requirements during germination in sunflower. In: Conferencia Internacional de Girasol, 11, Mar del Plata. **Actas...** Mar del Plata: ASAGIR/ISA, t.1, p.93-97.
- Mandarino, J.M.G. (1992) **Características bioquímicas e nutricionais do óleo e do farelo de girassol**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 25p. (Documentos, 52).
- Mandarino, J.M.G. (2005) Óleo de girassol como alimento funcional. In: Leite, R.M.V.B. de C.; Brighenti, A.M.; Castro, C. de (Eds.) **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, p.43-49.
- Marchello, M.J.; Cook, N.K.; Johnson, W.D.; Slinger, W.D.; Cook, D.K.; Dinusson, W.E. (1984) Carcass quality, digestibility and feed performance of swine fed various levels of sunflower seed. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.58, n.5, p.1203-1210.
- Maziero, J.V.G.; Corrêa, I.M.; Trielli, M.A.; Bernardi, J.A.; Dágostini, M. (2006) Avaliação de emissões poluentes de um motor de ignição por compressão utilizando óleo diesel e éster etílico de girassol como combustível. **Engenharia na Agricultura**, v.14, p.287-292.
- Mensink, R.P. (1995) Effects of fats and oils on risk factors for coronary heart disease. In: Congresso y exposición latinoamericanos sobre procesamiento de grasas y aceites, 6, Campinas. **Memórias...** Campinas: Sociedade Brasileira de Óleos e Gorduras, p.95-98.
- Merrien, A. (1992) **Physiologie du tournesol**, Paris: Cetiom, 66p.
- Mohanty, K.K. (2003) The Near-Term Energy Challenge. **AIChE Journal**. v.49, p.2454-2460.
- Oliveira, L.B.; Costa, A.O. (2002) Biodiesel: uma experiência de desenvolvimento sustentável. In: Congresso Brasileiro de Energia, 9, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2002. v.IV. p.1772-1779.
- Oliveira, M.D.S.; Càceres, D.R. (2005) **Girassol na alimentação de bovinos**. Jaboticabal: Funep, 20p.
- Pimentel-Gomes, F. (1990) **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Nobel, 476p.
- Porto, W.S.; Carvalho, C.G.P.; Pinto, R.J.B.; Oliveira, A.B.; Oliveira, M.F. (2006b) Desempenho produtivo de genótipos de girassol na semeadura de fevereiro/março. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 3, Varginha. **Anais...** Varginha: UFLA, p.171-175.
- Porto, W.S.; Carvalho, C.G.P.; Pinto, R.J.B.; Oliveira, A.B.; Oliveira, M.F. (2006a) Desempenho produtivo de genótipos de girassol na semeadura de agosto/setembro. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 3, Varginha. **Anais...** Varginha: UFLA, p.176-180.

- Prado, E.A.; Zan, R.A.; Golfetto, D.C.; Schwade, V.D. (2006) Biodiesel: um tema para uma aprendizagem efetiva. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 34, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: UPF, p. 9203-9215.
- Putt, E.D. (1997) Early history of sunflower. In: Schneiter, A.A. (ed.) **Sunflower technology and production**. Madison: American Society of Agronomy, p.1-19.
- Ramos, L.P.; Domingos, A.K.; Kucek, K.T.; Wilhelm, H.M. (2003) Biodiesel: um projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v.31, p.28-37.
- Ramos, L.P.; Zagonel, G.F. (2001) **Revista de Química Industrial**, v.717, p.17.
- Rathmann, R.; Benedetti, O.; Plá, J.A.; Padula, A.D. (2005) Biodiesel: uma alternativa estratégica na matriz energética brasileira?. In: Seminário de Gestão de Negócios, 2., Curitiba. **Anais...** Curitiba: UNIFAE, v.1.
- Rego Filho, L. de M.; Oliveira, L.A.A. de; Andarde, W.E.B. (2005) Mamona e girassol como matéria-prima para produção de biodiesel na região Norte Fluminense: Primeiros resultados. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 2; Varginha. **Anais...** Varginha: UFLA. p.251-255.
- Rêgo Filho, L.M; Andrade, W.E.B.; Ferreira, J.M.; Oliveira, L.A.A.; Valentini, L.; Ribeiro, L. J.; Freitas, S.J. (2006a) Avaliação de genótipos de girassol na região Norte do Estado do Rio de Janeiro - Primeira época de semeadura (março 2005). In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 3, Varginha. **Anais...** Varginha: UFLA p.93-98.
- Rêgo Filho, L.M; Andrade, W.E.B.; Ferreira, J.M.; Oliveira, L.A.A.; Valentini, L.; Ribeiro, L. J.; Freitas, S.J. (2006b) Avaliação de genótipos de girassol na região Norte do Estado do Rio de Janeiro - Terceira época de semeadura (fevereiro 2006). In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 3, Varginha. **Anais...** Varginha: UFLA p.105-109.
- Robinson, R.G. (1978) Production and culture. In: Carter, J.F. (Ed.) **Sunflower science and technology**. Madison: ASA, p.89-95.
- UFRRJ (2009). Precipitação pluviométrica, expressa em mm observada no posto climatológico do campus Dr. Leonel Miranda da Universidade Federal Rural do Estado do Rio de Janeiro em Campos dos Goytacazes-RJ. Disponível em <http://www.campuslm.ufrrj.br/>. Acesso em 01/09/2008.
- Salfer, J.A.; Linn, J.G.; Otterby, D.E.; Hansen, W.P.; Johnson, D.G. (1995) Early lactation responses of holstein cows fed a rumen-inert fat prepartum, postpartum, or both. **Journal of Dairy Sciences**. Champaign, v.78, n.2, p.368-377.

- Schingoethe, D.J.; Brouk, M.J.; Lightfield, K.D.; Baer, R.J. (1996) Lactational responses of dairy cows fed unsaturated fat from extruded soybeans or sunflower seeds. **Journal of Dairy Sciences**. Champaign, v.79, n.7, p.1244-1249.
- Seiler, G.J. (1997) Anatomy and Morphology of Sunflower. In: Schneiter, A.A. (Ed.) **Sunflower science and technology**. Madison: ASA, p.67-111.
- SIDRA/IBGE (2008) Agricultura: Produção das Lavouras Brasileiras no ano de 2007. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em 12/2008.
- Silva, C.A. (2005) Produção de biodiesel a partir de óleo bruto de girassol. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 2, Varginha. **Anais...** Varginha: UFLA, p.853-857.
- Silva, C.A. da; Pinheiro, J.W. (2005) Girassol na alimentação de suínos e aves. In: Leite, R.M.V.B. de C.; Brighenti, A.M.; Castro, C. de (Eds.) **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, p.93-121.
- Smirdele, O.J.; Silva, J.B.; Silva, S.R.G. (2007) Desempenho produtivo de cultivares de girassol em cerrado de Roraima. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 4, Varginha. **Anais...** Varginha: UFLA, p.531-537.
- Tavares, M.L.A.; Conceição, M.M.; Santos, I.M.G.; Souza, A.G. (2006) Cinética do Biodiesel de Girassol e das Misturas B5, B10, B15, B20, B25 e B50. In: Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel, 1, Brasília. **Anais...** p.196-200.
- Ungaro, M.R.G. (2000) **Cultura do girassol**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 36p. (Boletim Técnico 188).
- Unger, P.W. (1990) Sunflower. In: Stewart, B.A.; Nielsen, D.R. (Eds.) **Irrigation of agricultural crops**. Madison: ASA, p.775-794. (Agronomy, 30).
- Urquiaga, S.; Alves, B.J.R.; Boddey, R.M. (2004) Produção de biocombustíveis: a questão do balanço energético. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 1, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA, CD ROM.
- Warren-Wilson, J. (1966) Effect of temperature on net assimilation rate. **Annals of Botany**, 30, London: Oxford Journals, p.753-761.
- Weiss, E.A. (1983) Sunflower. In: Weiss, E.A. (Ed.) **Oilseed crops**. New York: Longman, cap.9, p.402-462.