UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

EFICIÊNCIA DA SELEÇÃO RECORRENTE PARA REDUÇÃO DA ALTURA DE PLANTAS EM MAMONEIRA (*Ricinus communis* L.)

INOCENCIO JUNIOR DE OLIVEIRA

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Agricultura)

BOTUCATU – SP
Junho – 2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

EFICIÊNCIA DA SELEÇÃO RECORRENTE PARA REDUÇÃO DA ALTURA DE PLANTAS EM MAMONEIRA (*Ricinus communis* L.)

INOCENCIO JUNIOR DE OLIVEIRA
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Maurício Dutra Zanotto

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Agricultura)

BOTUCATU – SP
Junho – 2007

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Oliveira, Inocencio Junior de, 1982-
O48e Eficiência da seleção recorrente para redução da altura de plantas em mamoneira (*Ricinus communis* L.) / Inocencio Junior de Oliveira. - Botucatu : [s.n.], 2007.
x, 43 f. : gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2007
Orientador: Maurício Dutra Zanotto
Inclui bibliografia

1. Mamona. 2. Plantas - Melhoramento genético. 3. Crescimento (Plantas). 4. Produtividade agrícola. I. Zanotto, Maurício Dutra. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: **"EFICIÊNCIA DA SELEÇÃO RECORRENTE PARA REDUÇÃO DA ALTURA DE PLANTAS EM MAMONEIRA (Ricinus communis L.)"**

ALUNO: INOCENCIO JUNIOR DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: PROF. DR. MAURÍCIO DUTRA ZANOTTO

Aprovado pela Comissão Examinadora

PROF. DR. MAURÍCIO DUTRA ZANOTTO

PROF. DR. NORBERTO DA SILVA

DR. JOSÉ GERALDO CARVALHO DO AMARAL

Data da Realização: 20 de junho de 2007.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Inocencio Junior de Oliveira, nascido em 07 de maio de 1982 em Indiaporã, SP, Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", UNESP, em Ilha Solteira, SP em 02/2005. Desenvolveu trabalhos na área de melhoramento genético de plantas com as culturas do feijão e da mamona. Atualmente é doutorando no curso de Genética e Melhoramento de Plantas da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ/USP em Piracicaba, SP.

Aos meus amados e queridos pais

INOCENCIO MARQUES DE OLIVEIRA

MARIA DA GLÓRIA FURTADO DE OLIVEIRA

pelo amor, confiança e incentivo.

DEDICO.

Ao meu orientador

PROF. DR. MAURÍCIO DUTRA ZANOTTO

pela orientação, ensinamentos e amizade

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

A DEUS por iluminar e abençoar todos os meus passos.

Aos meus irmãos Stanley, Weber e Wilian, pelo companheirismo, pela grande e infinita amizade e pelo incentivo que foram essenciais para realização desta conquista. Obrigado por tudo!

À todos os meus familiares, em especial minhas Tia Terezinha (Tia Teroca) e Tia Marlene pelo incentivo, apoio e carinho dedicados em todos os momentos de minha existência. E aos meus sobrinhos queridos, Aniele, Gabriel, Eduarda, Melissa e Felipe para que eles tenham muita saúde e felicidade em vossas vidas.

Ao Prof. Dr. Carlos Alexandre da Costa Crusciol e aos demais professores do Departamento de Produção Vegetal – Agricultura da Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP/Botucatu pelos ensinamentos e incentivo.

Aos amigos do curso Eng. Agrº. M.Sc. Marco Basseto, Eng. Agrº. Julio Bogiani, Eng. Agrº Rafael Pereira, Eng. Agrº. Simério Cruz, Eng. Agrª Carla Machado, Eng. Agrº José Iran, Eng. Agrª Mariana Gomes, Eng. Agrª Érica Léles pela amizade e companheirismo durante o mestrado.

Aos Funcionários do Departamento de Produção Vegetal – Agricultura da Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP/Botucatu, em especial a Lana e Vera por toda ajuda e paciência.

Aos Técnicos Agrícola Milton Morais, Augusto e Daniel pela atenção e auxílio durante a montagem e condução do experimento.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão da bolsa de estudos para realização deste trabalho.

Aos colegas do curso de Pós Graduação pela colaboração e amizade.

A todos que de maneira direta ou indireta ajudaram-me, para que atingisse essa conquista em minha vida. Obrigado e que Deus os abençoe sempre.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE TABELAS..... VIII
LISTA DE FIGURAS..... X
RESUMO……...……..... 01
SUMMARY……..... 03
1 INTRODUÇÃO…….....……..... 05
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA…….....…….. 07
2.1 Mamona: Características Gerais da Planta..... 07
2.2 Mamona: Aspectos Sócio-Econômicos..... 10
2.3 Melhoramento da mamoneira: Ênfase ao porte da planta..... 12
2.4 Seleção recorrente no melhoramento de populações autógamas..... 16
3 MATERIAL E MÉTODOS…….....…….. 19
3.1 Material..... 19
3.2 Métodos..... 20
3.2.1 Ciclos de seleção..... 20
3.2.2 Avaliação dos ciclos de seleção..... 20
3.2.3 Análise de variância e estimativa do ganho genético..... 21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO……... 23
4.1 Altura de plantas 23
4.2 Produtividade de grãos..... 33
5 CONCLUSÕES……...…….....….... 37
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS……....……....……... 38

LISTA DE TABELAS

Tabela **Página**

1 Esquema de análise de variância individual, quadrados médios e respectivas significâncias pelo teste F, segundo o delineamento em blocos ao acaso para as características produtividade de grãos ($kg.ha^{-1}$) e altura de plantas (cm), da cultivar Guarani em Botucatu – SP e São Manuel – SP, na safra 2005/2006..... 21

2 Esquema de análise de variância conjunta para os dois locais, quadrados médios e respectivas significâncias pelo teste F, segundo o delineamento em blocos ao acaso para as características produtividade de grãos ($kg.ha^{-1}$) e altura de plantas (cm), da cultivar Guarani em Botucatu – SP e São Manuel – SP, na safra 2005/2006..... 22

3 Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficientes de variação experimental das análises individuais, para cada local, nos ciclos de seleção da cultivar Guarani para a característica altura de plantas (cm), em Botucatu – SP e São Manuel – SP, na safra 2005/2006..... 23

4 Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficientes de variação experimental da análise conjunta, nos dois locais, nos ciclos de seleção da cultivar Guarani para a característica altura de plantas (cm), em Botucatu – SP e São Manuel – SP, na safra 2005/2006..... 24

5 Médias da cultivar Guarani para a característica altura de plantas (cm), em Botucatu – SP, São Manuel – SP e média conjunta dos dois locais de realização do experimento, em função do ciclo de seleção, na safra 2005/2006..... 25

6 Estimativa do Ganho Genético por ciclo de seleção da característica altura de plantas em Botucatu – SP, na safra 2005/2006 em função da equação de

regressão y = 317,84 – 33,05x + 4,14x^2 com R^2 = 0,99..... 28

7 Estimativa do Ganho Genético por ciclo de seleção da característica altura de plantas em São Manuel – SP, na safra 2005/2006 em função da equação de regressão y = 299,47 – 24,16x + 3,21x^2 com R^2 = 0,98..... 30

8 Estimativa do Ganho Genético por ciclo de seleção para a característica altura de plantas nos dois locais, na safra 2005/2006 em função da equação de regressão y = 308,66 – 28,60x + 3,68 x^2 com R^2 = 0,99..... 32

9 Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficientes de variação experimental das análises individuais, para cada local, nos ciclos de seleção da cultivar Guarani para a característica produção de grãos (kg/ha), em Botucatu – SP e São Manuel – SP, na safra 2005/2006..... 33

10 Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficientes de variação experimental da análise conjunta, nos dois locais, nos ciclos de seleção da cultivar Guarani para a característica produção de grãos (kg/ha), em Botucatu – SP e São Manuel – SP, na safra 2005/2006..... 34

11 Médias da cultivar Guarani para a característica produção de grãos (kg/ha), em Botucatu – SP, São Manuel – SP e média conjunta dos dois locais de realização do experimento, em função do ciclo de seleção, na safra 2005/2006..... 36

LISTA DE FIGURAS

Figura **Página**

1 Curva de regressão (modelo quadrático) da altura de plantas de mamona em função de ciclos de seleção em Botucatu – SP, na safra 2005/2006..... 27

2 Curva de regressão (modelo quadrático) da altura de plantas de mamona em função de ciclos de seleção em São Manuel – SP, na safra 2005/2006..... 29

3 Curva de regressão (modelo quadrático) da altura de plantas de mamona em função de ciclos de seleção em Botucatu – SP e São Manuel – SP, na safra 2005/2006..... 31

RESUMO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa de alto valor sócio-econômico e fonte de divisas para o país. Para atender a necessidade crescente de matéria prima e a dificuldade de produção em escala industrial, é imprescindível o desenvolvimento de materiais genéticos de porte adequado para facilitar a colheita, com maturação precoce e uniforme, visando à utilização de alta tecnologia e que possibilitem a produção da oleaginosa em maior escala.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a eficiência da seleção recorrente para a redução da altura de plantas de mamona da cultivar Guarani, tornando-a com porte adequado para facilitar a colheita.

Foram realizados quatro ciclos de seleção recorrente com a utilização de progênies autofecundadas na cultivar Guarani para redução da altura das plantas, nas condições edafoclimáticas dos municípios de São Manuel - SP e Botucatu – SP. As avaliações de altura das plantas e de produtividade de grãos ($kg.ha^{-1}$) dos quatro ciclos de seleção e do ciclo original foram realizadas nos municípios de São Manuel - SP e Botucatu – SP, sob um delineamento de blocos casualizados com cinco repetições e parcela útil de 30 m^2. A análise de variância para as características altura de plantas e produtividade de grãos foi feita separadamente para cada local e conjuntamente para os dois locais e, posteriormente realizada à comparação das médias através do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foram estimados,

para as duas localidades, por análise de regressão, os ganhos genéticos dos quatros ciclos de seleção para altura de plantas.

A média geral de altura de plantas entre todos os locais foi de 273,52 cm, sendo que na população original (ciclo 0) a média foi de 309,2 cm e no último ciclo de seleção recorrente foi de 252,2 cm, mostrando uma redução na altura das plantas com o desenvolvimento dos ciclos de seleção, confirmando a hipótese da existência de variabilidade genética para altura de plantas na cultivar Guarani. Estes valores mostram a eficiência da seleção recorrente na redução da altura de plantas, comprovado pelo teste de Tukey, em que a população original, diferiu significativamente ao nível de 5% de probabilidade dos demais ciclos de seleção.

A partir da análise de regressão, verificou-se que o modelo quadrático da regressão é o que melhor se ajustou à diminuição da altura das plantas em função dos ciclos de seleção, com $R^2 = 0,99$. Com a equação ajustada $y = 308,66 – 28,60x + 3,68 x^2$, obteve-se a estimativa do ganho genético por ciclo de seleção, cujo ganho total nos dois locais foi de 55,52 cm e o ganho genético em porcentagem no ciclo 1 em relação a média da população original ou ciclo 0 foi de 8,06%, nos ciclos 2, 3 e 4 o ganho genético em relação a média do ciclo 0 foi 5,68%, 3,30% e 0,92%, respectivamente.

A média geral de produtividade de grãos entre todos os locais foi de 2.246,7 $kg.ha^{-1}$, sendo que na população original (ciclo 0) a média foi de 2.255,4 $kg.ha^{-1}$e no último ciclo de seleção recorrente foi de 2.293,5 $kg.ha^{-1}$, valores que não mostraram diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, mesmo com uma redução acentuada na altura das plantas com o desenvolvimento dos ciclos de seleção recorrente na população Guarani Comum.

A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que a seleção recorrente foi eficiente para a redução da altura de plantas e que a cultivar de mamona Guarani apresenta variabilidade genética para tal característica e que a produtividade não foi influenciada pela redução da altura de plantas.

Palavras-chave: mamona, seleção recorrente, altura de plantas, produtividade.

Recurrent selection efficiency for height's reduction of plants in castor bean (*Ricinus communis* L.)

Advisier: Prof. Dr. Maurício Dutra Zanotto

Author: Inocencio Junior de Oliveira

SUMMARY

The castor bean (*Ricinus communis* L.) is high social economic value oil plant and a resource source to Brazil. To attend the increasing necessity of the raw material and the difficulty of production in industrial scale, it is essential the genetic material development in adequate size to facilitate the harvest, with precocious and uniform maturation, purposing the utilization of high technology and becoming possible the oil plant production in higher scale.

The objective of this work was to evaluate the recurrent selection efficiency for height's reduction of the castor bean plants Guarani cultivar, adequating its size to facilitate the harvest.

Were developed four cycles of recurrent selection through the utilization of self-pollinated progenies in the Guarani cultivar for height's reduction of plants, in edaphclimatic condictions of the São Manuel-SP and Botucatu-SP cities. The evaluations of plant's height and grain's productivity ($kg.ha^{-1}$) of the four selection cycles and of the original cycle (cycle 0) were realized at São Manuel-SP and Botucatu-SP cities, under a casualised blocks design with five repetitions and useful parcels of 30 m^2. The variance's analysis for the characteristics plant's height and grain's productivity was made apart to each place and together for the two places and, afterwards it was realized the comparison of the averages by the Tukey test using 5% of probability. Were estimated for the two places, by the regression's analysis, the genetic gains of the four selection cycles for plant's height.

The general average of plant's height between the places was 273,52 cm, in the original population (cycle 0) was 309,2 cm and in the last cycle of recurrent selection was 252,2 cm, demonstrating a reduction in the plant's height by the development selection cycles, confirming the hypothesis of the existence of genetic variability to the plant's height in the Guarani cultivar. These values indicate the efficiency of recurrent selection in the reduction of the plant's height, proved by the Tukey test, in which the original population, differed significantly in 5% of probability of the other selection cycles.

By the regression analysis, it was verified that the regression quadratic model was the most adjusted to the decreasing of the average height of the plants by the selection cycles, with $R^2 = 0,99$. By the adjusted equation $y = 308,66 – 28,60x + 3,68 x^2$, it was obtained the genetic gain's estimative by the selection cycle, which total gain in the two places was 55,52 cm and the genetic gain in percentage in the cycle 1 in relation to the average of the original population (cycle 0) was 8,06%, in the cycles 2, 3 and 4 the genetic gain in respect to average of the cycle 0 was 5,68%, 3,30% and 0,92%, respectively.

The general average of grain's productivity between the places was 2.246,7 $kg.ha^{-1}$, in the original population (cycle 0) the average was 2.255,4 $kg.ha^{-1}$and in the last recurrent selection cycle was 2.293,5 $kg.ha^{-1}$, which values didn't show significant difference in 5% of probability by the Tukey test, even with an accentuated reduction at the plant's height by the development of the recurrent selection cycles in the Guarani cultivar.

By the obtained results, it was concluded that the recurrent selection was efficient to the reduction of plant's height and that Guarani castor bean cultivar presents genetic variability for this characteristic and the productivity wasn't influenced by the reduction of plant's heght.

Key-words: castor bean, recurrent selection, plant height, productivity.

1. INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa de alto valor social, econômico e fonte de divisas para o país. Cultura produzida tradicionalmente em pequenas e médias propriedades tem importante valor social como geradora de renda e empregos no campo. Na área industrial são inúmeras as possibilidades de aplicações e também de utilização como potencial energético (FREIRE et al., 2001; TURATTI et al., 2002). Como fonte de divisas para o país, a mamona perdeu importância, devido às dificuldades para utilização de melhor tecnologia, a concorrência internacional em relação a política comercial, ao incentivo que a pesquisa proporciona a outras culturas como a soja e, principalmente pela falta de cultivares melhoradas. Desta forma, o Brasil que já foi o segundo maior produtor em quantidade produzida, no período de 1980/1985, quando participava com 26% da produção mundial de mamona em baga, em 1999 participou apenas como 2% da produção mundial (SANTOS et al., 2001).

O rendimento médio da mamona em bagas, no Brasil, na safra 2006/2007 continua muito baixo, cerca de 728 $kg.ha^{-1}$ (CONAB, 2007). A perda de competitividade é explicada pelo baixo nível tecnológico do produtor, uso incorreto de insumos e principalmente pela falta de cultivares melhoradas adaptadas para colheita mecânica e para resistência às doenças, o que encarece o custo de produção (SAVY FILHO et al., 1999a). Graças ao melhoramento genético foi possível transferir indeiscência de frutos

para variedades o que permite colheita única, mas, este processo é amplamente prejudicado pela ausência de cultivares uniformes em altura e maturação aptas para a colheita mecânica.

A mamoneira é considerada uma planta em que o óleo extraído de suas sementes tem um elevado valor estratégico, pelo fato de não existirem bons substitutos em muitas de suas aplicações e pela sua versatilidade industrial. O óleo da mamona, principal produto obtido pela industrialização das sementes, é a base para a obtenção de uma diversificada linha de matérias–primas. Outro importante uso do óleo de mamona é na substituição do óleo diesel, devido à atual preocupação com o meio ambiente, na busca de "combustíveis verdes", não poluentes e biodegradáveis (KIIHL, 2006).

Com a ampliação da utilização do óleo de mamona e as recentes iniciativas para a produção de biocombustíveis a produção da matéria prima precisa aumentar, visto que a produção de grãos no estado de São Paulo está muito aquém da necessidade industrial instalada. Para atender a necessidade crescente de matéria prima e dificuldade de produção em escala industrial é imprescindível o desenvolvimento de materiais genéticos de porte adequado para facilitar a colheita, com maturação precoce e uniforme, visando utilização de alta tecnologia que possibilitem a produção da oleaginosa em maior escala.

A maioria das plantas autógamas não permite adequadas oportunidades de recombinação devido ao seu sistema reprodutivo. Por isso, programas de seleção recorrente que favoreçam a recombinação têm sido sugeridos como uma forma de superar essas dificuldades (DESTRO e MONTALVÁN, 1999). A seleção recorrente permite o acúmulo gradual de alelos favoráveis para caracteres quantitativos, como altura de plantas e produtividade. A mamoneira é uma espécie que apresenta facilidade para a obtenção de cruzamentos artificiais com produção de grande número de sementes, sendo, portanto exeqüíveis os procedimentos de recombinação para a condução da seleção recorrente, como tem sido feito por Zanotto et al. (2004). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da seleção recorrente para diminuir a altura de plantas de mamona da cultivar Guarani, visando obter uma população de plantas com porte adequado para facilitar a colheita.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Mamona: Características Gerais da Planta

A mamona (*Ricinus communis* L.) pertence à família Euphorbiaceae, única espécie do gênero *Ricinus*. Sua origem é citada como sendo o centro de diversidade na Etiópia e leste da África (MOSHKIN, 1986). A domesticação da cultura perde-se no tempo, tendo sido relatado seu uso no Egito, no ano 4000 a.c. (ASTMON, 1989).

A mamoneira é uma espécie predominantemente autógama, porém com alta taxa de alogamia (TÁVORA, 1982), podendo chegar a 38% de taxa de cruzamento (OLIVEIRA et al., 2007).

A maioria das plantas apresenta frutos deiscentes, ou seja, frutos que abrem-se naturalmente quando maduros liberando as sementes, mas já existem no mercado cultivares indeiscentes de grande importância econômica, devido à redução do número de repasses na colheita manual e possibilidade da colheita mecânica.

Em geral, o sistema radicular é vigoroso, do tipo pivotante, profundo, com desenvolvimento de poucas raízes laterais, porém de aspecto robusto, assumindo a forma do sistema radicular dos pequenos arbustos. Há forte emissão de radicelas ao longo das raízes, com grande área de absorção de umidade e nutrientes do solo (SAVY FILHO, 1999b).

A característica padrão da parte aérea da mamoneira é a emissão de ramos laterais logo após a emissão da inflorescência primária, terminando na haste principal.

O número de internódios que cada ramo possui é uma característica da cultivar. Este número e a sua dimensão média determinam a altura de inserção do racemo (cacho) primário, característica importante para o cultivo mecânico da mamoneira. O número de internódios nos ramos laterais determina também a altura da planta e a emissão das inflorescências secundárias, terciárias, etc. As plantas de porte alto, geralmente, têm ciclo vegetativo longo (SAVY FILHO, 1999b).

O número de racemos, de frutos por racemo, o peso de cem sementes e teor de óleo da semente são os componentes da produção da planta. O florescimento da mamona é chamado botanicamente de simpodial, o aparecimento da inflorescência dá-se seqüencialmente, com determinado intervalo entre a emissão das inflorescências primária e secundária, secundária e terciária, etc. A inflorescência é constituída pela ráquis, eixo em torno do qual crescem as flores femininas, na parte superior e, masculinas na parte inferior (SAVY FILHO, 2005).

Geralmente, a relação de flores femininas e masculinas é de 50% a 70% de flores femininas de 50% a 30% de masculinas, entretanto, dependendo do material podem ocorrer outras relações em favor das flores femininas, o que é mais interessante do ponto de vista de produtividade. A expressão do sexo é afetada por fatores genéticos e não genéticos, tais como o déficit hídrico ou temperaturas muito altas que podem induzir a formação de flores masculinas (SAVY FILHO, 2005).

O fruto é uma cápsula que se abre em sutura e libera três sementes. Nos tipos indeiscentes, esta abertura não é natural e sim mecânica, já nas deiscentes a abertura ocorre com a secagem e a maturação dos frutos, expulsando naturalmente as sementes.

A semente é muito variável quanto a cor, forma, tamanho, peso, proporção do tegumento e maior ou menor aderência do tegumento ao endosperma. O tegumento externo da semente é representado pela casca dura e quebradiça, tendo ainda uma película interna, fina que envolve o albúmen, que é branco, compacto e rico em óleo (MAZZANI, 1983).

Em relação às exigências edafoclimáticas, a mamoneira é classificada como de clima tropical, necessitando de pelo menos 500 mm de precipitação por ciclo, temperatura média do ar em torno de 25ºC, variando entre 20 ºC e 30 ºC e altitude de pelo menos 300 m, sendo seu ótimo de 650 m de altitude. Assim, é considerada bastante resistente

à seca e não tolerante a salinidade, necessitando para atingir alta produtividade (acima de 2.000 $kg.ha^{-1}$), aproximadamente 900 mm de chuva/ciclo. (BELTRÃO e CARDOSO, 2006).

A luz e a temperatura são os fatores climáticos que mais influenciam o comportamento da cultura da mamona. Poucas são as informações sobre épocas de semeadura da mamona, principalmente, das cultivares de porte baixo recém introduzidas no mercado. O que se sabe é que na região sul do Brasil, o período de semeadura é curto, em comparação com o das regiões com menores latitudes. Em estados brasileiros sob menor latitude, o período de semeadura é mais longo.

Na safra normal, no estado de São Paulo a mamona é semeada nos meses de outubro a dezembro. Em safrinha, a oleaginosa é semeada a partir do início de fevereiro até meados de março, em sucessão à soja ou ao milho, sendo submetida a curto período de chuva.

No Brasil, a produção de mamona é desenvolvida em lavouras de sequeiro, em que a água disponível para as plantas provém somente das chuvas. As plantas cultivadas neste sistema estão sujeitas a períodos de estiagem que podem variar de 2 a 4 semanas. A deficiência hídrica, a alta demanda evapotranspirativa durante esse período e a baixa tecnologia normalmente utilizada reduzem a produtividade e podem até causar a perda total da lavoura. A maioria das cultivares atualmente recomendadas é do tipo tradicional, apresentando as seguintes características: tardia (ciclo longo, 180 dias após a emergência), floração com 42 dias após a emergência, rusticidade, altura média de 1,90 m, fruto semi-indeiscente, boa debulha, produção entre 1500 - 4000 $kg.ha^{-1}$, adequada para colheita manual.

De acordo com Nóbrega et al. (2001), a mamoneira apresenta variabilidade para diversas características, dentre elas produtividade de grãos e altura de plantas, o que pode facilitar os procedimentos de melhoramento genético empregados. A produtividade de grãos é classificada como baixa quando atinge menos de 1.500 kg/ha, média com produtividade de 1.500 a 2.000 kg/ha, alta quando 2.001 a 3.000 kg/ha e muito alta quando acima de 3.000 kg/ha. A classificação para a característica altura de plantas varia desde anã, com altura menor de 0,90m, muito baixa quando entre 0,90 a 1,50m, baixa quando 1,51 a 2,00m, média quando 2,01 a 2,50m, alta quando 2,51 a 3,00m e muito alta, com altura de plantas acima de 3,00m.

2.2. Mamona: Aspectos Sócio-Econômicos

Dos produtos obtidos da mamona, o óleo é o mais importante e principal objetivo para aqueles que a exploram comercialmente. Embora impróprio para consumo humano, a importância do óleo de mamona é evidenciada pelo seu amplo uso industrial. A elevada viscosidade e estabilidade de tal produto são mantidas em larga faixa de condições de temperatura. Devido à alta capacidade de reações químicas dadas pelo ácido graxo ricinoléico, o óleo de mamona tem larga aplicação na fabricação de tintas, vernizes, detergentes, inseticidas, nylon, resinas de plástico, lubrificantes, tubos especiais para irrigação, chapas e engrenagens, aditivos para combustível, bactericidas, fungicidas, produtos sintéticos, fluidos especiais para transmitir pressões hidráulicas, graxas para navio e aviões, espumas plásticas e pára-choques em automóveis, próteses humanas para coluna vertebral, crânio, mandíbula, dentes e mamas (CARVALHO, 1997; GIBELLI, 2001).

Atualmente, um dos mais comentados assuntos a respeito do óleo de mamona é a sua aplicação como combustível de origem renovável, o "biodiesel". Com o advento do Programa Nacional de Biodiesel, autorizando a adição de 2% de biodiesel (B2) ao diesel em 2005, diversos estados do Nordeste tiveram grande incentivo do governo federal para a expansão da produção de mamona, embasada principalmente na agricultura familiar (SAVY FILHO, 2005). Em função da isenção fiscal, e devido ao apelo econômico e social da cultura, muitos trabalhos científicos têm sido conduzidos nesta região, visando à melhoria das técnicas de manejo e buscando materiais genéticos mais produtivos e adaptados a cada microrregião.

O biodiesel, combustível obtido a partir do óleo de diversas oleaginosas, entre elas a mamona, é outro subproduto muito importante para economia de um país, pois além de ser de origem vegetal e renovável, pode contribuir para a diminuição da importação de petróleo.

A torta de mamona, subproduto da indústria é utilizada como adubo orgânico nas culturas de café, citrus, cana-de-açúcar, hortaliças, frutífera e conhecida como produto que apresenta efeito nematicida (SAVY FILHO et al., 1999a), existindo também a possibilidade de utilização para alimentação animal (SANTOS et al., 2001). O produtor pode

ainda utilizar a casca do fruto, incorporando ao solo, visando aumentar o teor de matéria orgânica.

O Brasil possuía a segunda maior área cultivada de mamona em bagas do mundo nos períodos 1980/85 e 1986/91. A participação no cenário mundial declinou de 26% para 8% em 1999 mantendo, no entanto, a terceira posição entre os principais países produtores. Em termos de produção, participava com 26% da produção mundial, perdendo esta posição, participando apenas com 2% em 1999.

Em 2000 houve uma extraordinária recuperação da produção nacional da ordem de 132,7 mil toneladas em relação à safra de 1999, de 25 mil toneladas. Esta elevação deve-se ao aumento do preço internacional do óleo de mamona brasileiro que atende à qualidade exigida pelo mercado importador que é no mínimo, o óleo industrial tipo 1, ou seja, aquele obtido no primeiro processo de prensagem (SANTOS et al., 2001). Em 2006/2007 a produção nacional foi de 152,3 mil toneladas (CONAB, 2007).

O Programa Nacional de Biodiesel já está fomentando a produção de mamona e deve ainda promover a expansão da área de plantio, não só na região nordeste, mas também nas regiões centro-oeste, sudeste e sul do Brasil. A mamona hoje é colocada pelo governo como uma planta de excelente potencial e está incentivando seu plantio, principalmente nas regiões carentes do Brasil. O governo brasileiro tornou-se um dos maiores divulgadores e promotores dessa cultura, ao sinalizar que essa deve ser a principal oleaginosa, no ainda tímido, processo de substituição do diesel brasileiro. O objetivo do governo é realizar um programa de grande benefício social, assegurando uma contínua fonte de renda para as famílias de regiões que estejam à margem do processo de desenvolvimento econômico do país. (MYCZKOWSKI, 2006).

2.3. Melhoramento da mamoneira: Ênfase ao porte da planta

De acordo com Amaral (2003), para garantir retornos econômicos competitivos em relação a outras culturas, torna-se necessário o uso de tecnologias e o desenvolvimento de cultivares com características desejáveis, como maior produtividade e altura de plantas que facilite a colheita. A pesquisa sobre melhoramento da mamoneira é importante para identificar e/ou sintetizar genótipos que se adaptem às condições edafoclimáticas das regiões produtoras, visando distribuir cultivares/híbridos mais produtivas, semideiscentes, de porte médio a baixo, precoces e com elevado teor de óleo nas sementes (FREIRE et al., 2001).

As cultivares são obtidas em programas de melhoramento genético, normalmente por meio de seleção massal ou de hibridação artificial. As cultivares comerciais são caracterizadas pelos atributos botânicos e agronômicos da planta, como porte adequado, fruto com diferente grau de deiscência, haste de cor determinada, tipos de ramificações, teor de óleo, entre outros. Para síntese de híbridos são eleitas linhagens com as características desejáveis que irão compor o novo germoplasma. No caso da mamona interessam linhagens que transmitam alta porcentagem de flores femininas, precocidade e porte baixo (MYCZKOWSKI, 2006).

No Brasil, há programas de pesquisa e desenvolvimento com a cultura da mamoneira sendo realizados nos Estados de São Paulo, Bahia e Paraíba. Em São Paulo, o Instituto Agronômico, em Campinas, vem desenvolvendo tecnologia de produção para a cultura da mamoneira desde 1936 (SAVY FILHO, 1999a), com a implantação e execução do Plano Geral dos Trabalhos em Execução nas Seções de Genética e Plantas Oleaginosas do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo (KRUG & MENDES, 1942), em que foram delineadas as bases científicas para a implantação de um programa de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, visando o cultivo racional e econômico da mamoneira.

No Nordeste a diversidade de tipos de mamoneira provocou um hibridismo espontâneo, os frutos são deiscentes, requerendo múltiplas colheitas por ano, em operação manual. Nas regiões Sudeste e Sul, para garantir a competitividade com outros produtos concorrentes tornou-se necessário o desenvolvimento de técnicas que facilitassem a

mecanização e o desenvolvimento de cultivares mais rentáveis. Deste modo tornou-se possível cultivar variedades anãs e indeiscentes, cuja maturação ocorre aproximadamente ao mesmo tempo em todas as bagas. Isto permite colheita mecânica única anual.

Na Bahia a Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S/A (EBDA) vem trabalhando com a cultura da mamoneira, tendo desenvolvido algumas cultivares. As cultivares identificadas com a sigla SIPEAL são lançadas por essa empresa. A EMBRAPA, através do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPA), localizado em Campina Grande, Paraíba, desenvolve projeto para a cultura da mamoneira, visando tecnologia de produção para a região semi-árida do Nordeste, e, por meio do CENARGEN, mantém um Banco Ativo de Germoplasma de Mamona, com cerca de 1.000 acessos disponíveis para intercâmbio (SAVY FILHO, 1999b).

Como resultado dessa atividade, o CNPA lançou novas cultivares de mamona, a BRS 149 (Nordestina) em 1998 e a Paraguaçu em 1999, ambas de porte alto e adaptado às condições tecnológicas do pequeno e médio produtor, com produtividade entre 15 e 32% maior que as cultivares em distribuição, nas condições edafoclimáticas da Bahia, Pernambuco e Paraíba (EMBRAPA, 1998).

Entre as cultivares de mamona existentes no estado de São Paulo é importante dar destaque à “Guarani” por seu uso e potencial. Esta cultivar originou-se do cruzamento das cultivares “Campinas” e “Preta” em 1964, possuindo porte médio com 180 cm a 200 cm de altura e ciclo de aproximadamente 180 dias. Seus frutos apresentam espinhos e têm caráter indeiscente com produtividade média de 3.090 kg.ha-1 (HEMERLY, 1981). Atualmente existem populações derivadas da cultivar Guarani, denominadas Guarani Comum, que foram multiplicadas por produtores sem os devidos cuidados para manutenção da pureza genética e produção de sementes. Esse procedimento indiscriminado possibilitou cruzamentos naturais com outras cultivares e com mamoneira comum, gerando assim variabilidade genética para diversas características, inclusive altura de plantas (ZANOTTO et ., 2004).

Destaca-se também a cultivar AL-Guarany 2002, lançada pelo Departamento de Sementes Mudas e Matrizes da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI, Campinas (SP), é um material obtido por seleção massal da cultivar Guarani e está em distribuição comercial desde 2002 (SAVY FILHO, 2005).

Considerando que maior lucratividade é possível com utilização de melhor nível tecnológico, a obtenção de cultivares melhoradas para produtividade, porte baixo e ciclo menor são objetivos importantes para programas de melhoramento que visem à tecnologia da colheita mecanizada (AMARAL, 2003). As características agronômicas consideradas ideais, básicas, na composição de uma nova cultivar, passíveis de maximizar o rendimento econômico e industrial da cultura da mamoneira, são, porte baixo para facilitar a colheita, possibilitando maior número de plantas por área; alto potencial de produtividade; resistência às principais doenças (causadas por *Fusarium, Botrytis, Alternaria e Xanthomonas*); frutos indeiscentes no campo, minimizando as perdas antes e durante a colheita; sementes de tamanho médio, uniformes e com alto teor de óleo (SAVY FILHO, 1999b).

Assim, o tipo de planta ideal para regiões de agricultura altamente tecnificada, que são novas fronteiras para a mamoneira, precisa ainda ser desenvolvido e adaptado às seguintes condições de cultivo: porte anão, máximo de 1,50 m; ciclo precoce, máximo de 140 dias; produção de um racemo/planta, com tolerância de dois racemos; alto potencial produtivo e eficiência na mecanização da colheita (SAVY FILHO, 1999b).

Segundo Laureti e Brigham (1987) o porte da planta é uma das mais importantes características morfológicas da mamona, que influenciará na tecnologia de produção de determinada cultivar. Em geral, plantas de porte alto têm maior rusticidade, adequando-se ao baixo nível de tecnologia ou a condições drásticas de clima e solo. O cruzamento entre indivíduos de porte alto com indivíduos de porte anão segrega em F_2 na proporção de 3 plantas de porte alto para 1 de porte baixo. É possível, através de seleção recorrente, atuar sobre o porte, pela redução do número de nós e do comprimento do internódio. O porte anão é governado pelos alelos recessivos (dwdw), que, em homozigose, condiciona o tamanho do internódio (dwarf internode). O gene para dwarf internode é geneticamente independente daquele para indeiscência do fruto e para plantas pistiladas e também do número de internódios. É possível, portanto, constituir genótipos com internódios curtos, com determinado número de internódio, racemos com alto número de flores femininas e frutos indeiscentes.

Existem poucos trabalhos na literatura sobre herança da característica altura de plantas na mamona. Segundo Marinkovic e Skoric (1995) na herança da altura de

plantas o componente aditivo da variação é mais importante do que o componente dominante, indicando condição favorável para adoção da seleção recorrente.

Para obter uma população de plantas de mamona com porte adequado para colheita mecanizada, foram realizados três ciclos de seleção recorrente com a utilização de progênies autofecundadas para redução da altura das plantas na população Guarani comum. Os ganhos genéticos médios por ciclos, obtidos pela análise da equação de regressão foram de 19,78 cm; 24,48 cm e 20,88 cm respectivamente, para as condições de Araçatuba, Bauru e São Manuel, indicando que a população Guarani apresenta variabilidade genética para altura de plantas (ZANOTTO et al., 2004).

Segundo Amaral (2003), em experimentos de avaliação de progênies da cultivar Al Guarany 2002, conduzidos em Araçatuba e São Manuel (2001/2002), a altura média de plantas da testemunha foi respectivamente 162 e 146 cm. As médias e amplitude de variação de progênies foram respectivamente 157 cm e 64 – 261 cm para Araçatuba e 144 cm e 51 – 231 cm para São Manuel e, as estimativas de variância entre progênies, estimativas de variância ambientais e estimativas dos coeficientes de herdabilidade obtidas a partir da análise conjunta apresentaram valores médios de 0,0159, 0,0592 e 0,6002, indicando possibilidade de sucesso de seleção de progênies para menor porte. Amaral (2003) concluiu que a característica altura de plantas apresentou variabilidade de plantas anã a porte alto, sem apresentar comportamento diferencial de progênies em relação aos locais, indicando a possibilidade de sucesso de seleção independentemente de local, para essas regiões. Segundo Moshkin, citado por Freire et al (2001), a característica altura de plantas também é uma característica quantitativa controlada por vários genes e bastante influenciada pelo ambiente. Em relação à altura de plantas, os dados mostram a possibilidade de melhoramento de plantas para menor porte, viabilizando a utilização de tecnologia de colheita mecanizada.

Jesus (2005) avaliando linhagens da população FCA planta baixa de mamona observou para a característica altura de plantas, a média das linhagens e amplitude de variação entre os quatros experimentos foi de 1,20 m com amplitude de 0,33 a 1,68 m ou plantas anãs a baixas. Para a característica produtividade de grãos a média geral das linhagens foi de 1.914 $kg.ha^{-1}$ com amplitude de variação de 119,8 a 3.940 $kg.ha^{-1}$ o que caracteriza tais linhagens como de porte baixo e alta produtividade. Os resultados obtidos permitiram concluir

que na população estudada, há linhagens de porte adequado à colheita mecanizada e com alto potencial produtivo, as quais podem ser utilizadas para a obtenção de híbridos.

2.4. Seleção recorrente no melhoramento de populações autógamas

A maioria dos caracteres que os melhoristas trabalham é controlada por vários genes e praticamente não existe nenhuma linhagem que concentre todos os alelos favoráveis. O modo mais eficiente de concentrar o maior número de alelos favoráveis em uma linhagem é por meio de ciclos sucessivos de seleção e recombinação das melhores famílias, que é a seleção recorrente (RAMALHO et al., 2001).

Na seleção recorrente, melhora-se a performance das populações de forma contínua e progressiva através do aumento das freqüências dos alelos favoráveis dos caracteres sob seleção. Esse processo difere fundamentalmente do método de obtenção de linhagens ou clones devido ao fato de que a variabilidade genética deve ser mantida em níveis adequados para permitir o melhoramento nos ciclos subseqüentes. Portanto, este esquema seletivo é utilizado para programas de melhoramento delineados para médio e longo prazo. Assim, com o decorrer dos ciclos de seleção recorrente, o desempenho médio da população melhora, permitindo que cada ciclo possa ser utilizado como fonte de novas linhagens ou clones. Essas linhagens ou clones podem, então, ser empregadas para a produção de novos híbridos ou clones comerciais e, também, irão participar do processo de reciclagem de materiais elites o que permite manter a base genética desses programas de desenvolvimento de cultivares em níveis adequados. Portanto, os programas de desenvolvimento de cultivares, sejam de híbridos ou clones, devem ter programas de seleção recorrente para manter as taxas de melhoramento em níveis adequados (SOUZA JUNIOR, 2001).

A seleção recorrente tem sido mais extensivamente utilizada em plantas alógamas (HALLAUER, 1986), contudo o seu emprego tem sido ampliado nas últimas décadas com sucesso, em inúmeros países, em várias espécies autógamas, como soja (UPHOFT et al., 1997), trigo (WANG et al., 1996), arroz (RANGEL et al., 1998), aveia (De KOEYER et al., 1993), feijão (RANALLI, 1996) e mamona (ZANOTTO et al., 2004).

Nas plantas autógamas, normalmente, são avaliadas progênies de autofecundação em função da facilidade natural na sua obtenção. Portanto, os passos básicos em um programa de seleção recorrente para plantas autógamas são os seguintes: desenvolvimento da população-base (Ciclo 0: C_0); obtenção, avaliação e seleção das progênies de autofecundação; cruzamento das melhores progênies (recombinação). Assim, a seleção recorrente pode ser definida como uma seleção cíclica de indivíduos de uma população geneticamente heterogênea, seguida de recombinação desses para formar a nova população. Essa nova população é utilizada para início de um novo ciclo de seleção. Esse processo é repetido até que o ganho genético seja economicamente atrativo (DESTRO e MONTALVÁN, 1999).

Na condução de um programa de seleção recorrente, na primeira etapa, a obtenção de progênies é necessário ter em mente que os genitores envolvidos devem ter o melhor desempenho possível para o(s) caráter(es) sob seleção. Além do mais devem apresentar a maior diversidade genética possível, pois assim a população base irá associar média alta e alto nível de variabilidade genética, que são condições indispensáveis para o sucesso com a seleção (RAMALHO et al., 2001).

A seleção na população base pode ser fenotípica – massal ou utilizando algum tipo de família. A primeira opção é aconselhável quando o caráter apresenta alta herdabilidade e pode ser selecionado visualmente com eficiência. Para os caracteres com menor herdabilidade, a seleção deve ser efetuada a partir da avaliação de famílias em experimentos com repetições. Pode-se utilizar à semelhança das plantas alógamas, famílias de meios-irmãos, irmãos germanos ou endógamas. Na maioria dos casos as famílias endógamas são obrigatórias em plantas autógamas (RAMALHO et al., 2001).

Escolhidas as melhores famílias (ou indivíduos) essas deverão ser intercruzadas visando obter a população do ciclo seguinte. Esse intercruzamento pode ser feito artificialmente ou utilizando macho-esterilidade. Zanotto et al. (2004) obteve sucesso em um programa de seleção recorrente para redução da altura de plantas de mamona utilizando intercruzamento artificial.

Na literatura, são raros trabalhos sobre o uso da seleção recorrente como método de melhoramento para a cultura da mamoneira, entretanto, em algumas espécies autógamas esse método é estudado e apresenta resultados positivos para a característica altura

de plantas, como no estudo realizado por Carneiro et. al. (1993) sobre melhoramento do feijoeiro. Através de seleção recorrente visando acumular genes favoráveis à arquitetura de planta para colheita mecanizada e à produtividade, selecionou-se vinte e duas famílias com características interessantes de arquitetura de plantas para intercruzamento e obtenção da população de ciclo 1, mostrando o efeito positivo da seleção recorrente na obtenção de plantas com adequada arquitetura de plantas, além de produtivas.

Fagundes et al. (2006) estudaram as implicações da seleção recorrente sobre uma população de arroz irrigado, realizaram-se três ciclos de seleção recorrente para a característica altura de plantas e verificaram a variação de 86,79 cm e 119,36 cm, indicando que a seleção foi eficiente e separou as populações em baixas e altas.

O estudo da avaliação dos parâmetros genéticos da população de arroz irrigado CNA 11 foi realizado por Lopes (2002) e observou uma ampla variabilidade genética e alta herdabilidade para altura de plantas, sendo possível realizar seleção recorrente para obter ganhos de seleção para melhorar a arquitetura das plantas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

O material utilizado no presente trabalho constou da cultivar de mamona Guarani, aqui denominado ciclo original (ciclo 0) e quatro ciclos de seleção recorrente, aplicados na referida população, com a utilização de progênies autofecundadas para diminuição da altura de plantas, denominados ciclos 1, 2, 3 e 4. A cultivar Guarani, obtida de produtores, teve origem na cultivar IAC Guarani lançada em 1974. As multiplicações da população por parte dos produtores sem utilização de técnicas de melhoramento e produção de sementes, bem como sem os devidos cuidados para evitar cruzamentos com outras cultivares e com mamoneira comum, favoreceram o surgimento de variabilidade genética para características agronômicas importantes, como por exemplo, para altura de plantas.

3.2. Métodos

3.2.1. Ciclos de seleção

Os ciclos de seleção foram obtidos em duas etapas. Na primeira etapa foram selecionadas e autofecundadas plantas baixas da cultivar Guarani. Em seguida as progênies derivadas da autofecundação das plantas selecionadas foram conduzidas em lotes isolados e os racemos primários de cinco plantas de cada uma das 30 progênies mais baixas selecionadas foram protegidos por sacos de papel conforme metodologia descrita por Savy Filho (1999d).

Foram realizadas pelo menos cinco polinizações por racemo, sendo o mesmo polinizado com mistura de pólen de todas as 30 progênies selecionadas. As sementes obtidas por esse método de recombinação foram colhidas e misturadas dando origem ao ciclo de seleção, denominado ciclo 1. Este procedimento foi repetido até a obtenção de quatro ciclos de seleção.

Os ciclos de seleção, com as respectivas fases de recombinação, foram desenvolvidos nos municípios de Botucatu e São Manuel, estado de São Paulo, entre os anos 2001 a 2005.

O material obtido de cada um dos ciclos de seleção foi multiplicado para avaliações posteriores.

3.2.2. Avaliação dos ciclos de seleção

As avaliações dos cinco ciclos de seleção para diminuição de altura de plantas e de produtividade de grãos ($kg.ha^{-1}$) foram realizadas durante o ano agrícola de 2005/2006, nas cidades de Botucatu e São Manuel, estado de São Paulo.

Para realizar a avaliação da altura média das plantas foram tomados dados de altura das plantas na área útil da parcela, em metros, desde a superfície do solo até o ápice do ramo mais alto.

Na avaliação de produtividade de grãos foram tomados dados da massa dos grãos dos frutos descascados em kg, por parcela de 30 m^2, corrigidos para teor de água de 10 %.

O delineamento utilizado foi de blocos casualizados com cinco repetições e parcela útil de 30 m^2, com espaçamento de 1m x 1m.

3.2.3. Análise de variância e estimativa do ganho genético

A análise de variância para a característica altura de plantas e produtividade de grãos foi feita separadamente para cada local e conjuntamente para os dois locais, quando da ocorrência de homogeneidade entre os quadrados médios dos resíduos de cada local e, posteriormente submetido à comparação das médias através do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Tabela 1 apresenta o esquema de análise de variância dos ciclos de seleção, os quadrados médios, individuais em cada local.

Tabela 1. Esquema de análise de variância individual, quadrados médios e respectivas significâncias pelo teste F, segundo o delineamento em blocos ao acaso para as características produtividade de grãos ($kg.ha^{-1}$) e altura de plantas (cm), da cultivar Guarani em Botucatu – SP e São Manuel – SP na safra 2005/2006.

Fator de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F
Blocos	4	-	
Ciclos de Seleção	4	Q1	Q1/Q2
Resíduo	16	Q2	

Onde:

Q1 = quadrado médio entre ciclos de seleção;

Q2 = quadrado médio do erro entre parcelas;

A Tabela 2 apresenta o esquema utilizado para proceder-se à análise de variância conjunta dos ciclos de seleção para os dois locais de realização do experimento (Botucatu – SP e São Manuel – SP).

Tabela 2. Esquema de análise de variância conjunta para os dois locais, quadrados médios e respectivas significâncias pelo teste F, segundo o delineamento em blocos ao acaso para as características produtividade de grãos ($kg.ha^{-1}$) e altura de plantas (cm), da cultivar Guarani em Botucatu – SP e São Manuel – SP na safra 2005/2006.

Fator de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F
Blocos / Locais	8	-	
Locais	1	Q1	Q1/Q4
Ciclos de Seleção	4	Q2	Q2/Q4
Ciclos x Locais	4	Q3	Q3/Q4
Resíduo médio	32	Q4	

Onde:

Q1 = quadrado médio entre locais;

Q2 = quadrado médio entre ciclos de seleção;

Q3 = quadrado médio da interação ciclos x locais;

Q4 = quadrado médio do erro entre parcelas;

Foram estimados, separadamente para cada local e conjuntamente para as duas localidades, por análise de regressão, os ganhos genéticos de seleção para cada local.

4. RESULTADOS E DISCUSSSÃO

4.1. Altura de plantas

Na Tabela 3 são apresentados quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficientes de variação experimental das análises individuais, para cada local, nos ciclos de seleção da cultivar Guarani Comum para a característica altura de plantas (cm), em Botucatu – SP e São Manuel – SP.

TABELA 3. Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficientes de variação experimental das análises individuais, para cada local, nos ciclos de seleção da cultivar Guarani para a característica altura de plantas (cm), em Botucatu – SP e São Manuel – SP, na safra 2005/2006.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios	
		Botucatu - SP	São Manuel - SP
Blocos	4	-	-
Ciclos de Seleção	4	3709,10**	1813,14**
Resíduo	16	247,05	202,84
CV (%)		5,68	5,27

** significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Os coeficientes de variação foram de 5,68% em Botucatu e de 5,27% em São Manuel, mostrando baixa influência ambiental na condução do experimento para a característica altura de plantas.

Os quadrados médios de ciclos de seleção foram significativos em nível de 1% de probabilidade para os dois locais, indicando que os ciclos de seleção recorrente diferiram entre si.

Devido à ocorrência de homogeneidade entre os quadrados médios dos resíduos para cada local, foi realizada a análise conjunta para os dois locais.

Os quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficientes de variação experimental da análise conjunta, nos dois locais, nos ciclos de seleção da cultivar Guarani para a característica altura de plantas (cm), em Botucatu – SP e São Manuel – SP, podem ser vistos na Tabela 4.

TABELA 4. Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficientes de variação experimental da análise conjunta, nos dois locais, nos ciclos de seleção da cultivar Guarani para a característica altura de plantas (cm), em Botucatu – SP e São Manuel – SP, na safra 2005/2006.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios
Blocos	8	-
Locais (L)	1	$474,32^{ns}$
Ciclos de Seleção (CS)	4	5315,37**
CS x L	4	$206,87^{ns}$
Resíduo Médio	32	224,94
CV (%)	5,48	

** significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

ns – não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

O coeficiente de variação experimental da análise conjunta para a característica altura de plantas foi de 5,48% indicando boa precisão experimental.

O quadrado médio da interação de ciclos de seleção por locais avaliados na análise conjunta não foi significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, indicando que os ciclos de seleção não apresentaram comportamento diferencial em relação aos locais para a característica altura de plantas.

No entanto, o quadrado médio de ciclos de seleção da análise conjunta foi significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade. Isso mostra que os ciclos de seleção recorrente para reduzir a altura de plantas diferiram entre si, resultado semelhante foi encontrado por Zanotto et al. (2004).

Na Tabela 5 são apresentados os valores médios da cultivar Guarani para a característica altura de plantas (cm), em Botucatu – SP, São Manuel – SP e média conjunta dos dois locais em função do ciclo de seleção recorrente.

TABELA 5. Médias da cultivar Guarani para a característica altura de plantas (cm), em Botucatu – SP, São Manuel – SP e média conjunta dos dois locais de realização do experimento, em função do ciclo de seleção, na safra 2005/2006.

Ciclos de Seleção	Botucatu - SP	São Manuel - SP	Dois Locais
	Média (cm)		
0	317,2	301,2	309,2 c
1	291,0	275,0	283,0 b
2	266,0	264,2	265,1 ab
3	257,0	259,2	258,1 a
4	251,8	252,6	252,2 a
Média	276,6	270,4	
Média geral			273,52
DMS			19,38

Letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A média de altura de plantas em Botucatu e em São Manuel foi de 276,6 cm e 270,4 cm, respectivamente. Em Botucatu o ciclo original (ciclo 0) teve média de 317,2 cm e no último ciclo de seleção a média foi de 251,8 cm. Já em São Manuel a população o original (ciclo 0) teve média de 301,2 cm e no último ciclo de seleção a média foi de 252,6 cm.

A média geral de altura de plantas entre todos os locais foi de 273,52 cm, sendo no ciclo original (ciclo 0) a média foi de 309,2 cm e no último ciclo de seleção recorrente foi de 252,2 cm, mostrando uma redução acentuada na altura das plantas com o desenvolvimento dos ciclos de seleção, confirmando a hipótese da existência de variabilidade genética para altura de plantas na cultivar Guarani e a eficiência dos ciclos de seleção recorrente para redução da altura de plantas.

Estes valores mostram a eficiência dos ciclos de seleção recorrente na redução da altura de plantas, comprovado pelo teste de Tukey, em que o ciclo original, diferiu significativamente ao nível de 5% de probabilidade dos demais ciclos de seleção, corroborando com os dados obtidos por Zanotto et al. (2004), na cultura da mamona. Nota-se que já no primeiro ciclo de seleção (ciclo 1) obteve-se efeito da seleção recorrente na redução da altura de plantas, ocorrendo redução no tamanho da planta de 26,2 cm.

O efeito positivo da seleção recorrente visando melhor arquitetura de plantas também foi observado por Carneiro et al (1993) na cultura do feijoeiro e por Fagundes et al. (2006) na cultura do arroz.

Os ciclos de seleção 2, 3 e 4, não diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Mesmo assim, observa-se um ganho genético significativo se comparado com o ciclo original.

Na Figura 1 pode ser visto o comportamento da característica altura de plantas em função de ciclos de seleção recorrente em Botucatu – SP, do ciclo original (ciclo 0) até o 4º ciclo de seleção da cultivar Guarani de mamona e o modelo quadrático da regressão foi o que melhor se ajustou à diminuição da altura das plantas em função dos ciclos de seleção, com $R^2 = 0,99$.

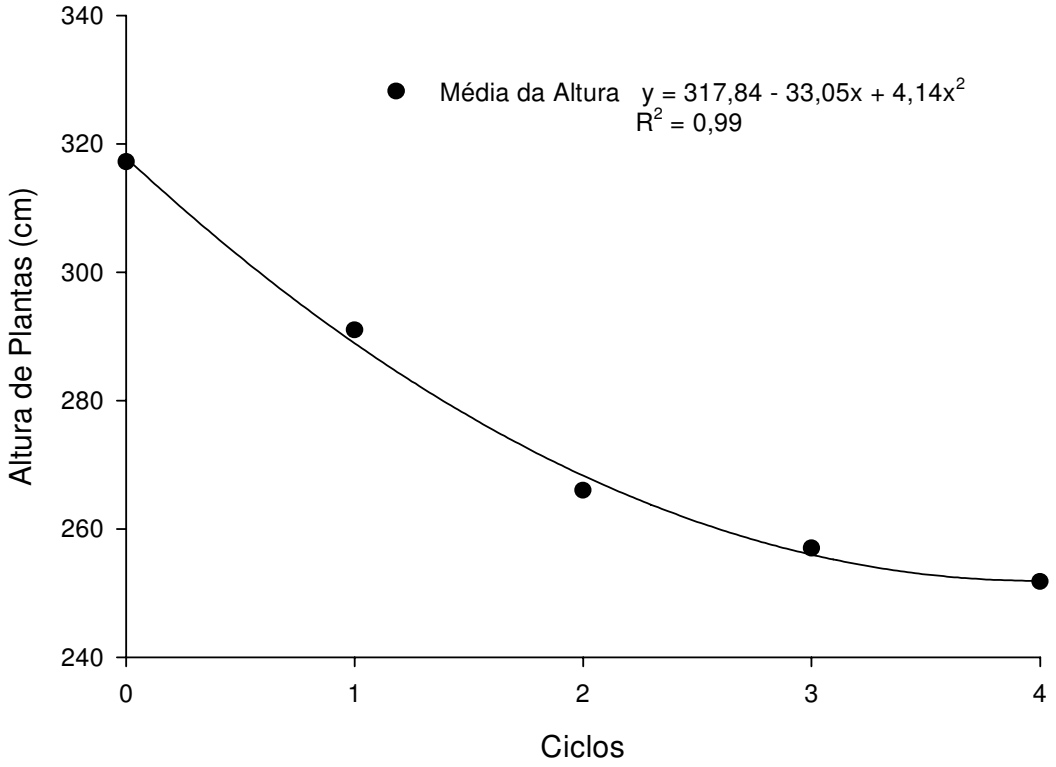

FIGURA 1. Curva de regressão (modelo quadrático) da altura de plantas de mamona em função de ciclos de seleção em Botucatu – SP, na safra 2005/2006.

A partir da equação ajustada $y = 317,84 – 33,05x + 4,14 x^2$, obteve-se a estimativa do ganho genético por ciclo de seleção, mostrado na Tabela 6.

TABELA 6. Estimativa do Ganho Genético por ciclo de seleção da característica altura de plantas em Botucatu – SP, na safra 2005/2006 em função da equação de regressão $y = 317,84 – 33,05x + 4,14x^2$ com $R^2 = 0,99$.

Ciclos de Seleção	Ganho Genético		
	Por ciclo (cm)	% (em relação a média do ciclo 0)	% (em relação ao ganho total)
1	28,91	9,11	43,83
2	20,63	6,50	31,28
3	12,35	3,89	18,72
4	4,07	1,28	6,17
Total	65,96		

O ganho genético total em Botucatu foi de 65,96 cm e o ganho genético em porcentagem no ciclo 1 em relação a média da população original ou ciclo 0 foi de 9,11%, no ciclo 2 o ganho genético foi de 6,50% em relação a média da população original, já nos ciclos 3 e 4 o ganho genético em relação ao ciclo original foi de 3,89% e 1,28%, respectivamente.

Cabe ressaltar que o ganho genético por ciclo de seleção em relação ao ganho total (65,96 cm) foi mais expressivo nos dois primeiros ciclos de seleção, sendo de 43,83% o ganho genético no ciclo 1 e 31,28% no ciclo 2 em relação ao ganho total. Já no 3º ciclo de seleção o ganho total foi de 18,72%. E, no ciclo 4, foi de 6,17% em relação ao ganho total. Percebe-se uma redução no ganho genético de seleção com o desenvolvimento dos ciclos, isto devido uma diminuição da variabilidade genética da cultivar Guarani para a característica altura de plantas, resultados semelhantes foram obtidos por Zanotto et. al. (2004).

Na Figura 2 pode ser visto o comportamento da característica altura de plantas em função de ciclos de seleção recorrente em São Manuel – SP, do ciclo original até o 4º ciclo de seleção da cultivar Guarani de mamona e o modelo quadrático da regressão

foi o que melhor se ajustou à diminuição da altura das plantas em função dos ciclos de seleção, com $R^2 = 0,98$.

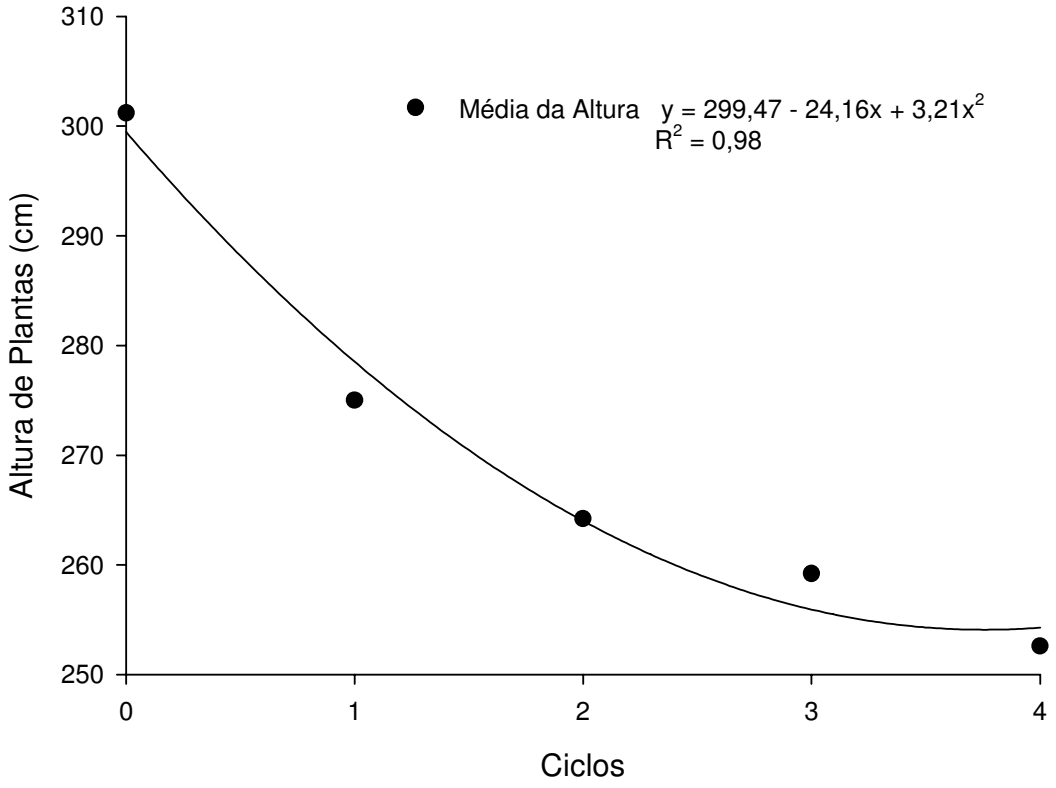

FIGURA 2. Curva de regressão (modelo quadrático) da altura de plantas de mamona em função de ciclos de seleção em São Manuel – SP, na safra 2005/2006.

Através da equação ajustada $y = 299,47 – 24,16x + 3,21x^2$, obteve-se a estimativa do ganho genético por ciclo de seleção, mostrado na Tabela 7.

TABELA 7. Estimativa do Ganho Genético por ciclo de seleção da característica altura de plantas em São Manuel – SP, na safra 2005/2006 em função da equação de regressão $y = 299,47 – 24,16x + 3,21x^2$ com $R^2 = 0,98$.

Ciclos de Seleção	Ganho Genético		
	Por ciclo (cm)	% (em relação a média do ciclo 0)	% (em relação ao ganho total)
1	20,95	6,96	46,27
2	14,53	4,82	32,09
3	8,11	2,69	17,91
4	1,69	0,56	3,73
Total	45,28		

O ganho genético total em São Manuel foi de 45,28 cm e o ganho genético em porcentagem no ciclo 1 em relação a média da população original ou ciclo 0 foi de 6,96%, no ciclo 2 o ganho genético foi de 4,82% em relação a média da população original, já nos ciclos 3 e 4 o ganho genético em relação ao ciclo original foi de 2,69% e 0,56%, respectivamente.

Já, o ganho genético por ciclo de seleção em relação ao ganho total (45,28 cm) foi mais expressivo nos dois primeiros ciclos de seleção, sendo de 46,27% o ganho genético no ciclo 1 e 32,09% no ciclo 2 em relação ao ganho total. Já no 3º ciclo de seleção o ganho total foi de 17,91%. E, no ciclo 4, foi de 3,73% em relação ao ganho total. Percebe-se uma redução no ganho genético de seleção com o desenvolvimento dos ciclos, isto devido a uma diminuição da variabilidade genética da população Guarani Comum para a característica altura de plantas, corroborando com os resultados obtidos por Zanotto et. al. (2004).

Na Figura 3 pode ser visto o comportamento da característica altura de plantas em função de ciclos de seleção recorrente, conjuntamente em Botucatu – SP e em São Manuel – SP, do ciclo original até o 4º ciclo de seleção da cultivar Guarani de mamona e o modelo quadrático da regressão foi o que melhor se ajustou à diminuição da altura das plantas em função dos ciclos de seleção, com $R^2 = 0,99$.

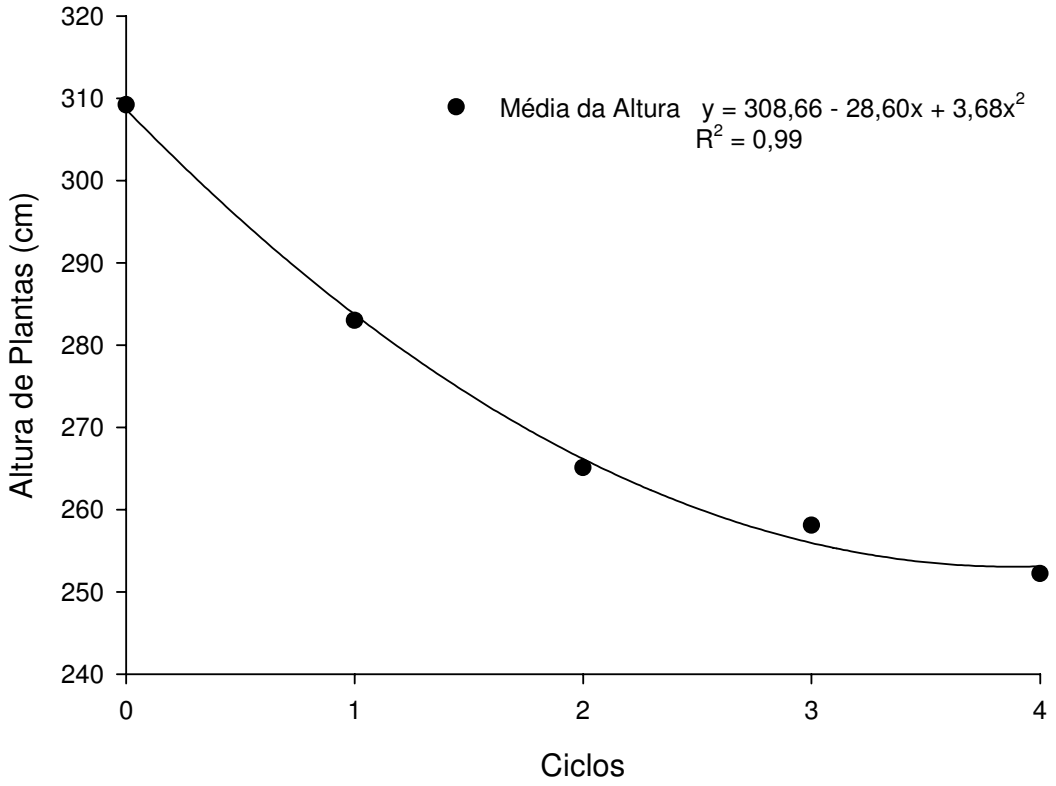

FIGURA 3. Curva de regressão (modelo quadrático) da altura de plantas de mamona em função de ciclos de seleção em Botucatu – SP e São Manuel - SP, na safra 2005/2006.

A partir da equação ajustada $y = 308,66 – 28,60x + 3,68\ x^2$, obteve-se a estimativa do ganho genético por ciclo de seleção, mostrado na Tabela 8, cujo ganho total considerando os dois locais foi de 55,52 cm.

TABELA 8. Estimativa do Ganho Genético por ciclo de seleção para a característica altura de plantas nos dois locais, na safra 2005/2006 em função da equação de regressão $y = 308,66 – 28,60x + 3,68 x^2$ com $R^2 = 0,99$.

Ciclos de Seleção	Ganho Genético		
	Por ciclo (cm)	% (em relação a média do ciclo 0)	% (em relação ao ganho total)
1	24,92	8,06	44,88
2	17,56	5,68	31,63
3	10,20	3,30	18,37
4	2,84	0,92	5,12
Total	55,52		

O ganho genético total considerando os dois locais foi de 55,52 cm e o ganho genético em porcentagem no ciclo 1 em relação a média da população original ou ciclo 0 foi de 8,06%, no ciclo 2 o ganho genético foi de 5,68% em relação a média da população original, já nos ciclos 3 e 4 o ganho genético em relação ao ciclo original foi de 3,30% e 0,92%, respectivamente.

Cabe ressaltar que o ganho genético por ciclo de seleção em relação ao ganho total (55,52 cm) foi mais expressivo nos dois primeiros ciclos de seleção, sendo de 44,88% o ganho genético no ciclo 1 e 31,63% no ciclo 2 em relação ao ganho total. No 3º ciclo de seleção o ganho total foi de 18,37%. E, no ciclo 4, foi de 5,12% em relação ao ganho genético total. Estes resultados são reforçados pelo trabalho de Geraldi et al. (2000) em que indicaram que nos primeiros ciclos de seleção em um programa de seleção recorrente, como ocorre no presente estudo, encontra-se uma ampla variabilidade genética entre as famílias, sendo que à medida que sucedem os demais ciclos de seleção e recombinação a possibilidade de ganho de seleção vai diminuindo. E, por Lopes (2002), no qual mostrou que ampla variabilidade genética e alta herdabilidade são importantes para obtenção de elevados ganhos de seleção num programa de seleção recorrente.

Com o desenvolvimento dos ciclos de seleção ocorreu uma redução no ganho genético, isto devido a uma diminuição da variabilidade genética para a característica altura de plantas da cultivar Guarani, entretanto, o uso da seleção recorrente para redução da altura de plantas da cultivar Guarani, foi eficiente, independente do local de cultivo, conforme mostrado na Figura 3 e na Tabela 8.

4.2. Produtividade de Grãos

Na Tabela 9 são apresentados quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficientes de variação experimental das análises individuais, para cada local, nos ciclos de seleção da cultivar Guarani para a característica produtividade de grãos ($kg.ha^{-1}$), em Botucatu – SP e São Manuel – SP.

TABELA 9. Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficientes de variação experimental das análises individuais, para cada local, nos ciclos de seleção da cultivar Guarani para a característica produção de grãos ($kg.ha^{-1}$), em Botucatu – SP e São Manuel – SP, na safra 2005/2006.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios	
		Botucatu - SP	São Manuel - SP
Blocos	4	-	-
Ciclos de Seleção	4	$63244,86^{ns}$	$72303,26^{ns}$
Resíduo	16	153917,7	233964,9
CV (%)		17,54	21,43

ns – não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Os quadrados médios de ciclos de seleção não foram significativos a 5% de probabilidade pelo teste F para os dois locais (Tabela 9), indicando que a seleção recorrente para a redução da altura de plantas, não influenciou a produtividade de grãos das

plantas, ou seja, mesmo com a diminuição na altura das plantas, a produtividade não foi alterada.

Os coeficientes de variação foram de 17,54% em Botucatu e de 21,43% em São Manuel. Esses valores foram maiores do que os coeficientes de variação para a característica altura de plantas, provavelmente, pelo fato da produtividade de grãos ser uma característica mais influenciada pelo ambiente, sendo controlada por um grande número de genes.

Devido à ocorrência de homogeneidade entre os quadrados médios dos resíduos para cada local, foi realizada a análise conjunta.

Os quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficientes de variação experimental da análise conjunta, nos dois locais, nos ciclos de seleção da cultivar Guarani para a característica produtividade de grãos ($kg.ha^{-1}$), em Botucatu – SP e São Manuel – SP, são apresentados na Tabela 10.

TABELA 10. Quadrados médios, respectivas significâncias pelo teste F e coeficientes de variação experimental da análise conjunta, nos dois locais, nos ciclos de seleção da cultivar Guarani para a característica produção de grãos ($kg.ha^{-1}$), em Botucatu – SP e São Manuel – SP, na safra 2005/2006.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios
Blocos	8	-
Locais (L)	1	$5387,22^{ns}$
Ciclos de Seleção (CS)	4	$65901,35^{ns}$
CS x L	4	$69656,47^{ns}$
Resíduo Médio	32	193941,3
CV (%)	19,60	

ns – não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

O coeficiente de variação experimental da análise conjunta para a característica produtividade de grãos foi de 19,60%. Segundo Chaves et al. (2001), em experimentos de campo, as diferenças ambientais que ocorrem entre covas dentro de um mesmo experimento são devidas basicamente a variações de solo e fatores erráticos como falhas de germinação, ataques de pragas e doenças e diferenças na profundidade de semeadura. Outros fatores ambientais como, por exemplo, diferenças climáticas, altitude, comprimento do dia, e tipo de solo, variam muito pouco dentro de uma mesma área experimental, podendo, no entanto, variar bastante quando se considera uma outra localidade ou outro ano de teste.

O quadrado médio da interação de ciclos de seleção por locais avaliados na análise conjunta não foi significativo a 5% de probabilidade pelo teste F (Tabela 10), considerando-se apenas a análise conjunta para interpretação dos dados, indicando que os ciclos de seleção não apresentaram comportamento diferencial em relação aos locais para a característica produtividade de grãos.

O quadrado médio de locais e de ciclos de seleção da análise conjunta não foi significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. Isso mostra que a produtividade de grãos não foi influenciada pelo uso da seleção recorrente para reduzir a altura de plantas, que por sua vez foi eficiente, portanto, redução da altura da planta não afetou a produtividade de grãos, independente do local de cultivo.

Na Tabela 11 são apresentados os valores médios da cultivar Guarani para a característica produtividade de grãos ($kg.ha^{-1}$), em Botucatu – SP, São Manuel – SP e média conjunta dos dois locais em função do ciclo de seleção recorrente.

TABELA 11. Médias da cultivar Guarani para a característica produtividade de grãos (kg.ha^{-1}), em Botucatu – SP, São Manuel – SP e média conjunta dos dois locais de realização do experimento, em função do ciclo de seleção, na safra 2005/2006.

Ciclos de Seleção	Botucatu - SP	São Manuel - SP	Dois Locais
	Média (kg.ha^{-1})		
0	2.112,6	2.398,2	2.255,4 a
1	2.195,8	2.072,8	2.134,3 a
2	2406,0	2.284,6	2.345,3 a
3	2.184,4	2.225,6	2.205,0 a
4	2.282,8	2.304,2	2.293,5 a
Média	2.236,3	2.257,1	
Média geral			2.246,7

Letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A média de produtividade de grãos em Botucatu e em São Manuel foi de 2.236,3 kg.ha^{-1} e 2.257,1 kg.ha^{-1}, respectivamente. Em Botucatu o ciclo original (ciclo 0) teve média de 2.112,6 kg.ha^{-1} e no último ciclo de seleção a média foi de 2.282,8 kg.ha^{-1}. Em São Manuel o ciclo original (ciclo 0) teve média de 2.398,2 kg.ha^{-1} e no último ciclo de seleção a média foi de 2.304,2 kg.ha^{-1}.

A média geral de produtividade de grãos entre todos os locais foi de 2.246,7 kg.ha^{-1}, considerada alta de acordo com parâmetros de Nóbrega et al. (2001), sendo que na população original (ciclo 0) a média foi de 2.255,4 kg.ha^{-1} e no último ciclo de seleção recorrente foi de 2.293,5 kg.ha^{-1}, valores que não mostraram diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, mesmo com uma redução acentuada na altura das plantas com o desenvolvimento dos ciclos de seleção recorrente na população Guarani Comum, assim como concluiu Amaral (2003) que mostrou alta probabilidade de utilização de materiais produtivos e de porte menor, com possibilidade de maior facilidade na colheita e Jesus (2005) que mostrou ser possível desenvolver linhagens de mamona baixas e produtivas.

5. CONCLUSÕES

A seleção recorrente foi eficiente para a redução da altura de plantas, indicando que a população de mamona Guarani Comum apresenta variabilidade genética para tal característica.

A produtividade de grãos ($kg.ha^{-1}$) não foi influenciada pela redução da altura de plantas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, J. G. C. **Variabilidade genética para características agronômicas entre progênies autofecundadas de mamona (*Ricinus communis* L.) cv. AL Guarany 2002.** 2003. 59 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

ASTMON, D. Castor. In: Robbelen, G. et al. (Eds): **Oil crops of the world:** their breeding and utilization. Mcgraw-Hill Publishing Company, 1989, p. 438-447.

BELTRÃO, N. E. M.; CARDOSO, G. D. **Informações sobre os sistemas de produção utilizados na ricinocultura na região nordeste, em especial o semi-árido e outros aspectos ligados a sua cadeia.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 6 p. (Comunicado Técnico, 213).

CARNEIRO, J. E. S.; PEREIRA, P. A. A.; RAVA, C. A.; FARIA, J. C. Melhoramento do feijoeiro através de seleção recorrente. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 4., 1993, Londrina. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 1993, p. 78.

CARVALHO, L. O. Mamona (*Ricinus communis* L.). In: São Paulo (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. **Manual técnico das culturas.** 2. ed. Campinas, 1997. cap. 11, p. 349-368.

CHAVES, C. J. Interação de genótipos com ambientes. In: **Recursos genéticos e melhoramento – plantas.** Rondonópolis: Fundação MT, 2001. cap. 4, p. 79 – 99.

COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO – CONAB. Indicadores da Agropecuária. Ano XVI, n. 3. 2007. Disponível em <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/indicadores/IA_MAR_2007>. Acesso em 17 Abril de 2007.

De KOEYER, D. L.; STUTHMAN, D. D.; FULCHER, R. G.; POMERANKE, G. J. Effects of recurrent selection for grain yield on oat kernel morohology. **Crop Science,** Madison, v. 33, n. 5, p. 924-928, 1993.

DESTRO, D.; MONTALVÁN, R. Seleção recorrente em plantas autógamas. In: _____. (Org.). **Melhoramento Genético de Plantas.** Londrina: Editora UEL, 1999. p. 271-282.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. **Nova Cultivar de mamona, BRS 149 (Nordestina)**. Campina Grande, 1998.

FAGUNDES, P. R. R. ; BARBOSA NETO, J. F.; RANGEL, P. H. N.; MAGALHÃES JR, A. M. de. Implicações da seleção recorrente sobre uma população de arroz irrigado. In: REUNIÃO NACIONAL DA PESQUISA DE ARROZ, 8., 2006. Brasília. **Anais...** Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 1 CD-ROM.

FREIRE, E. C.; LIMA, E. F.; ANDRADE, F. P. de. Melhoramento genético. In: AZEVEDO, D. M. P. de.; LIMA, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil.** Brasília: Embrapa Algodão, 2001. p. 229-256.

GERALDI, I.O. Muestreo genético para programas de mejoramiento poblacional. In: GUIMARÃES, E.P. (Ed.). **Avances en el mejoramiento poblacional en arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. p.9-19.

GIBELLI, F. Projeto poiuretano de óleo de mamona e seus subprodutos. In: CÂMARA, G. M. S., CHIAVEGATO, E. J. (Coord.). **O agronegócio das plantas oleaginosas.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ Departamento de Produção Vegetal, 2001. cap. 10, p. 181-184.

HALLAUER, A. R. Compedium of recurrent selection methods and their applications. **Critical Review in Plant Science**, Boca Raton, v.3, p. 1-33, 1986.

HEMERLY, F. X. **Mamona: comportamentos e tendências no Brasil**. Brasília: Embrapa, 1981. 14 p.

JESUS, C. R. **Avaliação de linhagens da população FCA planta baixa de mamona (*Ricinus communis* L.).** 2005. 36 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

KIIHL, T. A. M. **Obtenção e avaliação preliminar de novos híbridos de mamona (*Ricinus communis* L.).** 2006. 52 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

KRUG, C. A.; TEIXEIRA MENDES, P. Melhoramento da mamoneira *(Ricinus communis* L) II- observações gerais sobre a variabilidade do gênero *Ricinus*. **Bragantia**, Campinas, v. 2, p. 155-157, 1942.

LAURETI, D. di e BRIGHAM, R. D. Genetica e miglioramento del rícino. In: Ministero dell' Agricoltura e Foreste, ed. II Rícino-obenttivi, **Strategie e ricerca.** 1987. p. 11-22.

LOPES, S.I.G. **Avaliação dos parâmetros genéticos da população de arroz irrigado CNA 11 e da divergência genética entre os genitores**. 2002. 92 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

MARINKOVIC, R.; SKORIC, D. Components of genetic variability of castor oil plant height, number of leaves and number of branches (*Ricinus communis* L.). **36th Conference about production and processing of oil crops.** 1995, p. 310-314.

MAZZANI, B. Euforbiáceas Oleaginosas. In: _____. **Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas.** Caracas: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuárias, 1983. p. 277-360.

MOSHKIN, V. A. **Castor.** Balkenma. Rotterdam. 1986, 315p.

MYCZKOWSKI, M. L. **Seleção para aumento da porcentagem de flores femininas na população FCA-Unesp-PB de mamona (*Ricinus communis* L.).** 2006. 34 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

NÓBREGA, M. B. M. et al. Germoplasma, In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Ed.) **O agronegócio da mamona no Brasil.** Brasília: Embrapa Algodão, 2001. cap. 11., p. 257-281.

OLIVEIRA, I. J.; ZANOTTO, M. D.; MYCZKOWSKI, M. L.; AMARAL, J. G. C. Taxas de cruzamentos naturais na cultivar Al Guarani de mamona (*Ricinus communis* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 4., 2007, São Lourenço. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2007. 1 CD-ROM.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. SANTOS, J. B. dos. Melhoramento de Espécies Autógamas. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S. de.; INGLIS, M. C. V. (Eds). **Recursos Genéticos e Melhoramento – Plantas.** Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 201-230.

RANALLI, P. Phenotypic recurrent selection in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) based on performance of S_2 progenies. **Euphytica,** Wageningen, v. 87, n. 2, p. 127-132, 1996.

RANGEL, P. H. N.; ZIMMERMANN, F. J. P.; NEVES, P. C. F. Estimativas de parâmetros genéticos e resposta à seleção nas populações de arroz irrigado CNA – IRAT 4 PR e CNA – IRAT 4 ME. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, DF, v. 33, p. 905-912, 1998.

SANTOS, R. F.; BARROS, M. A. L.; MARQUES, F. M.; FIRMINO, P. de T.; REQUIÃO, L. E. G. Análise Econômica. In: AZEVEDO, D. M. P. de.; LIMA, E. F. (Ed). **O agronegócio da mamona no Brasil.** Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. Cap. 1 p. 17-35.

SAVY FILHO, A. et al. Mamona. In: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. **Oleaginosas no estado de São Paulo:** análise e diagnóstico. Campinas, 1999a. 39 p. (Cati, Documento Técnico, 107).

SAVY FILHO, A. Melhoramento de mamona. In: Borém, A. (Ed.) **Melhoramento de espécies cultivadas.** Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 1999b. p.385-407.

SAVY FILHO, A. et al. Variedades de mamona do Instituto Agronômico. Campinas: Instituto Agronômico, n.183, 12p., 1999c. **(Boletim técnico).**

SAVY FILHO, A. Hibridação em Mamona. In: BORÉM, A. (Ed.). **Hibridação artificial de plantas.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999d. p. 331 – 342.

SAVY FILHO, A. **Mamona Tecnologia Agricola.** Campinas : EMOPI, 2005. 105 p.

SOUZA JUNIOR, C. L. de. Melhoramento de Espécies Alógamas. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S. de.; INGLIS, M. C. V. (Eds). **Recursos Genéticos e Melhoramento – Plantas. Rondonópolis**: Fundação MT, 2001. p. 159-199.

TÁVORA, F. J. A. F. **A Cultura da mamona.** Fortaleza. Empresa de pesquisa agropecuária do Ceará. 1982. 111p.

TURATTI, J. M.; GOMES, R. A. R.; ATHIÉ, I. **Lipídeos:** aspectos funcionais e novas tendências. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2002. 78 p.

UPHOFT, M. D.; FEHR, W. R.; CIANZIO, S. R. Genetic gain for soybean seed yield by three recurrent selection methods. **Crop Science,** Madison, v.37, n. 4, p. 1155-1158, 1997.

WANG, X. W.; LAI, J. R.; FAN, L.; ZHANG, R. B. Effects of recurrent selection on populations of various generations in wheat by using the Tai Gu single dominat male-sterile gene. **Journal of Agricultural Science,** Cambridge, v.126, p. 397-402, 1996.

ZANOTTO, M. D. et al. Seleção recorrente com utilização de progênies autofecundadas para diminuição da altura de plantas de mamona (*Ricinus communis* L.) população Guarani Comum. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1, 2004, Campina Grande – PB. Energia e Sustentabilidade. Disponível em http://www.cnpa.embrapa.com.br. Acesso em 31 mar. 2007.