

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**VARIABILIDADE GENÉTICA PARA O TEOR DE ÓLEO ENTRE
PROGÊNIES AUTOFECONDADAS DE MAMONA (*Ricinus cummunis* L.)
DA CULTIVAR GUARANI**

MIRINA LUIZA MYCZKOWSKI

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Agricultura.

BOTUCATU – SP

Julho – 2003

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**VARIABILIDADE GENÉTICA PARA O TEOR DE ÓLEO ENTRE
PROGÊNIES AUTOFECONDADAS DE MAMONA (*Ricinus cummunis* L.)
DA CULTIVAR GUARANI**

MIRINA LUIZA MYCZKOWSKI

Orientador: Prof. Dr. Maurício Dutra Zanotto

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Agricultura.

BOTUCATU - SP

Julho – 2003

Dedico este trabalho ao meu querido primo Werther Luiz Sottano Neto que nos deixou muito cedo, mas com a certeza de ter sido sempre muito feliz. Obrigado por ter me amado tanto.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por abençoar o meu caminho;

Ao Prof. Dr. Maurício Dutra Zanotto pela orientação, dedicação e amizade;

Aos professores e funcionários do Departamento de Agricultura e Melhoramento Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP/Botucatu por toda colaboração e incentivo;

Ao colega Geraldo pela ajuda e cumplicidade;

Aos queridos, Marcos Vinícius, Rogério e Aline pela dedicação na realização deste trabalho;

Aos amigos do Departamento de Agricultura e Melhoramento Vegetal por toda ajuda e momentos especiais que passamos juntos ;

A minha querida amiga Tatiana por toda amizade e alegria em um momento tão difícil e importante;

A minha família, que amo tanto, por todo amor e carinho que recebo em todos os dias de minha vida.

SUMÁRIO

	Página
1. RESUMO.....	01
2. SUMMARY.....	03
3. INTRODUÇÃO.....	04
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	07
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
7. CONCLUSÃO.....	29
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

1. RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a variabilidade genética para teor de óleo entre progênies autofecundadas da cultivar de mamona Guarani. O material utilizado foi constituído de 135 progênies obtidas de plantas individuais, por meio de autofecundações artificiais, divididas em três experimentos e parcelas com 10m². As avaliações foram realizadas em duas localidades, em Araçatuba - SP e em São Manuel - SP, na Fazenda Experimental São Manuel, da Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP/Botucatu. Foi avaliado o teor de óleo obtido por meio do método químico Soxhlet. Para cada localidade foram realizadas análises estatísticas segundo o delineamento de blocos ao acaso e também uma análise conjunta para os dois locais. Foram determinados os parâmetros genéticos, variância genética e coeficiente de herdabilidade.

Os quadrados médios da interação de progênies por locais avaliadas na análise conjunta foram significativos a 5% de probabilidade pelo teste F em todos os experimentos, o que define a existência de comportamento diferencial de progênies em relação aos locais quanto ao teor de óleo. Os quadrados médios da análise de variância entre progênies dentro de locais apresentaram significância a 5% de probabilidade pelo teste F em todos os experimentos de Araçatuba, mostrando a existência de diferenças genéticas entre progênies, já nos experimentos de São Manuel os quadrados médios não foram significativos indicando assim ausência ou baixa variabilidade genética para teor de óleo. A média de teor de óleo, em

São Manuel foi 43,22%, variando de 34,87% a 49,24%. Em Araçatuba, a média foi 43,59%, variando de 30,24% a 53,60%.

A variância genética e o coeficiente de herdabilidade foram, respectivamente 0,32 e 0,10 para São Manuel e 4,87 e 0,44 para Araçatuba. Estes valores mostram a possibilidade de sucesso na seleção para teor de óleo nas condições de Araçatuba.

GENETIC VARIABILITY FOR OIL CONTENTS AMONG CASTOR BEAN, cv. GUARANI SELF-FERTIZED LINES. Botucatu, 2003. 33p.

Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: MIRINA LUIZA MYCZKOWSKI

Adviser: MAURÍCIO DUTRA ZANOTTO

SUMMARY

The purpose of the research was to evaluate the genetic variability for oil content among lines of castor bean, cv. Guarani.

Using artificial self-fertilizations, 135 lines were obtained from individual plants and tested in two locations in the state of São Paulo : Araçatuba and São Manuel, utilizing randomized block design with three replications and plots with 10m².

Oil content was determined by the Soxhlet chemical method. Individual and joint analysis of variance were made to estimate genetic parameters.

The mean squares of the line x location interaction were significant by the F test with 5% of probability, that demonstrated the existence of differential behavior of lines due locations for oil content. The mean squares of the variance analysis among lines were significant by the F test with 5% of probability in Araçatuba, showing the existence of genetic differences among lines. However, in São Manuel, the mean squares were not significant, showing absence or low genetic variability for oil content. Average of line oil content, in São Manuel was 43.22% (from 34.87% to 49.24%). In Araçatuba the oil content mean was 43.59% (from 30.24% to 53.6%).

Genetic variance and heritability coefficients were respectively 0.32 and 0.10 for São Manuel and 4.87 and 0.44 for Araçatuba. Those values show the possibility to improve the oil content by selection in Araçatuba conditions.

Keywords: variability, heritability, castor bean, oil content

3. INTRODUÇÃO

Com grande importância econômica, a mamona é uma oleaginosa com inúmeras aplicações na indústria. O seu principal produto é o óleo, extraído da semente com teor variando de 35 a 55%, podendo ser utilizado como matéria-prima em diversos segmentos industriais por conter ácido ricinoléico em sua composição, que é considerado um ácido graxo de grande importância em muitos setores da indústria.

O Brasil, durante décadas, foi o maior produtor de mamona em baga e maior exportador de óleo de mamona do mundo, responsável por cerca de 30 a 45% da produção mundial até a década de 70. Em função, principalmente, do alto custo da colheita manual, o Brasil perdeu a hegemonia tanto na produção de bagas como na exportação de óleo. Em 1993, o Brasil colocava-se na terceira posição entre os produtores mundiais, tendo sido ultrapassado pela Índia no período de 1981-1985 e pela China, em 1990-1993, com sua participação declinando de 45% da produção mundial para 13%, de 1990-1993 (SAVY FILHO et al., 1997). Isso ocorreu pela falta de competição da mamona perante as culturas concorrentes, pelo uso de sementes impróprias, baixo preço pago ao produtor, baixa oferta de crédito e assistência técnica aos produtores, além de sucessivos plantios (VIEIRA et al., 1997).

A perda de competitividade do Brasil no mercado mundial pode ser explicada pelo baixo nível tecnológico do produtor de mamona, inapto para o uso de insumos modernos, como sementes melhoradas ou mesmo melhores sistemas de preparo do solo, plantio e colheita. Outro fator importante é o esquema de comercialização, com vários

intermediários até a industrialização, penalizando o produtor rural (SAVY FILHO et al., 1997).

Em 2003, o aumento de quase 60% nos preços internacionais do óleo de mamona provocou alta nos preços e aumento no cultivo no Brasil. A tonelada de óleo, em abril estava cotada a US\$1100, mais do que o dobro do preço do óleo de soja e praticamente cinco vezes mais do que a tonelada de petróleo (KASSAI, 2003).

O Estado de São Paulo produz cerca de três mil toneladas de baga, o que não é suficiente para abastecer as indústrias processadoras instaladas na região. A mamona processada nestas indústrias vem principalmente da Bahia e do Paraguai. As regiões produtoras em SP são: Presidente Prudente, Alta Paulista, São José do Rio Preto, por serem propícias ecologicamente ao cultivo da mamona.

O óleo de mamona é o principal produto desta oleaginosa e é empregado em várias áreas como matéria-prima, sendo que seu maior uso atualmente é na fabricação de plásticos biodegradáveis, como aditivo do querosene em tanques de aviões e foguetes, além de ser utilizado na substituição do óleo diesel, devido à preocupação com o meio ambiente, como Bio Diesel, menos poluente, principalmente por países da Europa (SAVY FILHO et al, 1999).

Para as indústrias processadoras do óleo de mamona, é muito importante que a mamona usada seja de qualidade, sendo que o que define a qualidade da cultura é seu teor de óleo, pois quanto maior o teor de óleo, melhor será o resultado de todo processo industrial, principalmente para a indústria de plástico, que necessita que o produto tenha alto teor de óleo e uniformidade.

Em virtude da pouca utilização de sementes selecionadas ocorrem, na maioria das grandes regiões produtoras de mamona, baixa produtividade, alto nível de suscetibilidade às principais doenças e pragas e baixo teor de óleo nas sementes, o que não é desejável, levando-se em consideração que o óleo é o principal produto derivado da mamona.

Há, portanto, necessidade, por meio do melhoramento genético, da obtenção e distribuição de genótipos de mamoneira mais produtivos e, principalmente, com alto teor de óleo para satisfazer às necessidades da indústria, além de características como precocidade, indeiscência, porte adequado para se adaptar à colheita mecânica e ao alto nível de resistência às principais doenças e pragas.

Devido ao fato de não existirem bons substitutos em muitas das aplicações do óleo de mamona, como também pela sua versatilidade industrial, a demanda por este óleo vem se expandindo bastante tanto no Brasil quanto em outros países industrializados, por isso o Brasil está voltando a crescer e competir no mercado internacional (VIEIRA & LIMA, 1997).

Entre as cultivares de mamona existentes no Estado de São Paulo é importante dar destaque à “Guarani” pelo seu uso e seu potencial produtivo, pelo teor e qualidade de seu óleo, porém, devido à mistura de sementes e eventuais cruzamentos naturais, a referida cultivar se apresenta muito desuniforme quanto ao teor de óleo e demais características agrônômicas, o que vem causando prejuízos como queda de produção e da porcentagem de óleo contida na semente.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade genética para teor de óleo entre progênies autofecundadas da cultivar de mamona Guarani.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A mamoneira (*Ricinus cummunis* L.) é uma das 7000 espécies da família das euforbiáceas, possivelmente originária da antiga Abissínia, hoje Etiópia. No Brasil, sua adaptação às condições edafoclimáticas foi imediata, sendo encontrada, praticamente, em todo território nacional (SAVY FILHO, 1997).

Provavelmente os egípcios atribuíam valores curativos à mamona, considerando-a uma planta medicinal. Em várias pirâmides foram encontradas grandes quantidades de sementes dessa planta, principalmente nos sarcófagos que guardavam as múmias dos faraós (CARVALHO, 2003).

As sementes foram trazidas para o Brasil possivelmente pelos escravos no Século XVI e hoje a mamoneira não é somente um arbusto comum dos matagais, mas uma planta de alto valor econômico.

O óleo de mamona, também conhecido como óleo de rícino, foi largamente consumido no Brasil Colonial, apresentando grandes vantagens sobre o óleo de baleia e outros de origem vegetal e animal na iluminação doméstica, por suas propriedades medicinais e sua aplicação na medicina caseira humana e veterinária, costume este que permaneceu forte até anos atrás e que permanece até hoje com menor incidência. Assim, o óleo de mamona foi empregado para sanar as dores de ventre e dores musculares, também

como laxante e vermífugo, era também usado para evitar queda de cabelos ou para amaciá-los. Eram-lhe também atribuídas propriedades cicatrizantes. As propriedades lubrificantes do óleo de mamona também são conhecidas daquela época, pois era muito usado para lubrificar eixos de carros de bois (CARVALHO, 2003).

A mamona se apresenta como uma alternativa de relevante importância econômica e social para o Brasil, particularmente para região nordeste que, segundo levantamento feito pela Embrapa, dispõe de mais de 45 milhões de hectares de terras com aptidão para a exploração econômica desta cultura. É exatamente nesta região, especialmente no estado da Bahia, onde o cultivo desta oleaginosa tem se encontrado, onde os sistemas de produção existentes e utilizados pelos produtores ainda são de certa forma bastante precários e pouco têm evoluído (VIEIRA & LIMA, 1997). Mesmo com todas as deficiências climáticas, principalmente deficiência hídrica, que dificulta a manutenção de programação da produção pelas indústrias, o principal estado produtor de mamona é a Bahia, com 80% da produção.

Pode-se definir basicamente dois sistemas de produção em uso no nordeste. O primeiro, que é representado por mais de 90% da área cultivada, se caracteriza pela utilização da força de trabalho da própria família explorando pequenas áreas quase sempre em consórcio com o feijão e o milho. Neste sistema, não é observado entre os produtores o uso da mecanização agrícola nem tão pouco de insumos tais como sementes melhoradas, fertilizantes e defensivos agrícolas. O segundo sistema já apresenta um caráter mais comercial dada a maior escala de produção. A participação da tração motora é mais intensiva, registrando-se também a utilização da irrigação e de outros (VIEIRA & LIMA, 1997).

A mamoneira apresenta grande variação no hábito de crescimento, cor de folhagem e caule, tamanho de sementes, conteúdo de óleo, coloração e porte, sendo uma planta perene quando as condições ambientais, sobretudo temperatura e umidade, o permitem (WEISS, 1983; MAZZANI, 1983).

Em geral, o sistema radicular é vigoroso, pivotante, profundo e com desenvolvimento de poucas raízes laterais. Forte emissão de radículas nas raízes, com grande área de absorção de umidade e nutrientes do solo. Quando não há impedimento para a

penetração vertical, o sistema radicular pode atingir profundidade entre 1,5 e 2,0m (SAVY FILHO, 1999).

Em relação à parte aérea há emissão de ramos laterais logo após a emissão da inflorescência primária, terminando na haste principal. Cada ramo lateral termina com uma inflorescência. O desenvolvimento de ramificações é um importante fator de produção, uma vez que cada ramo forma um racemo de mamona (SAVY FILHO, 1999).

O número de frutos por racemo e o peso da semente são componentes primários de produção. O porte da planta pode variar de 0,8m a mais de 7m.

É considerada uma planta monóica, com os dois sexos na mesma inflorescência, o que possibilita a obtenção de plantas geneticamente puras através de polinização controlada.

A planta é considerada do tipo misto quanto ao sistema reprodutivo, ocorrendo tanto autofecundação como cruzamento natural, com taxas de alogamia variando com seu porte. Todas as variedades apresentam $2n=20$, possivelmente um aloploplóide.

A expressão do sexo pode ser afetada pelo ambiente, podendo ser citados como exemplos, a deficiência hídrica e a temperatura alta, que induzem a formação de mais flores masculinas, e solos férteis, mais flores femininas (SAVY FILHO, 1999). A flor masculina é constituída de um grande número de estames e a feminina possui um ovário de três lojas e em cada uma se desenvolve uma semente (CARVALHO, 2003).

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, envolvendo cor, forma, tamanho, peso, proporção do tegumento e maior ou menor aderência do tegumento ao endosperma (MAZZANI, 1983).

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 (RIBEIRO FILHO, 1966).

A germinação, que é a reativação dos pontos de crescimento do embrião, significa o início da fase esporofítica da mamoneira. As substâncias de reserva para

nutrir o embrião nas suas fases iniciais estão no endosperma, tecido triploide, que contém, aproximadamente, 18% de proteínas e 64% de óleo (STREET & OPIK, 1974).

É uma planta bastante complexa em relação a morfologia, biologia floral e fisiologia, apresentando metabolismo fotossintético ineficiente, C3; com alta taxa de respiração, sobretudo nas folhas. A taxa fotossintética normal é de 18 a 27 mg CO₂/dm².hora, bem abaixo das observadas em plantas eficientes, C4, como o milho, que chega a atingir 60 mg CO₂/dm².hora (D'YAKOV, 1986).

A mamoneira é cultivada desde 40°S a 52°N nos dois hemisférios, tendo o seu ótimo ecológico em locais com altitude de 300 a 1500m. Porém não suporta frio e necessita de pelo menos 500mm de água para produzir satisfatoriamente. Necessita de precipitação em torno de 700mm para se ter boa produção, 100mm por mês, distribuídos regularmente nos primeiros quatro meses. O pH adequado é entre 5,5 e 6,5 (SAVY FILHO, 1999). Apesar de se tratar de uma planta de dia longo, ela se adapta bem a outros regimes de comprimento de dia e necessita entre 2000°C a 3800°C (graus-dia) para chegar à maturidade (MOSHKIN, 1986).

O principal componente da semente é o óleo, 35 a 55%, nas cultivares comerciais, muito rico em ácido graxo ricinoléico (C₁₇ H₃₂ OH COOH) que, devido aos três grupos hidroxílicos e à posição da dupla ligação na cadeia, torna o óleo único na natureza, solúvel em álcool (WEISS, 1983, MAZZANI, 1983). Na semente nova, o ácido ricinoléico não está presente, surgindo depois de 12 dias da fertilização e, aos 36 dias deste processo, já representa cerca de 90% do total dos ácidos graxos que compõem o óleo (BUKHATCHENKO, 1986).

O óleo de mamona é constituído por cerca de 90% de ácido ricinoléico e possui uma estrutura química com hidroxila no carbono 12 e dupla ligação, sendo a única fonte comercial com essa singularidade. O grupo hidroxila confere ao composto estabilidade e alta viscosidade, que é mantida em larga faixa de temperatura, ao contrário de outros óleos vegetais, que perdem viscosidade em altas temperaturas e solidificam em baixas, possuindo também estabilidade à oxidação. Os derivados do óleo de mamona são sintetizados pela atuação em três sítios de reação na molécula (hidroxila – dupla ligação – ligação éster) (SAVY FILHO et al, 1999), tornando assim o óleo de mamona muito versátil como base para uma

série muito grande de produtos, pela fácil adaptabilidade a um grande número de diferentes reações químicas.

As características do óleo de mamona, no que se refere ao seu aspecto físico e grau de pureza, dependem muito de sua forma de obtenção. Industrialmente, este pode ser obtido de três maneiras diferentes: pela prensagem das bagas a frio, que tem como resultado um óleo de elevada pureza, muito utilizado para fins medicinais, pela prensagem das bagas a quente, no qual o óleo obtido, geralmente, é passado por um processo de purificação para a remoção das gomas e substâncias corantes e a extração por solvente, aplicado às tortas residuais de prensagem, em que o solvente mais utilizado é o hexano (CHIERICE & CLARO NETO, 2001), inclusive utilizado no desenvolvimento deste trabalho com bons resultados. É bom salientar que nestes processos o subproduto, conhecido como torta de mamona, possui um grande interesse comercial devido ao seu alto valor protéico. A torta bruta é muito utilizada como adubo, e quando tratada para eliminação de resíduos tóxicos pode ser utilizada na composição de ração animal.

Embora impróprio para consumo humano, o óleo de mamona tem uma importância muito grande pela sua larga aplicação na indústria. Entre as aplicações do óleo de mamona podem ser destacados, a fabricação de plásticos biodegradáveis e seu uso na substituição do óleo diesel devido à preocupação com o meio ambiente, na busca de combustíveis “verdes”, menos poluentes, principalmente por países da Europa.

O ácido ricinoléico é considerado produto estratégico pelo Departamento de Defesa dos EUA, sendo despendidos esforços para reintrodução da cultura em seu território, visando a diminuição da dependência estrangeira. Da mesma forma agem França e Itália, com programas próprios de cultivo e industrialização de produtos derivados de mamona. A Europa tem muita preocupação com meio ambiente e com independência energética e, por isso, o Diesel Verde ou Bio Diesel é uma realidade (SAVY FILHO, 1999).

Segundo CARVALHO (2003), como aditivo, o óleo de mamona, é colocado nos tanques de aviões e foguetes para impedir que o querosene se congele quando em vôos a altitudes iguais ou superiores a 5.000 metros, quando a temperatura chega a atingir 50°C abaixo de zero. Todas as vezes que o avião é abastecido, torna-se necessário aditivá-lo e o melhor aditivo do mundo é à base de óleo de mamona transformado.

Na Medicina o óleo de mamona tem larga aplicação, pois grande parte dos filtros hospitalares de hemodiálise e filtros de sangue é confeccionada a partir do óleo de mamona. Bombas corpóreas e extra corpóreas, prótese óssea de resina de mamona, material mais leve que a platina e que não apresenta o problema da rejeição.

Nos automóveis, o óleo de mamona aparece metamorfoseado em espumas plásticas de larga utilidade, também em tintas e peças, como os pára-choques e os painéis.

Na construção civil o óleo de mamona aparece na forma de sintecos especializados, revestimentos protetores como, por exemplo, em caixas d'água, vernizes da mais alta qualidade, aditivos para concreto que evitam rachaduras em lajes, coberturas de concreto entre outros.

O óleo de mamona tem também larga aplicação na fabricação de tintas especiais, sabões, vernizes, detergentes, papel carbono, velas, produtos sintéticos, adesivos, resinas isolantes, como as usadas em cabos telefônicos, colas especiais, tubos especiais para irrigação, graxas especiais anti-ruídos. Também graxas especiais para navios, chapas e engrenagens, cosméticos, lentes de contato, fluídos especiais para transmitir pressões hidráulicas. Espuma vegetal, isolante térmico à base de óleo de mamona, que não agride o meio ambiente e garante quase 100% de eficiência aos refrigeradores e que controla principalmente os CFC's de geladeiras.

O óleo de mamona é também empregado na fabricação de ceras domésticas e industriais, tratamento de couros, tratamento superficial de lonas, lubrificante para fios de tecidos, secante de tintas, tintas para indústria automobilística, desemulsionantes, plastificantes, perfumaria e indústria açucareira. Enzimas extraídas das sementes de mamona têm aplicação no campo odontológico.

Uma utilização de grande importância do óleo de mamona é como matéria-prima na fabricação de plástico biodegradável, como já foi citado, sendo que polímeros já foram fabricados. As características do óleo de mamona fazem com que ele possa ser uma matéria-prima básica na síntese de poliuretanos, sendo que, a partir desses, pode ser obtida uma grande variedade de polióis, podendo substituir os derivados de petróleo (CASHEM, 1982). No que se refere especificamente aos polímeros, o óleo de mamona é matéria-prima de um dos polímeros mais utilizados na área de engenharia, que é o náilon 11

(NAUGHTON, 1979). Esse polímero tem propriedades químicas que o fazem melhor do que outros como alto ponto de fusão, facilitando operações uniformes em alta velocidade e elevada resistência ao impacto, sendo usado em variados campos como revestimentos, tubulações e eletrodomésticos como máquinas de lavar e refrigeradores.

Segundo SOTERO (2000), o crescimento populacional e econômico, na maioria dos países ocidentais, teve como consequência um aumento enorme na produção de lixo. Dados estatísticos mostram que, no Brasil, são despejados de 240 a 300 mil toneladas diárias de resíduos urbanos (RSU) no meio ambiente, dos quais, cerca de 19% são plásticos. A produção anual de plásticos é de aproximadamente 2,2 milhões de toneladas, dos quais 40% destinam-se à indústria de embalagens. Futuramente, essa porcentagem estará nos aterros sanitários. Para contornar esses problemas estão sendo estudadas alternativas como a reciclagem de produtos constituídos de plásticos e a substituição dos plásticos convencionais por biodegradáveis.

Os plásticos biodegradáveis são materiais que se degradam completamente ao ataque dos micróbios do meio ambiente. A Alemanha é uma das interessadas em utilizar a tecnologia do Brasil em plásticos biodegradáveis. O governo alemão tem um compromisso interno de substituir pelo menos 60% do plástico comum no país por plástico biodegradável. O objetivo dos alemães é aliviar os aterros sanitários do enorme volume de plásticos de petróleo. Na Alemanha são consumidos 70 Kg de plástico por habitante/ano. No Brasil, essa quantia é de 15 Kg por habitante/ano.

A divulgação científica no caso dos plásticos biodegradáveis se faz necessária e primordial não apenas no âmbito do desenvolvimento tecnológico e de parcerias que o Brasil pode estabelecer em nível mundial, mas como precursora na conscientização em relação à reciclagem do lixo e ao uso de matérias e recursos alternativos.

Especificamente com a cultura da mamona, as pesquisas já realizadas no sentido de avaliar o teor de óleo, além de outras características agrônômicas, dão maior importância à comparação destas características entre cultivares diferentes, como BHARDWAJ et al. (1996), que avaliaram várias características de campo e teor de óleo de 72 cultivares, desenvolvidas em diversos lugares do mundo, na região da Virginia, EUA e determinaram várias características como altura de planta, peso de 100 sementes, teor de óleo e teor de ácido ricinoléico. Os resultados encontrados no referido trabalho mostram que o teor

de óleo variou de 22 a 41% entre as cultivares avaliadas e para a região, o desenvolvimento adequado de muitas cultivares, indicou a viabilidade da produção comercial da mamona na referida região, sugerindo um alto potencial de sucesso se houver a condução de programas de melhoramento para desenvolver melhores cultivares, combinando alta produção com alto teor e qualidade de óleo.

LAKSHMINARAYANA et al. (1984), avaliaram também várias características para 17 diferentes cultivares desenvolvidas na Índia, sendo que foi dado destaque, neste trabalho, para as características do óleo avaliadas em cada cultivar e depois comparadas entre elas. Foram realizados experimentos em várias regiões diferentes da Índia, mas em cada experimento, eram avaliadas cultivares diferentes, o que não possibilita a comparação do comportamento de cada cultivar em regiões diferentes. Os resultados encontrados neste trabalho mostram que o teor de óleo das cultivares variou entre 46 e 51 %, mas que os valores dos componentes do óleo são praticamente constantes entre as cultivares avaliadas. O método utilizado para extração do óleo também foi o Soxhlet, o que gera uma maior segurança na comparação entre os trabalhos. Já o trabalho de BHARDWAJ et al. (1996), não detalhou a utilização do método de extração, o único relato do trabalho é que, para a determinação do teor de óleo, foram utilizados padrões de técnicas químicas, podendo assim existir a possibilidade de não ter sido usada a mesma técnica de extração de óleo.

GAZOLA et al. (2002), que encontraram grande variação para teor de óleo entre as progênies da cultivar guarani, utilizou o mesmo método de extração de óleo Soxhlet tendo sido encontrada uma média de 47,2%. O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental Lageado da Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP em Botucatu. No desenvolvimento desse trabalho de seleção para alto teor de óleo de mamona foi utilizada apenas a cultivar Guarani, que é destaque entre as cultivares de mamona que são utilizadas em São Paulo, pelo seu potencial, sendo considerada a mais usada, e foi realizada uma avaliação do seu comportamento em regiões diferentes. A referida cultivar já possui um alto teor de ácido ricinoléico, que é necessário para a produção de plástico biodegradável, o que é desejável no programa de melhoramento desta cultivar, é aumentar o teor de óleo na semente para conseguir uma maior uniformidade neste teor de óleo e atender às necessidades das indústrias processadoras, que procuram produtos de boa qualidade, sendo que algumas dessas

indústrias já se dispuseram a ter uma linha de moagem só para a cultivar Guarani para alcançar essa uniformidade.

Devido principalmente aos cruzamentos naturais, deve-se ressaltar a não uniformidade das plantas, o que pode ser desfavorável ao agricultor, causando prejuízos como queda de produção e da porcentagem de óleo contida na semente, pode ser favorável aos melhoristas, podendo plantas de uma cultivar já conhecida adquirir boas características, cabendo ao profissional isolá-las.

A cultivar “Guarani” se originou do cruzamento dos cultivares “Campinas” e “Preta”, em 1964, com rigorosa seleção individual em sucessivas gerações de autofecundação. Essa cultivar possui porte médio, de 180 a 200 cm de altura e ciclo de aproximadamente 180 dias. A planta apresenta cera em seus ramos, cor rosada e folhas afuniladas. Já seus frutos apresentam espinhos, e têm o caráter indeiscência, com produtividade média de 3.090 kg/ha (HEMERLY, 1981). A coloração das sementes tende para tonalidade preta, herdada de um de seus progenitores. A indeiscência das suas cápsulas é menos pronunciada que a da “Campinas”, possibilitando melhor rendimento no beneficiamento mecânico (SAVY FILHO et al, 1976), além de que, depois de secos, suportam longo período no campo até a sua colheita única. O teor médio de óleo nas sementes é de 48%. Pela elevada produtividade apresentada em vários testes conduzidos, ficou comprovado o alto grau de adaptação a diferentes condições de clima e solo. Com relação às moléstias, o comportamento da guarani é semelhante a outras cultivares como Campinas e IAC-80, sendo suscetível ao mofo-cinzento e à fusariose (SAVY FILHO et al., 1977). Recomenda-se a Guarani para lavouras com mais de 100ha, justamente pela colheita única que proporciona e a mecanização da colheita também já é possível (SAVY FILHO et al., 1999).

A cultura da mamona ainda apresenta sérios problemas devido à falta de cultivares melhoradas, por isso a pesquisa sobre o melhoramento da cultura deve atender a alguns objetivos como aumento de produtividade e adequação do teor de óleo da semente.

Como foi relatado em vários trabalhos da literatura, o melhoramento genético da cultura da mamona foi iniciado no Brasil pelo Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, em 1936 e tinha, como principal objetivo, o desenvolvimento de cultivares mais produtivas e com maior resistência.

Já nos primeiros ensaios, que foram instalados em 1937, se destacaram as cultivares Zanzimbar e Sanguínea.

No ano de 1957 a cultivar IAC38 foi desenvolvida e recomendada para São Paulo e Minas Gerais. Tinha como principais características porte anão, ciclo de 190 – 210 dias, tinha uma produtividade de 2000 kg/ha e possuía 41% de óleo na semente. Mesmo considerada de boas características, a sua utilização elevava muito o custo de produção, pois possuía frutos deiscentes, o que obrigava várias colheitas.

Foi realizada hibridação entre a IAC 38 com a Cimarrom para transferência de indeiscência, o que gerou a cultivar Campinas que tinha porte médio, ciclo de 140 – 150 dias, fruto indeiscente, a produtividade semelhante a IAC38 e 46% de óleo na semente. A produção comercial da cultivar Campinas gerou dificuldade no beneficiamento das sementes, então técnicos da ESALQ desenvolveram um protótipo de descascador que atendeu às necessidades dos produtores.

Em seqüência do programa de melhoramento foi realizada a hibridação entre as cultivares Campinas e Preta, que gerou a cultivar Guarani após rigorosas seleções individuais em sucessivas gerações. A Guarani contém porte médio, 48% de óleo, ciclo de 180 dias, frutos indeiscentes e elevada capacidade produtiva. Posteriormente ainda foram desenvolvidas a IAC 80 e IAC226.

Na Bahia, o programa foi iniciado na década de 60 pelo Ipeal (Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Leste). Em 1974 passou a ser conduzido pela Epaba (Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia) e foram desenvolvidas várias cultivares: SIPEAL, SIPEAL2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 13, 19, 25, 28 e EPABA2.

Apesar da Bahia ser o maior produtor de mamona do país, a exploração desta cultura vem sendo feita em bases bastante rudimentares. Mesmo com cultivares de mamona já obtidas e distribuídas pelos programas de melhoramento genético do IAC e do antigo IPEAL, a maioria das lavouras ainda é efetuada utilizando-se sementes provenientes dos campos dos próprios produtores. Na maioria das regiões produtoras predomina o uso de mistura indefinida de tipos locais para plantio. Num levantamento realizado pela AFLO (Associação de Fomento a Lavoura Oleaginosa) em 1970, foram encontrados mais de 90 tipos diferentes de sementes, demonstrando o grau de heterogeneidade da cultura neste Estado (CRISÓSTOMO et al. 1975). A situação de 2000-2003, seguramente,

não deve ser muito diferente daquela ocorrida em 1970.

É grande o número de variedades locais de mamoneira utilizadas na Bahia, de modo a constituir, pela polinização cruzada, verdadeira miscelânea genética (SOUZA, 1972). Foram relacionados mais de sete tipos locais cultivados por mais de quarenta anos, no Estado da Bahia, sem nenhum progresso expressivo no tocante ao melhoramento desses materiais (CRISÓSTOMO et al. 1975).

CRISÓSTOMO & SILIRIA (1975) compararam durante nove anos quinze tipos locais e seis cultivares desenvolvidas pelo IPEAL, em diversas regiões da Bahia, comprovando que apenas duas cultivares melhoradas se mantiveram entre os nove genótipos mais produtivos. Estes resultados mostram a superioridade dos tipos locais, quanto à produtividade, em relação a maioria das cultivares melhoradas pelo IPEAL ou EPABA.

A partir de 1987, a Embrapa Algodão passou a pesquisar a cultura da mamoneira, visando a adaptação de cultivares à região semi-árida do Nordeste. Foram introduzidos e avaliados vários germoplasmas exóticos e nacionais (FREIRE et al. 1990). Foram avaliadas várias linhagens, cultivares e híbridos quanto à produtividade, à resistência ao mofo cinzento, causado por *Botrytis ricini*, uma das principais doenças da mamoneira na região Nordeste, e a outras características agronômicas (FREIRE et al. 1991; LIMA & SOARES, 1990). A Embrapa Algodão já desenvolveu várias linhagens como CNPA M. SM4 e CNPAM. 90-120 que foram lançadas como cultivares BRS 188 e BRS 149.

Os recursos genéticos disponíveis, inerentes à mamonicultura, estão sendo mantidos, através de Bancos Ativos de Germoplasmas, pela Embrapa Algodão (MOREIRA et al. 1996), pela Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola - EBDA, pelo Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia - CENARGEN e, possivelmente, por outras instituições de pesquisa do país. Dispõe-se, atualmente, de várias introduções provenientes de diversas regiões do Brasil e de vários outros países produtores de mamona (VIEIRA & LIMA, 1997).

Sem dúvida o melhoramento vegetal visando a obtenção de novas cultivares é primordial para o sucesso econômico da cultura, pois é através do plantio de material com alto potencial de produtividade que se conseguirá mudar o atual estado da mamonicultura do país, aliado, é óbvio, às técnicas culturais adequadas para que o potencial produtivo seja expressado.

Os métodos de melhoramento de mamona são aqueles normalmente usados para as plantas autógamias, embora esta cultura tenha alta taxa de alogamia.

O método de melhoramento de seleção individual com teste de progênes é recomendado para plantas autógamias e tem o objetivo de identificar e isolar linhagens superiores de populações que apresentam variabilidade genética.

Como foi relatado por ZANOTTO (1990), um dos exemplos historicamente melhor documentado da utilização da seleção individual com teste de progênes é o trabalho de LOVE (1955) em arroz, desenvolvido na Tailândia. Em 1950 foram selecionadas 120000 espigas de diferentes populações locais nos campos dos agricultores. Em 1951, devido à perdas acidentais, 114079 progênes foram testadas em comparação com uma cultivar comercial, e 22652 linhagens promissoras foram selecionadas. Em 1952 e 1953 novos plantios foram efetuados em vários locais, com testemunhas intercalares, selecionando-se 3902 linhagens, dentre os quais 693 passaram a ser avaliadas em delineamento experimental em diferentes localidades. A partir de 1954 houve uma redução drástica no número de progênes, com conseqüente aumento na precisão experimental sendo posteriormente o material resultante difundido para vários centros de pesquisa.

Não existe um número de plantas que devem ser selecionadas individualmente na primeira fase do processo, na verdade, segundo BORÉM (1997), seleciona-se o maior número de plantas dentro das limitações de recursos. Muitos melhoristas que trabalham com espécies agrônomicas selecionam entre 200 e 1000 indivíduos e os colhem separadamente. As sementes de cada indivíduo são plantadas em fileiras isoladas para serem avaliadas, visualmente, quanto a uniformidade e superioridade.

Aquelas linhas que forem consideradas superiores e uniformes são colhidas separadamente e podem ser novamente submetidas a avaliações em plantios subsequentes. Para os ensaios comparativos de rendimento poderem ser conduzidos, visando a comparação em condições edafoclimáticas diferentes, deve-se ter uma redução do número de linhas em avaliação, pois requerem a utilização de delineamentos estatísticos para que o melhorista tenha segurança ao selecionar uma linhagem que tiver maior adaptabilidade, podendo vir a ser uma nova cultivar. Eventualmente, uma ou poucas progênes superiores são identificadas para a constituição da nova cultivar (ALLARD, 1960).

O método de seleção individual com teste de progênes é utilizado em São Paulo, pelo Instituto Agrônomo de Campinas – IAC há bastante tempo, fundamenta-se no princípio genético de que, do ponto de vista da seleção, o valor de uma planta só pode ser avaliado por meio de sua progênie. É o processo mais simples e direto para conseguir maior uniformidade e aumento da produção na seleção da mamoneira (MOREIRA et al. 1996).

Este método foi utilizado para o desenvolvimento de uma nova cultivar de mamona, através da seleção individual com teste de progênes na variedade local Baianita, originando a linhagem CNPA 90-210 que, por apresentar características agrônomicas e tecnológicas superiores às dos cultivares comerciais, em testes regionais, foi lançada como nova cultivar de mamona, denominada BRS 149 ou Nordestina (EMBRAPA, 1998).

Considerando-se que a existência de variabilidade genética natural é a base para o sucesso do método de seleção individual com teste de progênes, o conhecimento dos mecanismos pelos quais a variabilidade origina-se ou é mantida nas populações é de fundamental importância (ZANOTTO, 1990).

O método seleção individual com teste de progênes permite a obtenção de parâmetros genéticos como coeficiente de herdabilidade e coeficiente de variação genética, mas a literatura em relação à cultura da mamona é escassa neste sentido, o procedimento do método é citado, mas não existem relatos com a cultura da mamona.

5. MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado no desenvolvimento do presente trabalho foi constituído de 135 progênes obtidas de plantas individuais da cultivar de mamona Guarani, por meio de autofecundações artificiais.

As avaliações das 135 progênes foram realizadas em duas localidades; em Araçatuba-SP, em propriedades rurais de mamoneiros tradicionais daquela região, e na cidade de São Manuel-SP, na Fazenda Experimental São Manuel, da Faculdade de Ciências Agrônômicas do campus de Botucatu - UNESP.

Para uma maior precisão experimental as 135 progênes foram divididas em 3 experimentos em cada local, com 45 progênes cada e com cinco parcelas testemunhas, que correspondem a cultivar “Guarani” original. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três repetições e com área útil das parcelas de 10m².

Foi avaliado o teor de óleo obtido por meio do método químico Soxhlet, foram utilizadas de 15 a 20 sementes de cada parcela obtidas ao acaso do centro do racemo primário.

O método químico Soxhlet é muito utilizado na extração de óleos vegetais e em vários outros segmentos da indústria, sendo considerado de bons resultados. Uma adaptação foi realizada para colocar mais amostras juntas no extrator e

aproveitar mais seus espaços. Para isso foram feitos cartuchos de papel filtro grampeados nas pontas. Esses cartuchos foram padronizados para terem todos o mesmo peso. Essa técnica foi adaptada do que foi descrito por BATISTA (1980) e citado por ZANOTTO (1986).

A primeira etapa do processo de extração foi a contagem de sementes para se ter por volta de 10 g em cada amostra, o que para a mamona eram em média 15 sementes, levando em consideração que essa cultura é muito variável em relação ao tamanho das sementes, por isso algumas amostras foram feitas com menos de 15 sementes e outras com mais.

As sementes foram maceradas para se obter uma maior exploração do óleo. Depois de maceradas foram colocadas nos cartuchos adaptados e devidamente identificadas.

As amostras prontas foram colocadas em estufa de circulação a 60°C e, tendo que ficar nela pelo menos por 6 horas, então foi padronizado deixá-las de um dia para o outro. Depois de secas foram pesadas sempre em uma única balança de precisão. Foram então colocá-las no extrator, sendo que estavam disponíveis onze conjuntos de vidrarias do extrator, sendo cinco deles com capacidade de sete amostras em cada, e seis com uma capacidade menor, de apenas quatro amostras em cada, seguindo a adaptação que foi realizada.

Para os conjuntos de vidrarias maiores foram utilizados 500ml de hexano e nos menores 200ml em cada extração realizada. Foram realizados testes antes do uso do extrator no presente trabalho e foi detectado que a partir de 7 horas de extração não havia diferenças significativas do teor de óleo, portanto também foi padronizado o tempo de 7 horas de extração.

Após esse período, as amostras foram retiradas do extrator e colocadas novamente na mesma estufa até o dia seguinte, quando foram pesadas novamente.

Deve ser considerado que o óleo extraído não foi utilizado, pois o teor de óleo da cada amostra foi determinado pela diferença de peso das amostras antes e depois da extração.

Para essa determinação deve-se levar em consideração o peso do cartucho (papel e grampos), o peso da amostra antes da extração, o peso só da mamona nesta fase, que se refere apenas ao conteúdo das amostras, e o peso das amostras após a extração.

$$P0 = [(P2 - P3) / (P2 - P1)] \times 100$$

Onde: P0 = porcentagem de óleo da amostra analisada

P1 = peso do cartucho (papel filtro + grampos)

P2 = peso da amostra (cartucho + material macerado)

P3 = peso da amostra após a extração

Após a determinação do teor de óleo das amostras dos três experimentos, para cada localidade, foram realizadas análises estatísticas segundo o delineamento de blocos ao acaso e, também, uma análise conjunta para os dois locais.

Os parâmetros genéticos, variância genética e coeficiente de herdabilidade, foram determinados de acordo com a metodologia apresentada por ZANOTTO (1990).

Tabela 1 Esperança matemática dos quadrados médios E (QM) da avaliação do teor de óleo de progênies de mamona, cultivar guarani

Fontes de variação	graus de liberdade	quadrado médio	E(QM)	F
Blocos	r-1	-		
Progênies	p-1	Q1	$\sigma^2 + r\sigma^2p$	Q1/Q2
Erro	(r-1)(p-1)	Q2	σ^2	

Onde: r = número de repetições;

P = número de progênies;

σ^2 = variância ambiental

σ^2p = variância genética entre progênies

As estimativas de variância foram obtidas da seguinte maneira:

$$\sigma^2p = \frac{Q1 - Q2}{r}$$

$$\sigma^2 = Q2$$

r

onde: σ^2 = variância ambiental

σ^2p = variância genética entre progênies

As estimativas de herdabilidade (h^2) ao nível de médias de progênes foram obtidas conforme segue:

$$h^2 = \frac{Q1 - Q2}{Q1}$$

Tabela 2. Esperança matemática dos quadrados médios E (QM) da análise conjunta dos experimentos

Fontes de variação	graus de liberdade	quadrado médio	E(QM)	F
Blocos/exp	$l(r-1)$	-		
Locais (L)	$l-1$	Q1	$\sigma^2 + r\sigma^2_{pl} + rp \sum_i t_i^2$	Q1/Q3
Progênes (P)	$p-1$	Q2	$\sigma^2 + lr\sigma^2_p$	Q2/Q4
P x L	$(p-1)(l-1)$	Q3	$\sigma^2 + r\sigma^2_{pl}$	Q3/Q4
Erro	$l(r-1)(p-1)$	Q4	σ^2	

Onde: σ^2 = variância do erro experimental

σ^2_{pl} = variância da interação entre progênes por local

σ^2_p = variância genética entre progênes

$\sum_i t_i^2$ = comprovante quadrático da variação entre experimentos (efeito fixo)

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 são apresentadas as médias e a amplitude de variação do teor de óleo de progênies nos experimentos de Araçatuba-SP e São Manuel-SP (2002).

Tabela 3. Médias de teor de óleo e amplitude de variação em porcentagem de progênies dos experimentos em Araçatuba-SP e São Manuel-SP (2002).

Experimento	São Manuel		Araçatuba	
	Média	Amplitude	Média	Amplitude
I	43,63	37,8 – 49,4	42,51	21,6 – 57,5
II	42,91	32,5 – 49,6	44,06	36,7 – 51,9
III	43,13	34,3 – 48,7	44,21	32,4 – 51,4
Média	43,22	34,9 – 49,3	43,59	30,3 – 53,6
Média das testemunhas	43,38		41,59	

A média de teor de óleo para os experimentos de São Manuel foi de 43,22 % e em Araçatuba 43,59 %. Isso mostra que em relação as médias apresentadas praticamente não houve diferença entre os locais, mas pode ser observado que os experimentos de Araçatuba apresentaram maior amplitude de variação do que a amplitude observada nos experimentos de São Manuel. Isso pode ser justificado pela baixa pluviosidade ocorrida em Araçatuba, o que pode ter prejudicado o desenvolvimento de algumas progênies.

A média de teor de óleo das testemunhas dos experimentos de São Manuel foi de 43,38%, não existindo diferença entre as médias dos experimentos. Já em Araçatuba, a média de teor de óleo das testemunhas ficou em 41,59%, um pouco abaixo das médias dos experimentos.

Na Tabela 4 são apresentados os valores dos quadrados médios da análise de variância entre progênes, conjunta para São Manuel e Araçatuba.

Tabela 4. Quadrados médios da análise de variância entre progênes, conjunta para os experimentos em Araçatuba-SP e São Manuel-SP (2002).

FV	GL	QM		
		ExpI	ExpII	ExpIII
Locais(L)	1	85,19*	89,32*	78,36*
Progênes(P)	44	29,46*	13,48*	11,91*
PxL	44	24,01*	11,94*	10,00*
Resíduo	176	13,34	6,88	6,33

*significativo pelo teste Fa 5%

Os quadrados médios da interação progênes por locais foram significativos a 5% de probabilidade pelo teste F em todos os experimentos, o que define a existência de comportamento diferencial de progênes em relação aos locais quanto ao teor de óleo, indicando assim a necessidade do desdobramento dos tratamentos da referida análise em progênes dentro de locais, ou a avaliação dos experimentos em cada local.

Os coeficientes de variação experimental em São Manuel ficaram entre 6,18 e 6,88% e em Araçatuba entre 5,60 e 11,10%, sendo considerados de boa precisão.

Na Tabela 5 são apresentados os quadrados médios da análise de variância dos experimentos de Araçatuba - SP (2002).

Tabela 5. Quadrados médios da análise de variância de progênes para teor de óleo em porcentagem dos experimentos em Araçatuba-SP (2002).

FV	GL	QM		
		ExpI	ExpII	ExpIII
Blocos	2			
Progênes	44	45,18*	37,75*	9,75*
Resíduo	88	18,73	23,92	6,12
Cv%		10,18	11,10	5,60

*significativo pelo teste Fa 5%

Os quadrados médios de progênes apresentaram significância a 5% de probabilidade pelo teste F nos três experimentos de Araçatuba, mostrando a existência de diferenças genéticas entre progênes.

Na Tabela 6 são apresentados os quadrados médios da análise de variância de progênes dos experimentos de São Manuel - SP (2002).

Tabela 6. Quadrados médios da análise de variância de progênes para teor de óleo em porcentagem dos experimentos de São Manuel- SP (2002).

FV	GL	QM		
		ExpI	ExpII	ExpIII
Bloco	2			
Progênie	44	8,28	7,56	10,82
Resíduo	88	7,95	7,05	8,81
Cv%		6,46	6,18	6,88

*significativo pelo teste Fa 5%

Nos experimentos de São Manuel, ao contrário de Araçatuba, os quadrados médios de progênes não foram significativos pelo teste F a 5% de probabilidade, indicando assim ausência ou baixa variabilidade genética para teor de óleo.

Em função da significância dos quadrados médios da interação progênes por locais, os parâmetros genéticos foram avaliados em cada local, sendo que a estimativa da variância genética entre progênes e a estimativa do coeficiente de herdabilidade são mostrados na Tabela 7.

Tabela 7. Estimativas da variância genética (σ^2_p) e coeficientes de herdabilidade (h^2) entre médias de progênies para teor de óleo em porcentagem em cada local de avaliação.

Experimento	São Manuel		Araçatuba	
	σ^2_p	h^2	σ^2_p	h^2
I	0,11	0,04	8,82	0,59
II	0,17	0,07	4,61	0,37
III	0,67	0,18	1,21	0,37
Média	0,32	0,10	4,88	0,44

Como pode ser observado, as estimativas da variância genética e o coeficiente de herdabilidade em média foram superiores em Araçatuba do que as obtidas em São Manuel. Uma possível explicação para este fato seria a diferença entre as temperaturas médias entre os dois locais, sendo que em Araçatuba as temperaturas maiores podem ter sido uma causa de estresse para algumas progênies, provocando assim, uma maior amplitude de variação das médias, além de que a baixa pluviosidade ocorrida em Araçatuba também pode ter contribuído para o não desenvolvimento adequado de algumas progênies, contribuindo para essa maior amplitude de variação encontrada no referido local.

As médias dos parâmetros genéticos para os três experimentos para cada local mostram que o coeficiente de herdabilidade (0,10) e a estimativa da variância genética em São Manuel foram baixos, indicando uma situação pouco favorável para seleção de progênies com maior teor de óleo nas sementes contrariando os resultados obtidos por GAZOLA et al. (2002), que encontraram grande variação para teor de óleo entre as progênies da cultivar guarani. Este trabalho utilizou o mesmo método de extração de óleo Solxhlet, tendo sido encontrada uma média de 47,2% de óleo, considerada boa se compararmos com os resultados encontrados no presente trabalho, com uma amplitude de variação de 36,6% a 53,2% de óleo, um pouco menor do que a encontrada nos experimentos de São Manuel e com uma diferença grande da amplitude de variação encontrada nos experimentos de Araçatuba. Já em Araçatuba o coeficiente de herdabilidade (0,44) foi superior, o que significa a possibilidade de se obter com sucesso a seleção de progênies com maior teor de óleo.

Estes resultados mostram que mesmo dentro de uma mesma cultivar pode haver diferenças entre os locais em um processo de seleção para teor de óleo para a cultura da mamona. Portanto, se o objetivo for a obtenção de cultivares com alto teor de óleo para utilização em várias regiões, deve-se realizar estudos de estabilidade fenotípica ou avaliar a possibilidade de obtenção de cultivares com adaptação específica para cada região.

Na literatura não são encontrados trabalhos que avaliem características agronômicas como teor de óleo dentro de uma mesma cultivar. São encontrados trabalhos que avaliam as características entre cultivares diferentes, como BHARDWAJ et al. (1996), que avaliaram várias características de campo e teor de óleo de 72 cultivares desenvolvidas em diversos lugares do mundo, na região da Virginia, EUA. Os resultados encontrados no referido trabalho mostram que o teor de óleo variou de 22 a 41% entre as cultivares avaliadas, o que determina que o teor de óleo da cultivar guarani, avaliada no presente trabalho, em média, é melhor do que as melhores cultivares utilizadas nesta avaliação.

LAKSHMINARAYANA et al. (1984) avaliaram também as características do óleo de 17 diferentes cultivares desenvolvidas na Índia, em relação a cultivar guarani, as cultivares avaliadas apresentaram maior teor de óleo, variando de 46 a 51%, não superando apenas alguma progênie da guarani que chegaram a 57% de óleo. Essa observação é válida, pois o método utilizado para extração do óleo também foi o Soxhlet, o que gera uma maior segurança na comparação. Já o trabalho de BHARDWAJ et al. (1996), não detalhou a utilização do método de extração, podendo assim existir algumas diferenças nos resultados, se não fosse comparados com a mesma técnica de extração.

A avaliação do teor de óleo de uma única cultivar em locais diferentes é de extrema importância, visto que os resultados mostraram que existem diferenças em uma mesma cultivar em locais diferentes e que pode não ser viável a seleção para óleo da cultivar em um determinado local. Isto é importante, pois deve ser ressaltado que o óleo de mamona é um produto muito importante, principalmente para a indústria de plástico biodegradável, que necessita de um óleo de qualidade para garantir o seu processo produtivo e a qualidade de seus produtos.

7. CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos, pode-se concluir que nas condições de Araçatuba a cultivar Guarani apresentou variabilidade genética para teor de óleo entre progênies de magnitude suficiente a permitir o sucesso na seleção para esta característica, o mesmo não ocorreu nas condições de São Manuel.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R. W. **Principles of plant breeding**. New York: Wiley, 1960. 485p.

BANZATTO, N. V.; ROCHA, J. L. V. da. Genética e melhoramento da mamoneira. In: KERR, W. E. **Melhoramento e genética**. São Paulo: Melhoramentos, 1969. p.102-113.

BHARDEUAJ, H.L. et al. Evaluation of castor germplasm for agronomic and oil characteristics. In: Janick, J. (Ed). **Progress in new crops**. Alexandria: ASHS Press, V.A. 1996. p.342-346.

BORÉM, A. Seleção no melhoramento de plantas. In: ____ **Melhoramento de plantas**. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 1997. cap.13, p.245-255.

BUKHATCHENKO, S. L. Ricinine: the alkaloid of castor oil. In: MOSKIN, V. A. (Ed.). **Castor**. New Delhi: Amernd, 1986. p.81-84.

CARVALHO, L. O. **Informações das principais culturas brasileiras**. Casa do agronegócio. Disponível em: < www.agrocasa.com.br/arquivos-culturas/mamona.htm>. Acesso em: 01 fev. 2003.

CASCHEM, I. **Urethanes, castor oil, chemical derivatives**. New Jersey: Bayonne, 1982. (Technical Bulletin, 100).

CRISÓSTEMO, J.R.; SAMPAIO H.S.V; RODRIGUES, E.M. **Produtividade das principais variedades de mamoneira (*Ricinus cummunis L.*) de porte alto cultivadas na Bahia.** Salvador: Representação do Estado da Bahia, Embrapa, 1975. 17p. (Comunicado técnico, 11).

CRISÓSTOMO, J.R ; SILIRIA, J.M da. **Comportamento das variedades SIPEAL de mamoneira nos municípios de Iraquare e Itaeté, Bahia.** Salvador: Representação do Estado da Bahia, Embrapa,1975. 8p. (Comunicado técnico, 14).

CHIERICE, G. O.; CLARO NETO, S. Aplicação industrial do óleo. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F.(Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil.** Brasília: Embrapa, 2001. c.5, p.89-120.

D`YAKOV, A. B. Properties of photosynthesis. In: MOSHKIN, V.A. (Ed.). **Castor.** New Delhi: Amerind, 1986 p. 65-67.

Embrapa, 1998. Nova cultivar de mamona, BRS 149 (nordestina). Campina Grande, Embrapa/CNPA/EBDA (folder)

FREIRE, E.C. et al. Avaliação de cultivares de mamoneira no nordeste do Brasil. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. **Relatório técnico anual do CNPA 1990-1991.** Campina Grande, 1992. p.491-494.

FREIRE, E.C. et al. **Competição de cultivares e híbridos de mamona no nordeste do Brasil.** Campina Grande: Centro Nacional de Pesquisa de Algodão, Embrapa, 1990. (Pesquisa em andamento, 11).

GAZOLA, E. et al. Variabilidade genética para teor de óleo em progênies de mamona (*Ricinus cummunis L.*) da cultivar “Guarani”. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 14., 2002., Presidente Prudente . **Anais...** Presidente Prudente: Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, 2002. 1CD ROM.

HEMMERLY, F. X. **Mamona, comportamento e tendências no Brasil.** Brasília: Embrapa, 1981. 69p. (Documento técnico, 2).

KASSAI, L. Mamona rende mais que soja e petróleo. **Gazeta Mercantil**, São Paulo, 17 abr. 2003. p. B-16.

LAKSHMINARAYANA, G. et al. Characteristics and composition of newer varieties of Indian castor seed and oil. Regional research laboratory (CSIR), India. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Champaign, v. 61, n.12, p. 1871-1872., 1984.

LIMA, E.F.; SOARES, J.J. Resistência de cultivares de mamoneira ao mofo cinzento causado por *Botrytis ricini*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, n. 15, p. 96-97, 1990.

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

MOREIRA, J. A. N. et al. **Melhoramento de mamoneira (RCL)**. Campina Grande: Centro Nacional de Pesquisa de Algodão, Embrapa, 1996. 29p. (Documento técnico, 44).

MOSHKIN, V.A. Ecology. In: _____. **Castor**. New Delhi: Amerind, 1986. p. 54-64.

NAUGHTON, F. C. Castor oil. In: **ENCYCLOPEDIA of chemical technology**. 3. ed. [S.1]: Kirk-Othmer, 1979. v.5, p1-13.

RIBEIRO FILHO, F. **Cultura da mamoneira**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1966. 75p.

SAVY FILHO, A. et al. Melhoramento da mamoneira: **Circular do Instituto Agrônomo**, Campinas, n. 61, 1976.

SAVY FILHO, A. et al. **Mamoneira `Guarani`**: **Circular do Instituto Agrônomo**, Campinas, n. 66, 1997.

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

SAVY FILHO, A. Melhoramento da mamona. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 1999. p.398-404.

SAVY FILHO, A. et al. Mamona. **Documento técnico da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Oleaginosas no Estado de São Paulo: Análise e diagnóstico**, Campinas, n. 107, 39p. 1999.

SOTERO, A. P. Plásticos biodegradáveis trazem melhoria ambiental. **Jornal de Plásticos**, 2000. Disponível em: < www.jorplast.com.br/jpago00/ago006.html> Acesso em: 01 fev.2003.

SOUZA, F. E. de. Cultura da mamona In: SUDENE. **Contribuição ao desenvolvimento das espécies oleaginosas no Nordeste**. Recife, 1972. p.4-13.

STREET, H. E.; OPIK, H. Germinação. In: _____. **Fisiologia das angiospermas: crescimento e desenvolvimento**. São Paulo: Polígono, 1974. p.7-34.

VIEIRA, R. M.; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S. Diagnóstico e perspectiva da mamoneira no Brasil. In: Reunião temática Matérias-primas oleaginosas no Brasil. Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: : Centro Nacional de Pesquisa de Algodão, Embrapa, 1997 180p.

VIEIRA, R. M. ; LIMA, E. F. Importância sócio-econômica e melhoramento genético da mamoneira no Brasil. Recursos Genéticos e Melhoramento das Plantas para o Nordeste Brasileiro; 1997. Disponível em: < www.cpatas.embrapa.br/livrorg/mamona.doc>. Acesso em: 01 fev. 2003.

WEISS, E. A. Castor. In: _____. **Oilseed crops** . London: Longman, 1983. p. 31-99.

ZANOTTO, M. D. **Variabilidade genética e endogamia em duas populações de milho (*Zea mays* L.) contrastantes para teor de óleo**. 1986. 62f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1986.

ZANOTTO, M. D. **Seleção de plantas individuais com teste de progênes em amendoim**. 1990. 59f. Tese (Doutorado em Agronomia – Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.