

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

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTÍPICA DE LINHAGENS
DE MAMONA (*Ricinus communis* L.) AVALIADAS EM DUAS ÉPOCAS
DE SEMEADURA**

CLEUSA ROSANA DE JESUS

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp - Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Doutor em
Agronomia (Agricultura)

BOTUCATU-SP

Novembro - 2008

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

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTÍPICA DE LINHAGENS
DE MAMONA (*Ricinus communis L.*) AVALIADAS EM DUAS ÉPOCAS
DE SEMEADURA**

CLEUSA ROSANA DE JESUS

Orientador: Prof. Dr. Maurício Dutra Zanotto

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp - Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Doutor em
Agronomia (Agricultura)

BOTUCATU - SP
Novembro – 2008

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

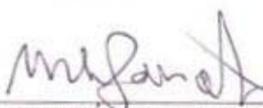
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTÍPICAS DE LINHAGENS
DE MAMONA (*Ricinus communis* L.) AVALIADAS EM DUAS ÉPOCAS
DE SEMEADURA"

ALUNA: CLEUSA ROSANA DE JESUS

ORIENTADOR: PROF. DR. MAURÍCIO DUTRA ZANOTTO

Aprovado pela Comissão Examinadora



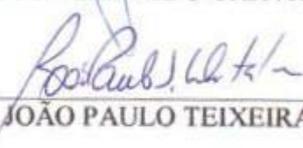
PROF. DR. MAURÍCIO DUTRA ZANOTTO



PROF. DR. EDSON SEIZO MORI



PROF. DR. JOSÉ GERALDO CARVALHO DO AMARAL



PROF. DR. JOÃO PAULO TEIXEIRA WHITAKER



PROF. DR. JULIANA PARISOTTO POLETINE

Data da Realização: 28 de novembro 2008.

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

J58a Jesus, Cleusa Rosana de, 1966-
Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de linhagens de mamona (*Ricinus communis L.*) avaliadas em duas épocas de semeadura / Cleusa Rosana de Jesus. - Botucatu :[s.n.], 2008.
vi, 94 f. : il. , gráfs., tabs.

Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2008
Orientador: Maurício Dutra Zanotto
Inclui bibliografia

1. Mamona. 2. Produtividade. 3. Genótipos. 4. Semeadura. I. Zanotto, Maurício Dutra. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu) Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à humanidade, como uma pequena contribuição na geração de energia renovável para o planeta e comprometo-me que, no cumprimento do meu dever de Engenheira Agrônoma sempre trabalharei para o bem do homem; respeitarei a natureza, evitando que destruam o equilíbrio ecológico ou poluam, colocarei todo o meu conhecimento científico a serviço da Agricultura e desenvolvimento da humanidade; assim sendo, estarei em paz comigo e com Deus.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof^o. Dr. Maurício Dutra Zanotto pela orientação e ensinamentos.

Aos meus pais Vicente Manoel de Jesus (*In Memoriam*) e Lázara Maria de Jesus por terem possibilitado esta existência.

A CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão de bolsa de estudos durante o curso de Pós-Graduação.

Ao incentivador incansável, amigo e irmão de alma o Médico Everton Sandoval Giglio pela amizade, companheirismo e apoio incondicional em todos os momentos. “Meu desejo é que aquele que está mais próximo, que mãos e pés ilumine para sempre seu coração e seus pensamentos”.

À FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos pelo apoio e financiamento dos trabalhos conduzidos pelo Programa de Melhoramento de Mamona da Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP - Botucatu.

Ao Prof^o. Dr. Dagoberto Martins pelo incentivo e estímulo.

Ao Prof^o. Dr. José Geraldo Carvalho do Amaral pelos ensinamentos, colaboração e amizade. A alegria desta conquista e os méritos deste trabalho também são seus.

À Prof^a. Dr^a. Juliana Parisotto Poletine pelas sugestões e amizade.

À Prof^a. Dr^a. Martha Maria Mischan do Departamento de Bioestatística do Instituto de Biociências UNESP – Botucatu pela contribuição nas análises estatísticas.

Ao amigo Marcos Vinícius Camargo pela amizade sincera.

Sinceros agradecimentos aos Técnicos Agrícolas Augusto Felipe Pascotto, Daniel Fernandes Papa e Milton Marques Silva pela dedicação e trabalho efetivo durante a condução dos experimentos.

Aos colegas do curso de pós-graduação e àqueles que encontrei pelo caminho pela convivência e pelos momentos de felicidade que compartilhamos. Fica o desejo de boa sorte e a vontade de que lutes e venças.

A todos os funcionários da Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP – Campus de Botucatu pela cordialidade.

Àqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, meus agradecimentos.

SUMÁRIO

1 RESUMO.....	1
2 SUMMARY.....	2
3 INTRODUÇÃO.....	4
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	7
4.1 Origem e características botânicas.....	7
4.2 Aspectos econômicos e utilizações.....	9
4.2.2 Utilizações do óleo de mamona.....	10
4.2.3 Torta de mamona.....	11
4.2.4. Programas de melhoramento genético e características de interesse.....	11
4.2.5 Interação genótipos com ambientes e homeostase.....	14
4.2.5.1 Interação genótipos com ambientes.....	14
4.2.5.2 Homeostase.....	18
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
5.1 Classificação climática de Köeppen para os locais de condução dos experimentos...	22
5.2 Material.....	24
5.3 Métodos.....	24
5.3.1 Obtenção das linhagens.....	24
5.3.2 Caracterização das áreas experimentais e delineamento experimental.....	25
5.3.3 Característica avaliada.....	26
5.4 Análises estatísticas.....	26
5.4.1 Análises de variância individuais.....	26
5.4.2 Análises de variância conjuntas.....	27
5.4.3 Análise de variância conjunta para a interação épocas x locais x linhagens.....	27
5.4.4 Análises de adaptabilidade e estabilidade fenotípicas.....	29
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
6.1 Análises de variância para época de semeadura 1.....	30
6.1.1 Análises de variância individuais para a época de semeadura 1.....	30

6.1.2 Médias e amplitude de variação de produtividade por município para a época de semeadura 1.....	31
6.1.3 Análise de variância conjunta de cinco locais para a época de semeadura 1.....	34
6.1.4 Médias e amplitude de variação de produtividade de cinco municípios para a época de semeadura 1.....	36
6.2 Análises de variância para época de semeadura 2.....	38
6.2.1 Análises de variância individuais para a época de semeadura 2.....	38
6.2.2 Médias e amplitude de variação de produtividade por município para a época de semeadura 2.....	39
6.2.3 Análise de variância conjunta de cinco locais para a época de semeadura 2.....	42
6.2.4 Médias e amplitude de variação de produtividade de cinco municípios para a época de semeadura 2.....	44
6.3. Análise de variância para a interação épocas x locais x linhagens.....	45
6.3.1 Médias e amplitude de variação de produtividade para cinco municípios para a época de semeadura 1 e época de semeadura 2.....	46
6.4 Análises de adaptabilidade e estabilidade fenotípicas para a época de semeadura 1 e época de semeadura 2.....	54
6.4.1 Estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípicas para a época de semeadura 1.....	54
6.4.1.1 Figura relativa à estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípicas para a época 1.....	60
6.4.2 Estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípicas para a época de semeadura 2.....	62
6.4.2.1. Figura relativa à estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípicas para a época 2.....	62
6.5 Considerações finais.....	71
7 CONCLUSÕES.....	73
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74

1 RESUMO

Realizou-se o presente trabalho, com o objetivo de avaliar a produtividade média de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de linhagens de mamona (*Ricinus communis* L.) e estimar os parâmetros para a adaptabilidade e estabilidade fenotípicas. As avaliações da época 1 foram realizadas entre novembro de 2006 à junho de 2007 e na época 2, de março à agosto de 2005 nos municípios de Araçatuba, Botucatu, Ilha Solteira, Penápolis e São Manuel – SP, sob delineamento de blocos ao acaso com três repetições e parcela útil de 10 m^2 . Foram realizadas análises de variância individuais para cada local, conjunta dos cinco locais para cada época e, posteriormente as médias foram comparadas pelo teste de Scott e Knott (1974) a 5% de probabilidade. Observou-se significância para a característica avaliada em todas as análises e, devido à interação significativa entre épocas, locais e linhagens foram realizadas análises de adaptabilidade e estabilidade fenotípicas considerando-se como ambiente as épocas de semeaduras segundo metodologia proposta por Finlay e Wilkinson (1963). Na época 1 com relação à produtividade destacaram-se as linhagens 1, 6, 8, 15, 16 e 18. Quanto aos parâmetros para a adaptabilidade e estabilidade fenotípicas as linhagens 3, 13 e 18 apresentaram adaptabilidade geral e estabilidade média. Na época 2, com relação aos mesmos parâmetros, as linhagens 1, 2, 4, 7, 10, 11, 12, 14, 15, 16, e 19 apresentaram maiores produtividades, predominância de adaptabilidade específica à ambientes favoráveis e estabilidade baixa. Para as duas épocas de semeaduras as linhagens 1, 6, 8, 15 e 16 apresentaram-se como superiores em produtividade.

Palavras chave: mamoneira, genótipos, ambiente, produtividade, interação.

2 SUMMARY

FENOTYPICAL ADAPTABILITY AND STABILITY OF CASTOR BEAN LINES
(*Ricinus communis* L.) **EVALUATED IN TWO SOW PERIODS** Botucatu, 2008. 84 p.
(Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas,
Universidade Estadual Paulista.

Author: CLEUSA ROSANA DE JESUS

Adviser: MAURÍCIO DUTRA ZANOTTO

This work was carried out to evaluate average grains yield (kg ha^{-1}) of castor bean (*Ricinus communis* L.) lines and to estimate the parameters for fenotypical adaptability and stability. The evaluations for period 1 were conducted between November, 2006 to June, 2007, and period 2, consisted of March to August, 2005 in Araçatuba, Botucatu, Ilha Solteira, São Manuel and Penápolis, Municipals Districts, in São Paulo State, by using randomized complete blocks scheme with three replicates and useful plots of 10 m^2 . Individual variance analysis for each site were calculated as well as joint variance analysis involving the five locations for each period and subsequently averages were compared by Scott and Knott test (1974) to 5% of probability. Significance was observed for the characteristic evaluated in all analysis and due to the significant interaction between periods, locations and lines, data were studied with analysis of fenotypical adaptability and stability considering the environment as the sowing crop periods according to the methodology proposed by Finlay and Wilkinson (1963). For period 1, in relation to grains yield, lines 1, 6, 8, 15, 16, 18 were outstanding. For adaptability and stability fenotypical parameters, lines 3, 13 and 18 showed general adaptability and medium stability. In period 2, compared with the same parameters, lines 1, 2,

4, 7, 10, 11, 12, 14, 15, 16, and 19 presented higher grains yield, predominance of specific adaptability to favorable environments and inferior stability. For the two sowing crop periods, lines 1, 6, 8, 15 and 16 were superior in grains yield.

Key words: castor bean, genotype, environment, grain yield, interaction.

3 INTRODUÇÃO

Atualmente, é amplamente reconhecido que a disponibilidade do petróleo e seus derivados no mercado mundial é finita. Estudos apontam o esgotamento das fontes de energia fóssil para os próximos quarenta ou cinquenta anos, destacando-se a necessidade de buscar outras fontes de energia. Além dos conflitos políticos envolvendo os Países onde estão localizadas as maiores reservas de petróleo do mundo, a crescente preocupação com o meio ambiente e em particular, com as mudanças climáticas globais tem viabilizado estudos de novas fontes de energia renovável.

Os benefícios ambientais, além da redução da poluição do ar, das mudanças climáticas, dos derramamentos de óleo e da geração de resíduos tóxicos, a produção de biodiesel também pode gerar vantagens econômicas para o País. Estudos mostram que as plantas utilizadas na produção de 1kg de biodiesel são responsáveis pela retirada de 3 kg de CO₂ da atmosfera, sendo que o biocombustível é entre 65% e 90% menos poluente que o diesel convencional (MELLO et al. 2007). Além das perspectivas de comercialização do biodiesel, há benefícios sociais com a produção e cultivo de matérias-primas que podem ajudar a criar milhares de empregos diretos e indiretos.

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma das 7.000 espécies da família das Euphorbiáceas com seu centro de origem Abissínio, no Continente Africano, (VAVILOV, 1949). É uma oleaginosa cujas sementes possuem teor de óleo variando de 42 a 50% que se destina exclusivamente, ao uso industrial. A versatilidade de seu óleo permite a fabricação dos mais variados produtos similares aos derivados do petróleo como: plásticos, defensivos agrícolas, lubrificantes, tintas, vernizes, graxas, cosméticos e próteses para uso em medicina. É insubstituível em certas áreas industriais além de preencher satisfatoriamente

todos os requisitos-base para ser utilizado como matéria-prima para produção de biodiesel (CHIERCE e NETO, 2001).

Entre os avanços obtidos com o melhoramento genético em mamoneira citam-se o aumento da produtividade, aumento do teor de óleo na semente, diminuição do porte da planta para facilitar a colheita mecânica ou manual e indeiscência do fruto evitando desperdícios no campo e redução do número de colheitas (MILANI et al. 2006).

A crescente procura de produtores e empresas, por informações técnicas a respeito do cultivo da mamona, envolve estudos para limitações relativas à expansão da área cultivada e sobre o desempenho agrônômico das cultivares às condições edafoclimáticas. O desempenho agrônômico de cultivares é freqüentemente avaliado em diferentes ambientes podendo ser estes, ano, local ou época de semeadura. Contudo, a decisão de lançamento de novas cultivares normalmente é dificultada pela ocorrência da interação genótipos com ambientes.

A interação genótipos com ambientes ocorre quando há respostas diferenciadas dos genótipos testados em diferentes ambientes. Ela pode ser simples, quando é proporcionada pela diferença de variabilidade entre os genótipos nos ambientes, e complexa, quando denota a falta de correlação entre medidas de um mesmo genótipo em ambientes distintos e indicam haver inconsistência na superioridade dos genótipos com a variação ambiental (ROBERTSON, 1959). Somente quando ocorre interação complexa haverá dificuldades nos programas de melhoramento. (CRUZ e REGAZZI, 1994).

A interação genótipos com ambientes pode ser reduzida, utilizando-se cultivares específicas para cada ambiente, ou utilizando-se cultivares com ampla adaptabilidade e boa estabilidade, ou ainda estratificando a região considerada em sub-regiões com características ambientais semelhantes, dentro das quais a interação passa a ser não significativa (ALLARD e BRADSHAW, 1964). A segunda alternativa tem sido a mais utilizada.

Desta forma o objetivo do presente trabalho foi avaliar e identificar linhagens produtivas de mamoneira (*Ricinus communis* L.) em cinco locais, no Estado de São Paulo, e em duas épocas de semeadura, que servirão como genitores para exploração da

heterose e estimar os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípicas considerando-se como ambientes as épocas de semeadura.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Origem e características botânicas

A mamoneira é uma planta monóica que apresenta inflorescência do tipo panícula, denominada de racemo com flores femininas acima e masculinas na parte inferior. A polinização é do tipo anemófila, podendo a taxa de alogamia chegar a mais de 40% (RIBEIRO FILHO, 1966). Segundo Moreira (1996), a mamoneira apresenta sistema de reprodução misto sendo que a maioria de suas cultivares é constituída de populações de polinização aberta. Vencovsky et al. (2001), definem uma população mista como sendo aquela que apresenta taxa de cruzamento, entre 5% e 95%, valores estes uma média referente à população, não ao indivíduo.

No Brasil, sua introdução ocorreu durante a colonização portuguesa e o clima tropical predominante, facilitou sua disseminação. Assim, hoje podemos encontrar a mamoneira em quase toda extensão territorial, como se fosse uma planta nativa. Seu principal e nobre produto é o óleo único na natureza solúvel em álcool, com inúmeras aplicações industriais. A partir do óleo de mamona, pode-se obter também, o diesel vegetal que substitui o óleo diesel derivado do petróleo no uso como combustível. (CHIERICE e NETO, 2001).

Por ser uma espécie polimórfica, a mamoneira apresenta grande variação no hábito de crescimento, conteúdo de óleo e altura de plantas, sendo uma planta perene quando as condições ambientais, sobretudo, temperatura e umidade o permitem (WEISS, 1983). Em cultivos comerciais é considerada planta bianual podendo ser cultivada em períodos de safra e safrinha. Apresenta sistema radicular pivotante e raízes fistulosas,

bastante ramificadas. O caule apresenta grande variação na cor, presença de cera, rugosidade e nós bem definidos, com cicatrizes foliares proeminentes (PRATA, 1969). De acordo com Mazzani (1983), as folhas são do tipo digitolobadas, denticuladas e pecíolos longos, com 20 a 50 cm de comprimento, apresentando filotaxia alternada do tipo 2/5 (duas folhas em cada cinco voltas de 360° no eixo do caule).

A mamoneira tem na sua organogênese, 12 fases ou estádios de desenvolvimento, dependendo da duração de cada uma, da cultivar e das condições ambientais. O primeiro é a germinação que demora de 8 a 18 dias, o segundo, o da formação das folhas opostas verdadeiras, que demora de 7 a 17 dias. O terceiro estágio envolve a segmentação do eixo do racemo, que ocorre rapidamente e finaliza com a formação da quinta ou sexta folha verdadeira, com iniciação da gema axilar lateral, enquanto o quarto estágio corresponde à diferenciação do meristema primário e à formação do rendimento do racemo, tendo de 7 a 18 dias. O quinto estágio é o da diferenciação da parte floral e demora de 10 a 17 dias, e o sexto, o da formação do pólen e do saco embrionário. Já o sétimo refere-se à diferenciação e ao crescimento do racemo; o oitavo, à fase de botoamento; o nono à floração e à polinização; o décimo, à formação dos frutos e sementes. O décimo primeiro, à deposição de cera e o décimo segundo corresponde à maturação. O período de frutificação é muito variável, podendo chegar a 90 dias em cultivares precoces (MOSHKIN, 1986).

A planta necessita de chuvas regulares durante a fase vegetativa e de períodos secos na maturação dos frutos (SEARA, 1989). Pluviosidades entre 600 e 700 mm proporcionam rendimentos superiores a 1,5 mil kg/ha (WEISS, 1983). A maior exigência de água no solo ocorre no início da fase vegetativa, produzindo com viabilidade econômica, em áreas onde a precipitação mínima, até o início da floração seja de 400 e 500 mm (TÁVORA, 1982). O excesso de umidade é prejudicial em qualquer período do ciclo da lavoura, sendo mais crítico nos estádios de plântula, maturação e colheita (AZEVEDO et al. 1997). O cultivo em regiões muito úmidas favorece a incidência de doenças (SEARA, 1989).

Recomenda-se o cultivo em áreas com altitude na faixa de 300 a 1500 m acima do nível médio do mar (WEISS, 1983). A temperatura ótima para a planta é em torno de 28°C (TÁVORA, 1982). Temperaturas elevadas, superiores a 40°C, provocam aborto das flores, reversão sexual das flores femininas em masculinas e redução substancial do teor de óleo nas sementes (BELTRÃO e SILVA, 1999). As baixas temperaturas retardam

a germinação, prolongando a permanência das sementes no solo, o que favorece o ataque de microorganismos e insetos (TÁVORA, 1982). Experiências têm demonstrado que o teor de óleo das sementes é proporcional à soma do calor recebido pela planta em todo o seu ciclo vegetativo. Embora se adapte com facilidade às regiões subtropicais, a planta reduz significativamente a qualidade do óleo e a produtividade de sementes se submetida a temperaturas baixas. (FORNAZIERI JÚNIOR, 1986).

A mamoneira vegeta e produz satisfatoriamente em qualquer tipo de solo, com exceção daqueles que apresentam deficiência de drenagem, devido à sua sensibilidade ao excesso de água no solo. Melhores produções são obtidas em solos profundos, permeáveis, ricos em matéria orgânica, com boa drenagem, disponibilidade de nutrientes e com topografia suave. Solos com pH entre 6,0 e 6,5 são os ideais para o cultivo da mamoneira (CARVALHO, 2005).

4.2 Aspectos econômicos e utilizações

4.2.1 Aspectos econômicos

No Brasil, a região nordeste tem destaque na produção, principalmente no Estado da Bahia que apresenta a maior área plantada, de 149.623 kg.ha⁻¹, mas baixa produtividade média, de 772,00 kg ha⁻¹. O Estado de São Paulo destaca-se pela sua produtividade média de 1.622,00 kg ha⁻¹, inferior somente a do Paraná com 1843,00 kg ha⁻¹ (IBGE, 2007).

A safra 2005/2006 foi semeada sob influência do Programa Nacional de Produção do Biodiesel cujos incentivos levaram à imediata duplicação da produção. Embora a indústria de processamento da mamona opere com alta porcentagem de ociosidade o mercado não suportou o aumento abrupto de oferta e os preços tiveram queda expressiva. Assim, os valores praticados no início da safra 2004/2005 giravam em torno de R\$ 1,00 a R\$ 1,30/kg de mamona em grão. Na colheita eles haviam decaído para R\$ 0,30 a 0,40, promovendo o desestímulo imediato na intenção de plantio da safra de 2005/2006 (RAMOS et al. 2005).

É necessária precaução no incentivo à produção da mamoneira pela estruturação pouco sólida do mercado que deve ser protegido do aumento do preço com reflexo imediato na produção, fato este que já se repetiu em diversos períodos o que quase acarretou a erradicação da mamona como atividade econômica no Brasil. A cadeia produtiva da mamona inicia-se com a matéria-prima e termina com a disponibilização de vários produtos industrializados, passando por intermediários de comercialização e distribuição, assim o agronegócio da mamona e toda sua agroindústria, estruturam-se sobre o produtor da matéria-prima que, neste caso, está representado por micro e pequenos produtores rurais (RAMOS et al. 2005).

4.2.2 Utilizações do óleo de mamona

O óleo de mamona tem em sua composição 90% de ácido graxo ricinoléico, que lhe confere características singulares e insubstituíveis, como por exemplo, manutenção da viscosidade em condições severas de temperatura, tanto abaixo como acima de 0°C. A cadeia carbônica do ácido ricinoléico, com dezoito átomos de carbono, duas duplas ligações, grupo hidroxila e ligação éster, possibilitam diversas reações químicas que resultam em importantes derivados com diversas aplicações industriais (SAVY FILHO et al. 2001). A ligação éster tem como derivado o metilricinoleato com aplicações na fabricação de nylon 11: fios, tubos hidráulicos, (indústria automobilística e aeronáutica); dupla ligação tendo derivados o óleo hidrogenado e o óleo oxidado utilizados na fabricação de ceras, lubrificantes, cosméticos, plásticos, plasticizante, protetores, tintas e adesivos; grupo hidroxila originando derivados como o óleo desidratado, óleo sulfonado, ácido sebácico, óleo etoxilado, poliuretanos e transesterificação usados na indústria têxtil, lubrificantes, nylon 6-10, cosméticos, detergentes, lubrificantes de superfícies, óleo de corte, fluídos hidráulicos, telecomunicações, materiais elétricos, produtos biomédicos, filtros industriais e biodiesel (SAVY FILHO et al. 2001).

4.2.3 Torta de mamona

A torta de mamona, subproduto da indústria, tem como principal aplicação à utilização como adubo orgânico. Isso se deve à presença das toxinas ricina e ricinina, em toda a planta, porém concentradas na torta, cuja ação no controle de populações de nematóides *Meloidogyne*, *Pratylenchus* e outros impedindo a eclosão dos ovos e inviabilizando as formas jovens. Além dessas utilizações o produtor pode utilizar as cascas e os resíduos vegetais, incorporando-os ao solo, aumentando a teor de matéria orgânica e beneficiando-se da reciclagem de nutrientes. Segundo Savy Filho et al. (2001), para cada tonelada de óleo extraído são obtidos 1.300 kg de torta.

4.2.4. Programas de melhoramento genético e características de interesse

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 1,80 a 2,00 m, ciclo de 180 dias e produtividade média de 3.090,00 kg.ha⁻¹ (HEMERLY, 1981).

Destaca-se também a Cultivar AL Guarany 2002 obtida pelo Programa de Melhoramento de Mamona desenvolvida pela Faculdade de Ciências Agrônomicas “Júlio de Mesquita Filho” Campus de Botucatu em parceria com o Centro de Testes Avaliação e Divulgação, do Departamento de Sementes, Mudas e Matrizes – DSMM – CATI – Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo. Apresenta características tecnológicas de grande aceitação pelos agricultores. É uma cultivar de boa rusticidade, tolerante à seca, ciclo de 180 dias, porte médio com altura entre 1,60 a 2,60 m, teor de óleo de 47% a 48% e produtividade entre 2000,00 a 3500,00 kg.ha⁻¹ em frutos ou 1000,00 a 2000,00 kg.ha⁻¹ em grãos (AMARAL, 2003).

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 de Algodão), localizada em Campina

Grande no Estado da Paraíba, desenvolve projetos para a cultura da mamoneira, visando tecnologia de produção para a região do semi-árido do Nordeste, e, por meio do CENARGEM, mantém um Banco Ativo de Germoplasma com cerca de mil acessos disponíveis para intercâmbio (SAVY FILHO, 1999).

Como resultado dessa atividade, o (Centro Nacional de Pesquisa de Algodão) lançou em 1998 duas novas cultivares de mamona, a BRS 149 (Nordestina) e a BRS 188 Paraguaçu. A BRS 149 Nordestina tem altura média de 1,90 m, ciclo de 250 dias, em média, teor de óleo nas sementes de 49%. Produz em média, 1.500,00 kg.ha⁻¹, em regime de sequeiro, e 5.000,00 kg.ha⁻¹, em condições irrigadas. A BRS 188 Paraguaçu apresenta altura média de 1,60 m, ciclo cultural de 250 dias, em média, teor de óleo nas sementes de 48% e produz em médias 1.500,00 kg.ha⁻¹, em regime de sequeiro, e 5.000,00 kg.ha⁻¹ em condições irrigadas. As cultivares são altas e adaptadas às condições do pequeno e médio produtor, nas condições edafoclimáticas dos Estados da Bahia, Pernambuco e Paraíba (EMBRAPA, 1998).

Laureti e Brigham (1987), sumarizaram alguns caracteres que devem ser considerados no melhoramento para compor os atributos de cultivares e híbridos de mamona, tais como: produtividade, alto teor de óleo, porte da planta, tolerância à seca, precocidade, resistência a pragas e doenças e adaptação às regiões de cultivo.

A produtividade é uma característica complexa dependendo da capacidade de absorção de água e nutrientes e da eficiência fotossintética. Os componentes de produção são o número de cápsulas racemo, número de racemos por planta e o peso unitário de sementes. Segundo Moshkin (1986), peso de mil sementes tem variabilidade moderada e alta herdabilidade. A produção de sementes apresenta alta variabilidade e alta herdabilidade.

De acordo com Nóbrega et al. (2001), na mamoneira a produtividade de grãos é classificada como baixa com produtividade menor de 1500,00 kg.ha⁻¹, média com produtividade de 1500,00 a 2000,00 kg.ha⁻¹, alta 2001,00 a 3000,00 kg.ha⁻¹ e muito alta quando acima de 3000,00 kg.ha⁻¹.

Em relação ao alto teor de óleo, Milani et al. (2006), relatam que há registros de mamona com até 62% de óleo nas sementes.

O porte da planta, conforme exposto por Laureti e Brigham (1987), é uma das mais importantes características morfológicas da mamona, que influenciará na tecnologia de produção de determinado cultivar. O porte anão da mamoneira é determinado por um gene recessivo. Grupos de genes modificadores podem mascarar a expressão dos genes repensáveis pelo porte da planta (GURGEL, 1945). Zimmermann (1957), afirma que o gene recessivo responsável pelo porte anão da planta apresenta herança, independentemente do número de nós até o primeiro racemo, ou do número total de nós.

Segundo Nóbrega et al. (2001), a classificação para a altura de plantas varia desde anã, com altura menor de 0,90 m, muito baixa quando entre 0,90 a 1,50 m, baixa quando 1,51 a 2,0 m, média com altura de plantas 2,01 a 2,50 m, alta com altura entre 2,51 a 3,0 m e muito alta, quando acima de 3,0 m.

Quanto à precocidade, sabe-se que o ciclo cultural longo está correlacionado positivamente com a produtividade. O controle do período entre a emergência e a colheita pode ser obtida com a seleção para redução do número de racemos, para uniformidade de maturação do racemo secundário e para precocidade de florescimento, que é correlaciona positivamente com a precocidade de maturação do racemo (LAURETI e BRIGHAM 1987; SAVY FILHO 1999). O ciclo da planta apresenta classificação de muito precoce, quando menos de 140 dias, precoce quando entre 141 a 180 dias, médio para 181 a 210 dias, tardio para 211 a 250 dias e, muito tardio quando acima de 250 dias (NÓBREGA et al. 2001).

Em relação à resistência de pragas e doenças, Lima e Soares (1990) afirmam que, mesmo sendo uma planta rústica, com grande capacidade de adaptação a todas as regiões do Brasil, a mamoneira ao contrário do que se acreditava, é afetada por vários microorganismos, tais como fungos, bactérias e vírus, alguns dos quais chegam a causar prejuízos de grande expressão econômica, se as condições climáticas forem favoráveis ao seu desenvolvimento.

A expansão agrícola, com o conseqüente adensamento de populações de uma mesma espécie, concorre para maior disseminação dos agentes etiológicos das moléstias, enfatizando-lhes a importância. A fusariose, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum ricini*, causa grandes prejuízos à cultura da mamoneira. A imunidade ainda não foi detectada, entretanto, existem fontes medianas ou altamente tolerantes. A tolerância é

determinada por alelos recessivos. Para doenças de importância secundária como *Alternaria ricini* e *Xanthomonas ricinícola* existem fontes de resistência conhecidas, como a CNES-1, Hale e Cimarron (LAURETI e BRIGHAM, 1987; SAVY FILHO 1999).

A utilização de cultivares resistentes visando o controle do mofo cinzento, doença causada pelo fungo *Botrytis ricini* Godfrey tem sido recomendado por vários autores. No entanto, são poucas as informações sobre a reação de cultivares de mamona à infecção pelo fungo no Brasil. Em estudos desenvolvidos por Lima e Soares (1990), verificou-se que dentre as cultivares avaliadas as MPAI T 63/6, Canela-de-Juriti, Sipeal 28, Sipeal 04, Sangue-de-Boi, LC 5116 e Sipeal 09 comportaram-se como as mais resistentes. Outros estudos apontam ainda que, as cultivares espontâneas são muito resistentes à doença; no entanto, não existem ainda, cultivares de mamoneiras exploradas economicamente que possuam alto nível de resistência a este patógeno (DRUMOND e COELHO, 1981).

Outro aspecto a ser considerado no melhoramento da mamona é a adaptação das cultivares às regiões de cultivo. Segundo Milani et al. (2006), as cultivares adequadas de mamona para cultivo na região dos cerrados devem apresentar porte baixo ou anão, precocidade, tolerância ao adensamento, poucos cachos, adequação à colheita mecanizada, sementes pequenas, alto potencial de resposta adubação e resistência às principais doenças. Já para o semi-árido, as cultivares devem apresentar alta tolerância à seca, porte entre médio e baixo, adequação para cultivo em consórcio, frutos semideiscentes para facilitar o descasamento, ciclo curto e resistência às doenças.

4.2.5 Interação genótipos com ambientes e homeostase

4.2.5.1 Interação genótipos com ambientes

O desenvolvimento de plantas com grande potencial produtivo tem sido o principal objetivo dos melhoristas. Entretanto, um dos maiores problemas que têm-se enfrentado é que quando as cultivares são comparadas em vários ambientes, a classificação relativa entre elas difere, causando dificuldades na identificação de cultivares significativamente superiores (EBEHART e RUSSEL, 1966).

Por ambiente, entendem-se todas as variáveis não genéticas envolvidas que podem afetar a expressão fenotípica de um determinado genótipo. As condições ambientais que influenciam na expressão do genótipo podem ser agrupadas em duas categorias, variações previsíveis e imprevisíveis (ALLARD e BRADSHAW, 1964). As variações previsíveis são aquelas devidas a fatores permanentes do ambiente, tais como fertilidade do solo e fotoperíodo, métodos de colheita e outras práticas agronômicas. As variações imprevisíveis são aquelas que ocorrem aleatoriamente, tais como estande final, distribuição de chuvas, temperatura e ocorrência de pragas e doenças.

Quando um dado genótipo é submetido a dois ambientes diferentes, épocas de semeadura, por exemplo, espera-se uma variação no valor fenotípico maior que aquela ocorrida no microambiente experimental. Quando vários genótipos são avaliados em vários ambientes, pode ocorrer e geralmente ocorre de o ambiente alterar diferentemente o mesmo caráter em diferentes genótipos, ou seja, pode ocorrer uma interação de genótipos com ambientes. Define-se então, a interação de genótipos com ambientes como sendo o efeito diferencial dos ambientes sobre os genótipos. Vista por outro lado, a interação resulta da resposta diferencial dos genótipos à variação das condições ambientais (CHAVES, 2001).

Ainda segundo o mesmo autor o sucesso do melhoramento genético de qualquer caráter requer, obrigatoriamente, que ele seja herdável e que haja variação na população em que se pratica a seleção. Os caracteres qualitativos apresentam padrões simples de herança, que se baseia nas proporções das classes fenotípicas, avaliadas nas descendências de cruzamentos. Já os caracteres quantitativos apresentam herança complexa, uma vez que em contraposição aos caracteres qualitativos, em sua maioria, são condicionados por muitos genes com efeitos individuais pequenos e muito influenciados pelo ambiente.

De acordo com Robertson (1959), a interação genótipos com ambientes ocorre quando há respostas diferenciadas dos genótipos testados em diferentes ambientes. Ela pode ser simples, quando é proporcionada pela diferença de variabilidade entre genótipos nos ambientes e complexa, quando denota a falta de correlação entre medidas de um mesmo genótipo em ambientes distintos e indica haver inconsistência na superioridade de genótipos com a variação ambiental. Somente quando ocorre interação complexa haverá dificuldades nos programas de melhoramento (CRUZ e REGAZZI, 1994).

Conforme afirmam Ramalho et al. (2005), é fato amplamente comentado, em termos de parâmetros que na condução de um experimento em apenas um local a variância genética está inflacionada pela interação e, quando se realiza a análise conjunta dos ensaios, esse componente de interação pode ser isolado.

Como ilustração, pode-se verificar o que ocorre quando diferentes cultivares que diferem geneticamente para o caráter produtividade de grãos são avaliadas em ambientes contrastantes. Neste caso, as três situações mais freqüentes que podem ocorrer segundo Arias (1996) são: as cultivares apresentam comportamentos concordantes nos dois ambientes, neste caso, não existe interação e a recomendação da cultivar superior para os dois ambientes é a mesma; o comportamento das cultivares não é semelhante nos dois ambientes e uma delas responde mais acentuadamente à melhoria do ambiente do que a outra, neste caso, ocorre interação, todavia a classificação das cultivares não é alterada nos diferentes ambientes e, por esta razão, a cultivar superior também pode ser recomendada para os dois ambientes. Este tipo de interação é denominado de interação simples e; o comportamento das cultivares é inverso nos dois ambientes, neste caso, existe uma complicação para o trabalho do melhorista, a interação é denominada de complexa e a recomendação de uma cultivar é restrita a um ambiente específico.

Deste modo, é fácil de compreender que quando este tipo de interação se encontra presente, indica a existência de cultivares especificamente adaptadas a ambientes particulares, bem como de outras com adaptação mais ampla, porém, nem sempre com alto potencial produtivo. Isto impede que a recomendação de cultivares possa ser feita de forma generalizada (ARIAS, 1996).

Gama e Hallauer (1980), realizaram estudos enfatizando a natureza herdável do padrão de adaptabilidade de cultivares de milho. Os autores trabalharam com linhagens selecionadas e não selecionadas para produção de grãos das populações BS 10 e BS 11 avaliando-se combinações híbridas durante três anos em três locais. Concluíram que os híbridos de linhagens selecionadas tiveram média de produção significativamente mais elevada que as linhagens não selecionadas, mas os dois grupos não diferiram entre si quanto às estimativas da adaptabilidade da produção de grãos. Sugeriram que o melhorista deveria enfatizar a seleção para produção e que adaptabilidade e estabilidade de produção deveriam

ser avaliadas somente posteriormente, no momento em que se dispusesse de um grupo elite de híbridos.

Esta afirmação concorda com os resultados obtidos por Torres (1988), que estudou o controle genético da estabilidade fenotípica em milho (*Zea mays* L.) e constatou ausência de correlação significativa entre estabilidade e produtividade. O autor sugeriu realizar uma seleção efetiva para produtividade e em seguida para estabilidade e em seu estudo para quantificar o controle genético da adaptabilidade de 42 cultivares de milho, quanto à característica peso de espigas kg.ha^{-1} , ensaiadas em 12 locais, durante três anos. Os ensaios foram conduzidos em látices retangulares simples duplicados, o que permitiu a obtenção de duas estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e possibilitou avaliar o grau de controle genético deste parâmetro. Tomando apenas duas repetições de cada ensaio, estimaram-se os coeficientes que expressam a adaptabilidade dos cultivares estudados. Esse procedimento foi repetido considerando as duas outras repetições não utilizadas, tendo-se, para cada cultivar uma réplica de sua estimativa de adaptabilidade.

O autor encontrou inconsistência nas respostas dos cultivares considerando as medidas de adaptabilidade, ou seja, verificou-se mudança na ordenação das cultivares quanto à adaptabilidade quando fez estudo comparativo entre as réplicas das estimativas deste parâmetro dentro de anos ou entre anos. Conclui-se ainda, que a adaptabilidade e a produtividade devem ter controles genéticos independentes, dada a falta de correlação entre elas. Em virtude de o coeficiente de determinação para rendimento de grãos ter sido aproximadamente, duas vezes maior que o parâmetro adaptabilidade, seria preferível adotar a estratégia de selecionar, nas etapas iniciais do programa de melhoramento, para produtividade e, só então, quando se dispuser de genótipos superiores, submetê-los à avaliação em uma larga faixa de ambientes para que seja feita a seleção com base em suas adaptabilidades.

Em mamoneira inexistem estudos sobre a interação de genótipos com ambientes no Brasil, mas entre os estudos realizados com a cultura da mamoneira sobre os efeitos da interação de genótipos com ambientes na cita-se o de Manivel et al. (1999) que realizaram estudos sobre a capacidade específica de combinação em dois locais, duas estações (primavera e verão) e observaram interação significativa de genótipos com ambientes para a característica rendimento de sementes e outras características relacionadas.

Os autores constataram efeitos de ação gênica aditiva e não houve correlação de performance dos híbridos com os genitores.

Em outro trabalho Manivel et al. (2001) estudaram a estabilidade fenotípica de sessenta híbridos e dezenove genitores de mamona (*Ricinus communis* L). Os materiais foram avaliados em quatro ambientes para os caracteres teor de óleo e rendimento em sementes. Os autores observaram interação significativa de genótipos com ambientes para todas as características avaliadas. As características número de nós abaixo do primeiro racemo, peso de mil sementes e teor de óleo foram menos afetados pelos ambientes que outras características. Substanciais flutuações foram observadas para altura de plantas, comprimentos do primeiro racemo, número de cápsulas e rendimento de sementes por planta. Os híbridos mostraram alta estabilidade sobre os ambiente.

4.2.5.2 Homeostase

Conforme explicam Allard e Bradshaw (1964) o fator estabilidade pode ser analisado considerando-se duas situações: estabilidade populacional e estabilidade individual. A homeostase populacional pressupõe que cada indivíduo que compõe a população seja adaptado a uma diferente faixa ambiental, ao passo que a homeostase individual é consequência de uma reação tamponante de cada indivíduo da população, que se adapta a diversos ambientes. Verifica-se que populações de base genética estreita dependem mais da homeostase individual para conservar seus caracteres, e nas populações de base genética ampla, estão presentes os dois tipos de homeostase. Nesse contexto, Becker e Léon (1988), comentam que todos os tipos de genótipos podem ser caracterizados sob dois aspectos: grau de heterozigosidade das plantas e a heterogeneidade genética da cultivar. Os autores esclarecem que a estrutura genética da população pode influenciar no resultado da interação genótipos com ambientes, sendo esperado que genótipos heterozigotos sejam menos suscetíveis às variações ambientais que os homozigotos, e que populações heterogêneas sejam mais tolerantes que as homogêneas.

Para atenuar ou minimizar os feitos da interação genótipos com ambientes, existem pelo menos três opções possíveis, segundo Ramalho et al. (1993): identificar cultivares específicos para cada ambiente, embora teoricamente possível a

primeira alternativa é de difícil aplicação na prática. Os materiais seriam avaliados em vários ambientes e através da análise dos dados são identificadas as melhores cultivares para cada ambiente específico. É um processo oneroso e qualquer variação ambiental imprevista nas condições em que foram realizadas as avaliações, podem fazer com que o material genético não mais se mostre adaptado (ARIAS, 1996). Zoneamento ecológico: consiste em identificar e agrupar ambientes ecologicamente semelhantes em sub-regiões, visando atenuar o efeito da interação genótipos com ambientes, porém, o zoneamento é possível apenas com base em diferenças de macroambientes tornando-o vulnerável às variações imprevisíveis que possam ocorrer no ambiente, e, também a interação genótipos x anos não pode ser controlada por esse método (ARIAS, 1996). Identificação de cultivares com maior estabilidade fenotípica: neste procedimento, objetiva-se avaliar a estabilidade e adaptabilidade de um conjunto de genótipos por meio de várias metodologias de análise. Nessas metodologias utilizam-se diferentes conceitos biológicos de estabilidade, ou, adaptabilidade, e são empregados diversos procedimentos estatísticos para obtenção das estimativas dos parâmetros.

As metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade destinam-se à avaliação de um grupo de materiais genotípicos, testados numa série de ambientes. Essas metodologias deverão ser empregadas quando ocorrerem interações genótipos com ambientes significativas. Assim, este procedimento é complementar ao da análise de variância individual e conjunta de dados experimentais resultantes de ensaios realizados em uma série de ambientes. Deve ser utilizada quando diferentes materiais como variedades, híbridos, linhagens ou clones são testados na fase final de um programa de melhoramento. Neste caso, cada genótipo constitui uma entidade bem definida que se quer testar como tal (CHAVES, 2001).

A identificação de cultivares com maior estabilidade fenotípica é de grande importância para culturas que estão sujeitas a flutuações climáticas. Os termos estabilidade fenotípica, estabilidade de produção e adaptação, são frequentemente utilizados nos mais diferentes sentidos (BECKER e LÉON, 1988). Estabilidade e adaptabilidade, muitas vezes são utilizados com o mesmo objetivo, porém, embora sejam relacionados, não são idênticos. A estabilidade fenotípica para Finlay e Wilkinson (1963); Allard e Bradshaw (1964) e Ebehart e Russel (1966), referem-se à menor sensibilidade do genótipo às variações

do ambiente, ou seja, quanto maior o efeito do ambiente sobre o genótipo, menor será sua estabilidade fenotípica.

O estudo de adaptabilidade e estabilidade favorece a identificação de genótipos de comportamento previsível e que sejam responsivos às variações ambientais, em condições específicas (ambientes favoráveis e desfavoráveis) ou amplas (CRUZ e REGAZZI, 1994). Apesar da importância deste estudo, o critério de recomendação de cultivares pode basear-se apenas na produtividade média obtida nos ambientes testadores. Essa estratégia tem sido frequentemente utilizada nos programas de melhoramento da soja (*Glycine Max* (L.) Merrill) no Paraná. Contudo, a indicação generalizada, sem considerar a existência de ambientes favoráveis e desfavoráveis, pode beneficiar ou prejudicar as cultivares com adaptações específicas a esses dois tipos de ambiente (CARVALHO et al. 2002).

Finlay e Wilkinson (1963) apresentaram um método que permite avaliar o padrão de resposta de cada genótipo considerando as variações ambientais. Para cada genótipo é realizada uma regressão linear simples da variável dependente que é a produtividade de grãos, em relação a um índice ambiental, definido como a média de todos os genótipos no dado ambiente, tomadas como variável independente.

As análises de regressões são realizadas com dados previamente transformados para a escala logarítmica. Os conceitos de adaptabilidade e estabilidade estão relacionados com os coeficientes de regressão linear e com a média do genótipo e nenhuma inferência é feita em relação ao ajuste das equações de regressão, pressupondo-se que a transformação logarítmica proporcione uma adequação satisfatória do modelo de regressão linear.

Para Finlay e Wilkinson (1963), um genótipo ideal tem média elevada e coeficiente de regressão igual a 1. Este genótipo tem adaptabilidade geral e estabilidade média. Genótipos com médias elevadas e com coeficiente de regressão maiores que 1 apresentam adaptabilidade específica a ambientes favoráveis e são considerados de estabilidade baixa. Genótipos com médias elevadas e coeficiente de regressão menores que 1, apresentam adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis e estabilidade alta.

Conforme explicam Cruz e Carneiro (1998) as estimativas dos índices ambientais são de grande utilidade, por serem indicativos da qualidade dos ambientes

avaliados. Valores negativos identificam ambientes desfavoráveis e valores positivos os ambientes favoráveis.

5 MATERIAL E MÉTODOS

As Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5 apresentam a classificação climática de Köeppen para os locais de condução dos experimentos.

5.1 Classificação climática de Köeppen para os locais de condução dos experimentos

Tabela 1. Classificação climática de Köeppen para o município de Araçatuba – SP.

Classificação Climática de Köeppen para Araçatuba (Aw)		
Altitude 400 Metros		
Temperatura Média (°C)		Precipitação Pluviométrica (mm)
Ano	23,8°C	1.267,7 mm
Mínima	20,2°C	24,0 mm
Máxima	26,0°C	237,4 mm

Fonte: Unicamp-Cepagri, 2007.

Tabela 2. Classificação climática de Köeppen para o município de Botucatu – SP.

Classificação Climática de Köeppen para Botucatu (Cwa)		
Altitude 840 Metros		
Temperatura Média (°C)		Precipitação Pluviométrica (mm)
Ano	20,7°C	1.358,6 mm
Mínima	18,0°C	37,7 mm
Máxima	24,0°C	224,0 mm

Fonte: Unicamp-Cepagri, 2007.

Tabela 3. Classificação climática de Köeppen para o município de Ilha Solteira – SP.

Classificação Climática de Köeppen para Ilha Solteira (Aw)		
Altitude 375 Metros		
Temperatura Média (°C)		Precipitação Pluviométrica (mm)
Ano	23,5°C	1,300 mm
Mínima	21,0°C	22,8 mm
Máxima	27,0°C	225,9 mm

Fonte: Unicamp-Cepagri, 2007.

Tabela 4. Classificação climática de Köeppen para o município Penápolis – SP.

Classificação Climática de Köeppen para Penápolis (Aw)		
Altitude 415 Metros		
Temperatura Média (°C)		Precipitação Pluviométrica (mm)
Ano	23,5 °C	1,333,4 mm
Mínima	20,0 °C	21,2 mm
Máxima	25,6 °C	237,0 mm

Fonte: Unicamp-Cepagri, 2007.

Tabela 5. Classificação climática de Köeppen para o município de São Manuel – SP.

Classificação Climática de Köeppen para São Manuel (Cwa)		
Altitude 700 Metros		
Temperatura Média (°C)		Precipitação Pluviométrica (mm)
Ano	20,8°C	1,464,8 mm
Mínima	17,2°C	37,4 mm
Máxima	23,7°C	241,5 mm

Fonte: Unicamp-Cepagri, 2007.

5.2 Material

No presente trabalho foram utilizadas 20 linhagens S5 obtidas da População FCA Porte Baixo de Mamona (*Ricinus communis* L.) desenvolvidas pelo Programa de Melhoramento de Mamona do Departamento de Produção Vegetal, da Faculdade de Ciências Agrônomicas FCA/UNESP, Botucatu o qual foi iniciado no ano de 1999, tendo como objetivo obter cultivares e híbridos para o Estado de São Paulo.

5.3 Métodos

5.3.1 Obtenção das linhagens

As linhagens S5 foram obtidas utilizando-se o Método Padrão de Desenvolvimento e Melhoramento de Linhagens proposto por Comstock (1964) para a cultura do milho (*Zea mays* L.) e adaptado para mamona (*Ricinus communis* L.), a seguir:

Para o processo de autofecundação foi realizada seleção entre e dentro das progênies à medida que as gerações avançaram. As plantas foram selecionadas com base nos caracteres fenotípicos como vigor e resistência a doenças, e características agrônomicas superiores ou favoráveis. Foram selecionados os racemos na colheita e durante o preparo dos materiais para o plantio seguinte. O processo começou com a autofecundação de centenas de plantas selecionadas de variedades eliminando-se as piores. As sementes obtidas de cada

racemo foram mantidas separadamente. No ano agrícola seguinte foram semeadas em linhas de 5 metros e constituíram as progênies dos racemos selecionadas. Duas a cinco plantas escolhidas de cada progênie foram autofecundadas, fazendo-se a seleção entre e dentro das progênies. Escolheu-se um a três racemos melhores por progênie. No terceiro ano semeou-se uma a três fileiras dos racemos selecionadas e novamente algumas plantas são selecionadas e autofecundadas. Este processo é repetido até que as linhagens atinjam relativa homozigose, processo que dura de cinco a sete anos.

5.3.2. Caracterização das áreas experimentais e delineamento experimental.

Os experimentos foram desenvolvidos nos anos de 2005, 2006 e 2007 nos municípios de Araçatuba, Botucatu, Ilha Solteira, Penápolis e São Manuel na época de semeadura da safra denominada no trabalho como época 1 e na safrinha ou época de semeadura 2. As linhagens na época 1 foram avaliadas entre novembro de 2006 e junho de 2007. Para a época 2 as linhagens foram avaliadas entre de março de 2005 e agosto de 2005. O delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições foi utilizado para todos os experimentos. A parcela experimental constitui-se de linhas de 10 m de comprimento, com espaçamento entre linhas e entre plantas de 1,0 m, ou seja, área útil da parcela de 10 m².

Foram realizadas análises de variância individuais para cada experimento para a época de semeadura 1 e época 2. A presença de homogeneidade entre os quadrados médios residuais entre os experimentos conduzidos na época 1 e época 2 possibilitou a realização de análises de variância conjuntas dos cinco experimentos para cada época e análise de variância conjunta envolvendo as duas épocas de semeadura conforme modelo estatístico conforme apresentado por (RAMALHO et al. 2005).

Os dados foram analisados utilizando-se o programa SISVAR v. 4.2 conforme Ferreira (2003) e as médias comparadas pelo teste de Scott e Knott (1974) no nível de 5% de probabilidade. Devido à presença de interação significativa entre épocas x locais x linhagens foram realizadas análises de adaptabilidade e estabilidade fenotípicas segundo metodologia proposta por Finlay e Wilkinson (1963). Foram considerados como ambientes

as épocas de semeadura e as análises de regressões foram realizadas utilizando-se o programa (SAS, 2001).

5.3.3 Característica avaliada

Após o completo desenvolvimento das plantas foi realizado a observação de interesse agrônômico da característica produtividade média dos grãos, sendo tomados dados da massa dos grãos dos frutos descascados por parcela de 10 m² e posteriormente foi realizada a estimativa em kg.ha⁻¹.

5.4 Análises estatísticas

5.4.1 Análises de variância individuais

A Tabela 6 apresenta o esquema de análise de variância individual, quadrados médios, significâncias pelo teste F a 5% de probabilidade para a característica produtividade de grãos em kg.ha⁻¹ para cada local, época 1 e época 2.

Tabela 6. Esquema de análise de variância individual, quadrados médios, significâncias pelo teste F a 5% de probabilidade para a característica produtividade de grãos em (kg.ha⁻¹) para cada local. Época 1 e Época 2.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F
Blocos	(r-1)	-	
Linhagens	(l-1)	Q1	Q1/Q2
Resíduo	(r-1)(l-1)	Q2	

Onde:

Q1 = quadrado médio entre linhagens;

Q2 = quadrado médio do erro entre parcelas.

5.4.2 Análises de variância conjuntas

A Tabela 7 apresenta o esquema de análise de variância conjunta para cinco locais, quadrados médios, significâncias pelo teste F a 5% de probabilidade para a característica produtividade de grãos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, época 1 e época 2.

Tabela 7. Esquema de análise de variância conjunta para cinco locais, quadrados médios, significâncias pelo teste F a 5% de probabilidade para a característica produtividade de grãos em ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Época 1 e Época 2.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F
Blocos / Locais	(r-1)	-	
Locais	(L-1)	Q1	Q1/Q4
Linhagens	(ℓ -1)	Q2	Q2/Q4
Linhagens x Locais	(ℓ -1) (L-1)	Q3	Q3/Q4
Resíduo	(r-1) (ℓ -1)	Q4	

Onde:

Q1 = quadrado médio entre locais;

Q2 = quadrado médio entre linhagens;

Q3 = quadrado médio da interação linhagens x locais;

Q4 = quadrado médio do erro entre parcelas;

5.4.3 Análise de variância conjunta para a interação épocas x locais x linhagens

A Tabela 8 apresenta o esquema de análise de variância conjunta envolvendo duas épocas de semeadura, cinco locais, quadrados médios, significâncias pelo teste F a 5% de probabilidade para a característica produtividade de grãos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Tabela 8. Esquema de análise de variância conjunta envolvendo duas épocas de semeadura, cinco locais, quadrados médios, significâncias pelo teste F a 5% de probabilidade para a característica produtividade de grãos em (kg.ha⁻¹).

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F
Blocos (Ensaio x Épocas)	(e-1) (L-1)	-	
Épocas	(e-1)	Q1	Q1/Q8
Locais	(L-1)	Q2	Q2/Q8
Épocas x Locais	(e-1) (L-1)	Q3	Q3/Q8
Linhagens	(ℓ-1)	Q4	Q4/Q8
Épocas x Linhagens	(e-1) (ℓ-1)	Q5	Q5/Q8
Locais x Linhagens	(L-1) (ℓ-1)	Q6	Q6/Q8
Épocas x Locais x Linhagens	(e-1) (L-1) (ℓ-1)	Q7	Q7/Q8
Resíduo	(r-1) (e-L) (ℓ-1)	Q8	

Onde:

Q1 = quadrado médio entre épocas;

Q2 = quadrado médio entre locais;

Q3 = quadrado médio da interação entre épocas e locais;

Q4 = quadrado médio entre linhagens;

Q5 = quadrado médio da interação entre épocas e linhagens;

Q6 = quadrado médio da interação entre locais e linhagens;

Q7 = quadrado médio da interação entre épocas, locais e linhagens;

Q8 = quadrado médio do erro entre parcelas.

5.4.4 Análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípicas

O modelo de regressão linear simples adotado, conforme Finlay e Wilkinson (1963) foi o seguinte:

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}X_j + \delta_j + \bar{\varepsilon}_{ij}$$

Y_{ij} : média do genótipo i , no ambiente j , obtida de dados preliminares transformados para a escala logarítmica;

β_{0i} : constante da regressão;

β_{1i} : coeficiente de regressão;

X_j : índice ambiental definido por: $X_j = \frac{1}{g} \sum_i Y_{ij}$, em que g é o número de genótipos.

δ_j : desvio da regressão;

$\bar{\varepsilon}_{ij}$: é o erro experimental médio.

Para maiores facilidades operacionais, utiliza-se o índice ambiental codificado (I_j), dado por:

$$I_j = \frac{1}{g} \sum_i Y_{ij} - \frac{1}{ag} Y_{..}, \text{ em que } a \text{ é o número de ambientes e}$$

Com a utilização deste índice, tem-se: $\sum_j I_j = 0$

$\hat{\beta}_{0i} = \bar{Y}_i$ = média do genótipo i .

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Análises de variância para época de semeadura 1

6.1.1 Análises de variância individuais para a época de semeadura 1

Na Tabela 9 são apresentados os quadrados médios das análises de variância individuais para a característica produtividade de grãos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, significâncias pelo teste F a 5% de probabilidade e coeficientes de variação experimental obtidos dos ensaios conduzidos em cinco locais nos Municípios de Araçatuba, Botucatu, Ilha Solteira, Penápolis e São Manuel – SP. Época 1.

Tabela 9. Análises de variância individuais para a característica produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de linhagens de mamona, obtidas dos ensaios conduzidos em Araçatuba, Botucatu, Ilha Solteira, Penápolis e São Manuel – SP

		Araçatuba	Botucatu	Ilha Solteira	Penápolis	São Manuel
FV	GL	QM	QM	QM	QM	QM
Blocos	2	56618,8	69266,4	58923,2	51632,1	147880,6
Linhagens	19	1511296,7*	483460,7*	504278,2*	1497961,5*	11331872,5*
Resíduo	38	2778801,6	50841,8	42243,5	167891,3	91273,4
CV (%)		23%	17%	14%	14%	15%

(*) significativo a 5% de probabilidade.

Observa-se na Tabela 9 que em Araçatuba o coeficiente de variação experimental foi de 23%, 17% em Botucatu, 14% em Ilha Solteira 14% em Penápolis e em

São Manuel o valor foi de 15%. Estes valores são considerados por Gomes (1987) como alto para Araçatuba e médios para Botucatu, Ilha Solteira, Penápolis e São Manuel.

Os quadrados médios das análises de variância individuais para linhagens, apresentaram diferenças significativas pelo teste F a 5% de probabilidade para todos os experimentos, e indicam a existência de variabilidade genética entre as linhagens avaliadas.

A presença de variabilidade genética é fator extremamente importante e conforme exposições de Bueno et al. (2001), a variabilidade é a capacidade de uma espécie, população ou progênie de apresentar diferentes fenótipos e deve-se considerar, ainda que a variabilidade presente dentro de cada espécie é em última análise, aquela que interessa diretamente ao trabalho de melhoramento.

6.1.2 Médias e amplitude de variação de produtividade por município para a época de semeadura 1

As Tabelas 10 e 11 apresentam as médias de cada local para a característica produtividade de grãos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de linhagens de mamona, obtidas dos ensaios conduzidos em cinco locais nos Municípios de Araçatuba, Botucatu, Ilha Solteira, Penápolis e São Manuel – SP. Época 1.

Tabela 10. Médias para a característica produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de linhagens de mamona, obtidas dos ensaios conduzidos em Araçatuba e Botucatu – SP.

Linhagens	Araçatuba	Linhagens	Botucatu
8	3904,00 a	15	1832,66 a
16	3121,66 b	7	1795,33 a
15	2870,33 b	5	1765,33 a
6	2805,33 b	10	1630,33 a
19	2778,33 b	18	1628,66 a
11	2614,00 b	19	1585,66 a
13	2560,33 b	14	1473,00 a
1	2493,66 b	6	1551,00 a
9	2315,00 b	4	1469,00 a
18	2247,00 b	3	1364,00 a
5	2055,00 c	20	1207,33 b
12	2031,66 c	8	1206,33 b
17	1864,66 c	17	1170,33 b
3	1771,66 c	13	1082,00 b
10	1640,66 c	11	1067,66 b
7	1584,33 c	16	1061,66 b
4	1503,00 c	1	952,33 b
2	1421,00 c	9	849,66 b
20	1258,33 c	12	650,00 c
14	1037,33 c	2	345,33 c
Média Geral	2193,86	Média Geral	1289,40

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott - Knott (1974) a 5% de probabilidade.

Tabela 11. Médias para a característica produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de linhagens de mamona, obtidas dos ensaios conduzidos em Ilha Solteira, Penápolis e São Manuel. – SP.

Linhagens	Ilha Solteira	Linhagens	Penápolis	Linhagens	São Manuel
15	2018,66 a	16	4306,33 a	16	2978,66 a
7	1990,66 a	6	3007,33 a	8	2815,66 a
5	1914,33 a	8	3611,00 b	1	2799,00 a
18	1818,00 a	1	3361,00 b	11	2712,66 a
10	1812,33 a	4	3306,66 b	18	2473,66 b
6	1785,66 a	3	3300,33 b	10	2412,33 b
19	1769,00 a	9	3296,66 b	6	2397,00 b
14	1767,00 a	17	3219,33 b	17	2384,66 b
4	1647,00 a	2	3154,00 b	20	2330,33 b
3	1554,66 a	15	3106,66 b	2	2321,00 b
20	1408,33 b	5	2940,66 b	7	1893,33 c
8	1407,00 b	20	2793,00 c	3	1781,33 c
11	1356,00 b	18	2748,00 c	5	1568,00 c
17	1330,33 b	13	2600,00 c	9	1515,00 c
13	1309,66 b	14	2485,00 c	15	1497,00 c
16	1295,66 b	11	2349,00 c	19	1400,00 c
9	1069,33 b	7	2315,66 c	13	1357,66 c
1	1067,33 b	10	1830,33 d	4	1351,00 c
12	789,33 c	19	1824,33 d	12	1228,66 c
2	463,66 c	12	1543,66 d	14	1016,66 c
Médias	1478,70		2899,95		2011,68

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott - Knott (1974) a 5% de probabilidade.

Verifica-se nas Tabelas 10 e 11 que independentemente do local de avaliação, as linhagens dividiram-se em grupos distintos apresentando fenótipos com produtividade muito alta em Penápolis a baixa em Botucatu segundo parâmetros de Nóbrega et al. (2001).

Os dados das Tabelas 10 e 11 mostram que, maiores médias de produtividades foram registradas em Penápolis, Araçatuba e São Manuel, em Botucatu e Ilha Solteira, observam-se menores médias.

Nota-se que em Botucatu e em Ilha Solteira a linhagem 2 apresentou produtividade média muito abaixo de outros tratamentos devido à desuniformidade de emergência possivelmente por diferenças de profundidade de semeadura ou por problemas intrínsecos à própria semente.

A média geral de produtividade de grãos para o experimento conduzido em Araçatuba foi de 2193,86 kg.ha⁻¹. Em Botucatu a média foi de 1289,40 kg.ha⁻¹, Ilha Solteira média 1478,70 kg.ha⁻¹, Penápolis valor de 2899,95 kg.ha⁻¹ e em São Manuel a média geral de produtividade de grãos foi de 2011,68 kg.ha⁻¹. Estes valores são classificados como baixos para Botucatu e Ilha Solteira, médios para Araçatuba, Penápolis e São Manuel (NÓBREGA et al. 2001).

Nota-se nas Tabelas 10 e 11 que algumas linhagens apresentaram excelente desempenho agrônomico e comportamento diferencial às condições ambientais. É interessante observar que houve ampla variabilidade entre as linhagens avaliadas com produtividades relevantes e produtividades muito insignificantes. A presença de diferentes fenótipos com comportamento diferencial frente às condições ambientais sugere um possível efeito de interação de genótipos com ambientes, que será relatado na seqüência.

6.1.3 Análise de variância conjunta de cinco locais para a época de semeadura 1

Na Tabela 12 são apresentados os quadrados médios da análise de variância conjunta para a característica produtividade grãos kg.ha⁻¹, significâncias pelo teste F a 5% de probabilidade e coeficiente de variação experimental obtidos dos ensaios conduzidos nos Municípios de Araçatuba, Botucatu, Ilha Solteira, Penápolis e São Manuel – SP. Época 1.

Tabela 12. Análise de variância conjunta para a característica produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de linhagens de mamona, obtida dos ensaios conduzidos em Araçatuba, Botucatu, Ilha Solteira, Penápolis e São Manuel – SP.

FV	GL	SQ	QM
Blocos	10	1698042,5	169804,2
Linhagens	19	31990868,2	1683729,9*
Locais	4	97532041,1	24383010,2*
Linhagens x Locais	76	65457658,1	861284,9*
Resíduo	190	23941972,8	126010,3
CV (%)		17%	

(*) significativo a 5% de probabilidade.

Para a característica produtividade de grãos o coeficiente de variação experimental foi de 17% ou valor médio segundo classificação de Gomes (1987).

O quadrado médio para a fonte de variação locais foi significativo a 5% de probabilidade o que denota diferenças significativas entre os locais de condução dos experimentos.

O quadrado médio da interação de linhagens por locais foi significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, evidenciando desempenho agrônomico diferencial em relação aos locais de avaliação, quanto à característica avaliada.

Os resultados obtidos são compatíveis com as avaliações realizadas, pois segundo Chaves (2001), quando vários genótipos são submetidos a vários ambientes espera-se uma variação no valor fenotípico maior que aquela ocorrida em nível de microambiente experimental.

Com a expansão das áreas agrícolas, por uma questão de necessidade, buscam-se materiais genéticos que sejam adaptados à maior gama possível de ambientes. É esperado que na avaliação de genótipos em vários ambientes exista a manifestação de interação de genótipos com ambientes. Chaves (2001), explica que a interação genótipos com ambientes deve ser entendida como um fenômeno biológico em suas aplicações no melhoramento de plantas e não como um simples efeito estatístico ou fator indesejável, cujos efeitos devem ser minimizados em um programa de melhoramento. Ao

contrário, como um fenômeno biológico natural, cumpre conhecê-la bem para melhor aproveitá-la no processo de seleção.

6.1.4 Médias e amplitude de variação de produtividade de cinco municípios para a época de semeadura 1

A Tabela 13 apresenta as médias para a característica produtividade de grãos kg.ha^{-1} das linhagens, obtidas dos ensaios avaliados em cinco locais na época de semeadura 1.

Tabela 13. Médias para a característica produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de linhagens de mamona, obtidas dos ensaios conduzidos em Araçatuba, Botucatu, Ilha Solteira, Penápolis e São Manuel – SP.

Linhagens	Médias
8	2558,80 a
16	2552,80 a
6	2489,26 a
15	2265,06 a
18	2183,06 a
1	2134,66 a
5	2048,66 b
11	2019,86 b
17	2006,86 b
3	1942,13 b
7	1915,86 b
19	1871,46 b
10	1865,20 b
4	1855,33 b
9	1809,13 b
20	1799,46 b
13	1781,93 b
14	1575,80 c
2	1549,40 c
12	1248,73 c
Média Geral	1975,17

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

A média geral de produtividade para os cinco experimentos avaliados na época de semeadura 1 foi de $1975,17 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, com amplitude de variação de $1248,73 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ a $2558,80 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ sendo estes valores considerados por Nóbrega et al. (2001) como baixo e médio, respectivamente.

Percebe-se que as linhagens dividiram-se em três grupos distintos com destaque para as linhagens 8, 16, 6, 15, 18, e 1 que apresentaram produtividades altas sendo portanto as mais promissoras para utilização como genitores. Observa-se também que não houve grandes variações nas médias, o que sugere a presença de interação simples ou quantitativa.

Chaves (2001) esclarece que a implicação, na presença de interação simples ou quantitativa é que o efeito individual do ambiente não provoca mudança na classificação dos genótipos e uma seleção baseada na média dos ambientes beneficiará sempre o melhor genótipo.

6.2 Análises de variância para época de semeadura 2

6.2.1 Análises de variância individuais para a época de semeadura 2

Na Tabela 14 são apresentados os quadrados médios das análises de variância individuais para a característica produtividade grãos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, significâncias pelo teste F a % de probabilidade e coeficiente de variação experimental obtido dos ensaios conduzidos nos Municípios de Araçatuba, Botucatu, Ilha Solteira, Penápolis e São Manuel – SP. Época 2.

Tabela 14. Análises de variância individuais para a característica produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de linhagens de mamona, obtidas dos ensaios conduzidos em Araçatuba, Botucatu, Ilha Solteira, Penápolis e São Manuel – SP.

		Araçatuba	Botucatu	Ilha Solteira	Penápolis	São Manuel
FV	GL	QM	QM	QM	QM	QM
Blocos	2	1511680,8	43319,5	44729,3	96273,9	70290,4
Linhagens	19	18926,9*	55269,1*	79311,5*	54926,6*	44583,2*
Resíduo	38	64101,7	10059,2	45666,3	46942,5	18025,2
CV (%)		20%	10%	19%	21%	13%

(*) significativo a 5% de probabilidade.

Visualiza-se na Tabela 14 que em Araçatuba o coeficiente de variação experimental foi de 20%, em Botucatu 10%, Ilha Solteira 19%, Penápolis 21% e em São Manuel o valor foi de 13%. Estes valores são considerados por Gomes (1987) como médios. Os quadrados médios de linhagens apresentaram diferenças significativas, pelo teste F a 5% de probabilidade para a característica avaliada para todos os experimentos indicando presença de variabilidade genética.

6.2.2 Médias e amplitude de variação de produtividade por município para a época de semeadura 2

As Tabelas 15 e 16 apresentam as médias e amplitudes de variação para a característica avaliada dos cinco experimentos conduzidos em Araçatuba, Botucatu, Ilha Solteira, Penápolis e São Manuel SP. Época 2.

Tabela 15. Médias para a característica produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de linhagens de mamona, obtidas dos ensaios conduzidos em Araçatuba e Botucatu – SP.

Linhagens	Araçatuba	Linhagens	Botucatu
7	1553,08 a	19	1137,33 a
10	1447,05 a	14	1137,00 a
1	1442,22 a	7	1106,66 a
15	1414,55 a	6	1093,66 a
6	1404,31 a	15	1087,00 a
17	1369,37 a	18	1073,00 a
3	1354,28 a	16	1071,66 a
11	1266,49 a	2	1069,33 a
12	1266,49 a	12	1061,33 a
14	1237,13 a	9	1016,66 a
4	1234,59 a	13	954,33 b
2	1233,84 a	4	942,33 b
19	1220,48 a	1	927,00 b
8	1204,55 a	20	863,66 b
13	1173,77 a	17	844,66 b
16	1157,57 a	8	833,00 b
20	1068,15 a	3	822,33 b
9	920,71 b	11	810,00 b
5	904,03 b	5	753,33 b
18	441,28 c	10	720,33 b
Média Geral	1215,70	Média Geral	966,23

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

Tabela 16. Médias para a característica produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de linhagens de mamona, obtidas dos ensaios conduzidos em Ilha Solteira, Penápolis e São Manuel – SP.

Linhagens	Ilha Solteira	Linhagens	Penápolis	Linhagens	São Manuel
11	1384,66 a	15	1264,00 a	11	1244,33 a
12	1382,66 a	12	1196,66 a	4	1202,00 a
15	1237,00 a	4	1131,66 a	14	1189,33 a
8	1181,66 a	10	1131,00 a	16	1137,66 a
16	1171,66 a	18	1123,00 a	10	1118,33 a
20	1149,00 a	7	1117,33 a	7	1106,00 a
7	1143,66 a	19	1114,66 a	12	1062,66 a
9	1115,33 a	2	1088,00 a	1	1043,00 a
19	1092,66 a	3	1071,33 a	17	1042,66 a
14	1081,66 a	13	1064,33 a	3	1033,66 a
4	1075,00 a	1	1052,33 a	18	1028,33 a
10	1053,33 a	5	1050,00 a	19	1017,66 a
1	1049,00 a	16	996,00 a	15	984,00 b
2	1030,00 a	20	959,66 a	13	965,00 b
13	997,33 a	14	931,00 a	5	953,33 b
3	945,00 a	9	910,33 a	2	936,66 b
18	856,33 a	6	859,33 a	8	875,66 b
5	843,66 a	17	827,66 a	9	855,66 b
17	825,00 a	11	800,66 a	6	843,33 b
6	824,66 a	8	780,33 a	20	816,00 b
Média Geral	1071,96		1023,46		1022,76

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade

Observa-se de forma geral nas Tabelas 15 e 16 que as linhagens avaliadas na época 2 apresentaram valores médios inferiores às linhagens avaliadas no período época de semeadura 1 isto é, a época de semeadura exerceu efeito diferencial sobre as linhagens, o que sugere interação de genótipos com ambientes. As linhagens apresentaram

diferenças genéticas, mas não se observa oscilação de alta magnitude. Nota-se que em Ilha Solteira e Penápolis houve apenas um agrupamento de médias sugerindo que os cinco ciclos de autofecundação aplicados nas referidas linhagens devem ter explorado toda a variabilidade genética existente, ou seja, os dados induzem a inferir que são plantas homozigotas.

Filho (2001), explica que a autofecundação conduz uma população rapidamente a homozigose, mesmo para um grande número de locos inicialmente em heterozigose e a endogamia por si não promove nenhum melhoramento, mas simplesmente causa uma reorganização na população. O resultado final é que a autofecundação conduz a uma população homozigótica, mas não geneticamente homogênea, pelo fato de que populações assim obtidas são constituídas de diferentes tipos homozigóticos, ou diferentes linhas puras que podem ser mais ou menos desejáveis.

Em Araçatuba a média geral de produtividade de grãos em kg.ha^{-1} foi de 1215,70, em Botucatu a média de 966,23 e Ilha Solteira média de 1071,96. No Município de São Manuel a média geral de produtividade de grãos foi de 1022,76 e em Penápolis a média geral foi de 1023,46 kg.ha^{-1} ou médias baixas conforme classificação de Nóbrega et al. (2001).

6.2.3 Análise de variância conjunta de cinco locais para a época de semeadura 2

Na Tabela 17 são apresentados os quadrados médios das análises de variância conjunta para a característica produtividade grãos em kg.ha^{-1} , significâncias pelo teste F a 5% de probabilidade e coeficiente de variação experimental obtido dos ensaios conduzidos em cinco locais nos Municípios de Araçatuba, Botucatu, Ilha Solteira, Penápolis e São Manuel – SP. Época 2.

Tabela 17. Análise de variância conjunta para a característica produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de linhagens de mamona, obtida dos ensaios conduzidos em Araçatuba, Botucatu, Ilha Solteira, Penápolis e São Manuel – SP.

FV	GL	SQ	QM
Blocos	10	353258,8	353258,8
Linhagens	19	2414087,2	127057,2*
Locais	4	2261924,0	565481,0*
Linhagens x Locais	76	5566244,8	73240,0*
Resíduo	190	7022214,9	36959,0
CV (%)		18%	

(*) significativo a 5% de probabilidade.

Para a característica avaliada o coeficiente de variação experimental da análise conjunta foi de 18% sendo este valor considerado como valor médio conforme classificação de Gomes (1987).

Os quadrados médios de linhagens foram significativos a 5% de probabilidade pelo teste F e os quadrados médios de locais também foram significativos pelo teste F indicando diferenças entre as linhagens e entre os locais de avaliação dos experimentos.

Os quadrados médios da interação de linhagens por locais da análise conjunta foram significativos a 5% de probabilidade pelo teste F. A significância nas fontes de variação linhagens, locais e linhagens x locais indica que o desempenho agrônomo das linhagens não foi coincidente nos diferentes locais de avaliação quanto a característica produtividade de grãos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Conforme exposições anteriores, quando avaliamos materiais genéticos em vários locais ou épocas de semeadura, é esperado que ocorra interação significativa de genótipos com ambientes. No presente caso, a dissimilaridade dos ambientes testadores pode ter contribuído de forma substancial à manifestação da interação de genótipos com ambientes.

6.2.4 Médias e amplitude de variação de produtividade de cinco municípios para a época de semeadura 2

Na Tabela 18 são apresentadas as médias e amplitudes de variação para a característica produtividade de grãos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ da análise conjunta de cinco locais da época de semeadura 2.

Tabela 18. Médias para a característica produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de linhagens de mamona, obtidas dos ensaios conduzidos em Araçatuba, Botucatu, Ilha Solteira, Penápolis e São Manuel – SP.

Linhagens	Médias
7	1205,37 a
15	1197,31 a
12	1193,96 a
11	1123,88 a
4	1117,11 a
19	1116,56 a
14	1115,22 a
16	1106,91 a
1	1102,56 a
10	1094,01 a
2	1071,56 a
3	1045,32 b
13	1030,95 b
6	1005,06 b
17	981,87 b
8	975,04 b
20	971,29 b
9	963,74 b
18	904,39 b
5	900,87 b
Média Geral	1060,02

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

A média geral de produtividade de grãos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para os experimentos foi de 1060,02 com amplitude de variação de 900,87 a 1205,37. De acordo com parâmetros apresentados por Nóbrega et al. (2001) estas produtividades são consideradas baixas. Destacam-se as linhagens 7, 15, 12, 11, 4, 19, 14, 16, 1, 10 e a linhagem 2 como as mais produtivas.

Vencovsky e Barriga (1992) explicam que, quando reproduzimos um número de indivíduos num dado ambiente, a média fenotípica se aproximará do valor genotípico desse genótipo específico, pois se avaliarmos, por exemplo, uma cultivar numa ampla gama de repetições, a média geral resultante refletirá com suficiente segurança o potencial genotípico dessa cultivar.

6.3 Análise de variância conjunta para a interação épocas x locais x linhagens

Na Tabela 19 são apresentados os quadrados médios da análise de variância conjunta para a interação épocas x locais x linhagens, com relação à característica produtividade de grãos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, significâncias pelo teste F a 5% de probabilidade e coeficiente de variação experimental, obtido em ensaios conduzidos em cinco locais nos Municípios de Araçatuba, Botucatu, Ilha Solteira, Penápolis e São Manuel – SP. Época de semeadura 1 e Época de semeadura 2.

Tabela 19. Análise de variância conjunta para a característica produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de linhagens de mamona, obtida dos ensaios conduzidos em duas épocas de semeadura em Araçatuba, Botucatu, Ilha Solteira, Penápolis e São Manuel – SP.

FV	GL	SQ	QM
Blocos (Ensaio x Épocas)	20	52300630,9	2615313,2
Épocas	1	125376560,5	125376560,5*
Locais	4	53461253,1	13365313,2*
Épocas x Locais	4	46332712,0	11583178,0*
Linhagens	19	14773174,4	777535,4*
Épocas x Linhagens	19	19631781,0	1033251,6*
Locais x Linhagens	76	34256752,6	450746,7*
Épocas x Locais x Linhagens	76	367150,3	48778,2*
Resíduo	380	30964187,7	81284,7
CV (%)		18%	

(*) significativo a 5% de probabilidade.

Os quadrados médios para todas as fontes de variação épocas, locais, épocas x locais, linhagens, épocas x linhagens, locais x linhagens e da interação épocas x locais x linhagens foram significativos a 5% de probabilidade pelo teste F. A interação tripla entre épocas x locais x linhagens indica que as linhagens apresentaram desempenho agrônômico diferencial dentro de locais e nas épocas de semeadura.

6.3.1 Médias e amplitude de variação de produtividade por município para a época de semeadura 1 e época de semeadura 2

As Tabelas 20, 21, 22, 23 e 24 apresentam as produtividades médias das linhagens para cada local e para épocas de semeaduras.

Tabela 20. Médias para a produtividade de grãos em ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de linhagens de mamona, obtidas dos ensaios conduzidos em duas épocas de semeadura em Araçatuba – SP.

Linhagens	Araçatuba		Linhagens	Araçatuba	
	Época 1			Época 2	
8	3904,00 a		7	1553,08 a	
16	3121,66 b		10	1447,05 a	
15	2870,33 b		1	1442,22 a	
6	2805,33 b		15	1414,55 a	
19	2778,33 b		6	1404,31 a	
11	2614,00 b		17	1369,37 a	
13	2560,33 b		3	1354,28 a	
1	2493,66 b		11	1266,49 a	
9	2315,00 b		12	1266,49 a	
18	2247,00 b		14	1237,13 a	
5	2055,00 c		4	1234,59 a	
12	2031,66 c		2	1233,84 a	
17	1864,66 c		19	1220,48 a	
3	1771,66 c		8	1204,55 a	
10	1640,66 c		13	1173,77 a	
7	1584,33 c		16	1157,57 a	
4	1503,00 c		20	1068,15 a	
2	1421,00 c		9	920,71 b	
20	1258,33 c		5	904,03 b	
14	1037,33 c		18	441,28 c	
Média Geral	2193,86		Média Geral	1215,70	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

Tabela 21. Médias para a produtividade de grãos em ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de linhagens de mamona, obtidas dos ensaios conduzidos em duas épocas de semeadura em Botucatu – SP.

Linhagens	Botucatu		Linhagens	Botucatu	
	Época 1			Época 2	
15	1832,66 a		19	1137,33 a	
7	1795,33 a		14	1137,00 a	
5	1765,33 a		7	1106,66 a	
10	1630,33 a		6	1093,66 a	
18	1628,66 a		15	1087,00 a	
19	1585,66 a		18	1073,00 a	
14	1473,00 a		16	1071,66 a	
6	1551,00 a		2	1069,33 a	
4	1469,00 a		12	1061,33 a	
3	1364,00 a		9	1016,66 a	
20	1207,33 b		13	954,33 b	
8	1206,33 b		4	942,33 b	
17	1170,33 b		1	927,00 b	
13	1082,00 b		20	863,66 b	
11	1067,66 b		17	844,66 b	
16	1061,66 b		8	833,00 b	
1	952,33 b		3	822,33 b	
9	849,66 b		11	810,00 b	
12	650,00 c		5	753,33 b	
2	345,33 c		10	720,33 b	
Média Geral	1289,40		Média Geral	966,23	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

Tabela 22. Médias para a produtividade de grãos em (kg.ha⁻¹) de linhagens de mamona, obtidas dos ensaios conduzidos em duas épocas de semeadura em Ilha Solteira – SP.

Linhagens	Ilha Solteira		
	Época 1	Época 2	
15	2018,66 a	11	1384,66 a
7	1990,66 a	12	1382,66 a
5	1914,33 a	15	1237,00 a
18	1818,00 a	8	1181,66 a
10	1812,33 a	16	1171,66 a
6	1785,66 a	20	1149,00 a
19	1769,00 a	7	1143,66 a
14	1767,00 a	9	1115,33 a
4	1647,00 a	19	1092,66 a
3	1554,66 a	14	1081,66 a
20	1408,33 b	4	1075,00 a
8	1407,00 b	10	1053,33 a
11	1356,00 b	1	1049,00 a
17	1330,33 b	2	1030,00 a
13	1309,66 b	13	997,33 a
16	1295,66 b	3	945,00 a
9	1069,33 b	18	856,33 a
1	1067,33 b	5	843,66 a
12	789,33 c	17	825,00 a
2	463,66 c	6	824,66 a
Média Geral	1478,70	Média Geral	1071,96

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

Tabela 23. Médias para a produtividade de grãos em ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de linhagens de mamona, obtidas dos ensaios conduzidos em duas épocas de semeadura em Penápolis – SP.

Linhagens	Penápolis		Linhagens	Penápolis	
	Época 1			Época 2	
16	4306,33 a		15	1264,00 a	
6	3007,33 a		12	1196,66 a	
8	3611,00 b		4	1131,66 a	
1	3361,00 b		10	1131,00 a	
4	3306,66 b		18	1123,00 a	
3	3300,33 b		7	1117,33 a	
9	3296,66 b		19	1114,66 a	
17	3219,33 b		2	1088,00 a	
2	3154,00 b		3	1071,33 a	
15	3106,66 b		13	1064,33 a	
5	2940,66 b		1	1052,33 a	
20	2793,00 c		5	1050,00 a	
18	2748,00 c		16	996,00 a	
13	2600,00 c		20	959,66 a	
14	2485,00 c		14	931,00 a	
11	2349,00 c		9	910,33 a	
7	2315,66 c		6	859,33 a	
10	1830,33 d		17	827,66 a	
19	1824,33 d		11	800,66 a	
12	1543,66 d		8	780,33 a	
Média Geral	2899,95		Média Geral	1023,46	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

Tabela 24. Médias para a produtividade de grãos em (kg.ha⁻¹) de linhagens de mamona, obtidas dos ensaios conduzidos em duas épocas de semeadura em São Manuel – SP.

Linhagens	São Manuel		Linhagens	São Manuel	
	Época 1			Época 2	
16	2978,66 a		11	1244,33 a	
8	2815,66 a		4	1202,00 a	
1	2799,00 a		14	1189,33 a	
11	2712,66 a		16	1137,66 a	
18	2473,66 b		10	1118,33 a	
10	2412,33 b		7	1106,00 a	
6	2397,00 b		12	1062,66 a	
17	2384,66 b		1	1043,00 a	
20	2330,33 b		17	1042,66 a	
2	2321,00 b		3	1033,66 a	
7	1893,33 c		18	1028,33 a	
3	1781,33 c		19	1017,66 a	
5	1568,00 c		15	984,00 b	
9	1515,00 c		13	965,00 b	
15	1497,00 c		5	953,33 b	
19	1400,00 c		2	936,66 b	
13	1357,66 c		8	875,66 b	
4	1351,00 c		9	855,66 b	
12	1228,66 c		6	843,33 b	
14	1016,66 c		20	816,00 b	
Média Geral	2011,68		Média Geral	1022,76	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

Visualiza-se claramente nos dados das Tabelas 20, 21, 22, 23, e 24 que, independentemente dos locais de avaliação que as linhagens apresentaram desempenho agrônômico inverso considerando os dados comparativos de produtividade entre a época de semeadura 1 e a época de semeadura 2. Observa-se de modo geral, que na época de semeadura 2 as produtividades foram inferiores às produtividades da época de semeadura 1. Estas diferenças podem ser atribuídas à menores pluviosidades e temperaturas amenas comuns para a época de semeadura 2. Os fatores climáticos exercem grande influência na capacidade de produção da mamoneira e podem reduzir significativamente as produtividades fato este que depende da adaptação do material genético às condições climáticas a que são submetidas. O resultado obtido induz a inferir que as linhagens avaliadas não se adaptaram à época de semeadura 2.

Esta mudança na classificação das linhagens quando submetidas ambientes contrastantes, aqui considerado como ambientes as épocas de semeadura é caracterizada como interação cruzada ou qualitativa, ou seja, o ambiente alterou de forma significativa a performance agrônômica das linhagens. Este comportamento diferencial e a interação significativa na fonte de variação épocas x locais x linhagens representa um problema para o trabalho de melhoramento porque indica que existem linhagens adaptadas para cada local isoladamente e linhagens adaptadas para cada época de semeadura.

6.3.2 Médias e amplitude de variação de produtividade para cinco municípios para a época de semeadura 1 e época de semeadura 2

A Tabela 25 apresenta as médias para a característica produtividade de grãos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ das linhagens obtidas dos ensaios conduzidos em nos Municípios de Araçatuba, Botucatu, Ilha Solteira, Penápolis e São Manuel – SP. Época 1 e Época 2.

Tabela 25. Médias para a produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de linhagens de mamona, obtidas dos ensaios conduzidos em duas épocas de semeadura nos Municípios de Araçatuba, Botucatu, Ilha Solteira, Penápolis e São Manuel – SP.

Linhagens	Médias
16	1829,83 a
8	1781,93 a
6	1747,16 a
15	1731,20 a
1	1618,70 a
11	1571,86 b
7	1560,60 b
18	1543,73 b
17	1494,40 b
19	1494,00 b
3	1493,73 b
4	1486,23 b
10	1479,56 b
5	1474,73 b
13	1406,43 b
9	1386,43 b
20	1385,36 b
14	1345,50 b
2	1310,50 b
12	1221,33 b
Média Geral	1517,37

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

A média geral de produtividade de grãos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ foi de 1517,37 com amplitude de variação de 1221,33 a 1829,83 ou valor baixo e médio segundo parâmetros de (NÓBREGA et al. 2001). Destacam-se as linhagens 16, 8, 6, 15 e a linhagem 1 que apresentaram as maiores produtividades na avaliação conjunta de épocas de semeadura.

Os resultados relativos às produtividades entre a época de semeadura 1 e a época de semeadura 2 permitem concluir que uma possível recomendação generalizada para as duas épocas resultará em perdas significativas e poderá prejudicar linhagens com adaptações específicas para cada local e com adaptação às épocas de semeadura.

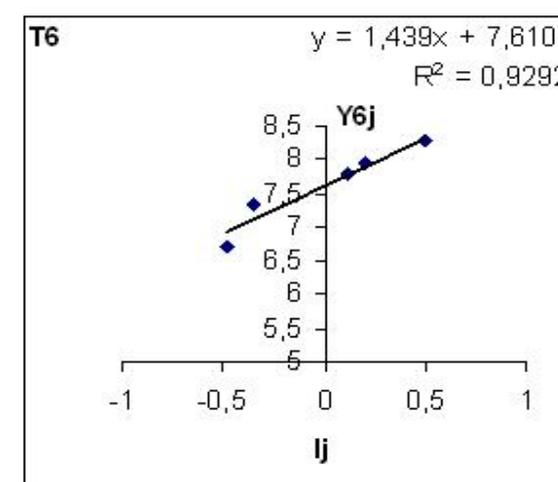
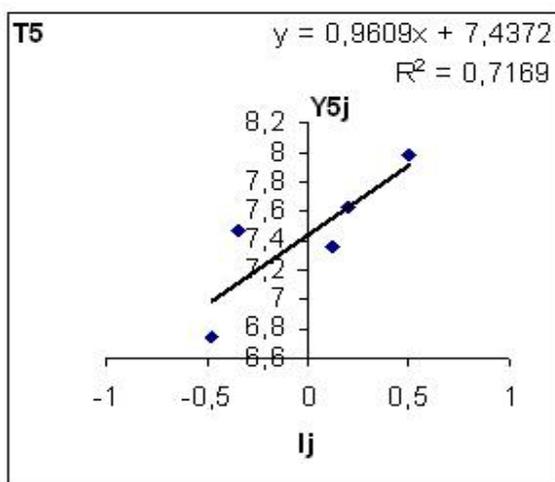
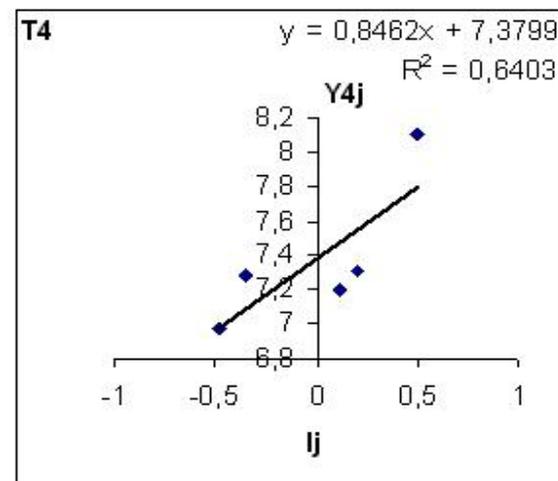
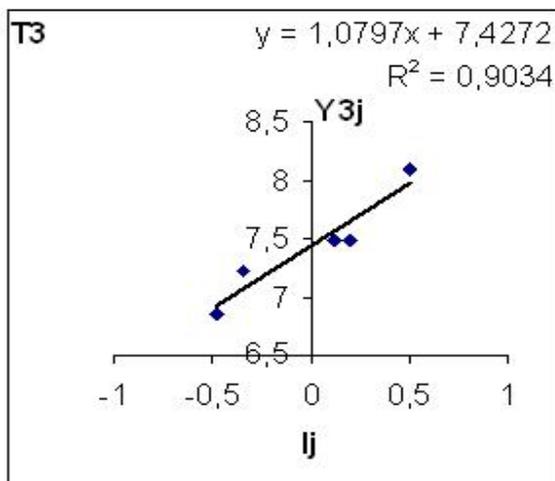
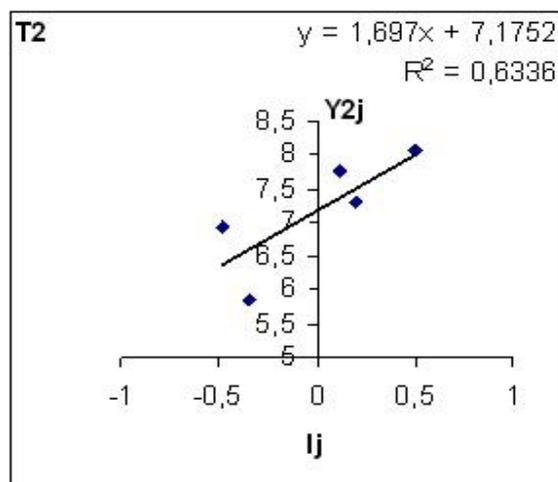
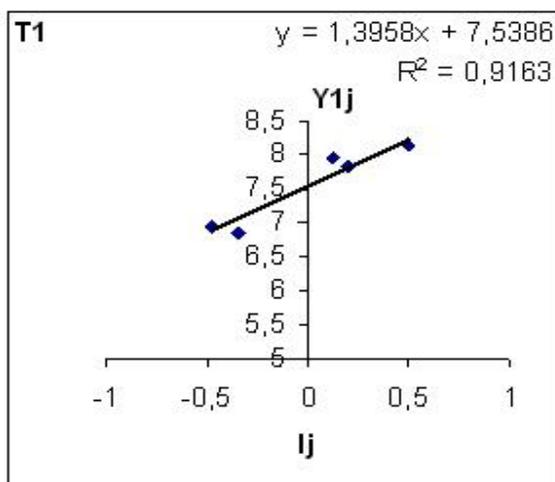
Conforme exposições anteriores, identificar materiais genéticos para cada local, implica na disponibilidade de recursos humanos, financeiros e não solucionaria o problema das variações climáticas de macroambientes atualmente tão imprevisíveis. Uma solução possível e viável é identificar materiais genéticos com maior adaptabilidade e estabilidade fenotípica para regiões com características edafoclimáticas semelhantes e selecionar ou identificar materiais específicos para cada época de semeadura.

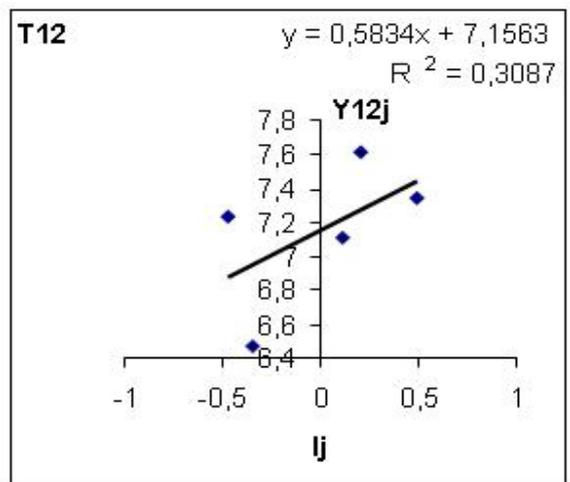
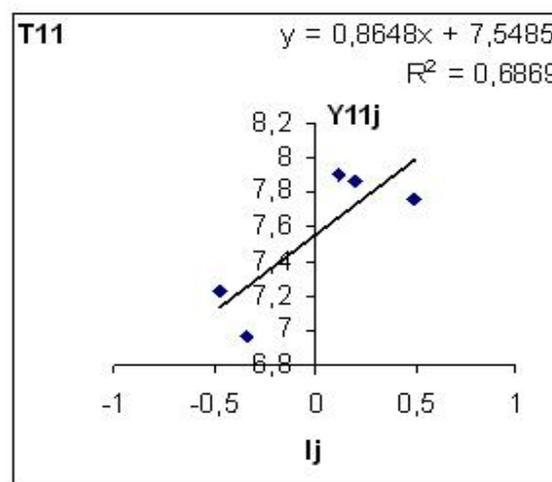
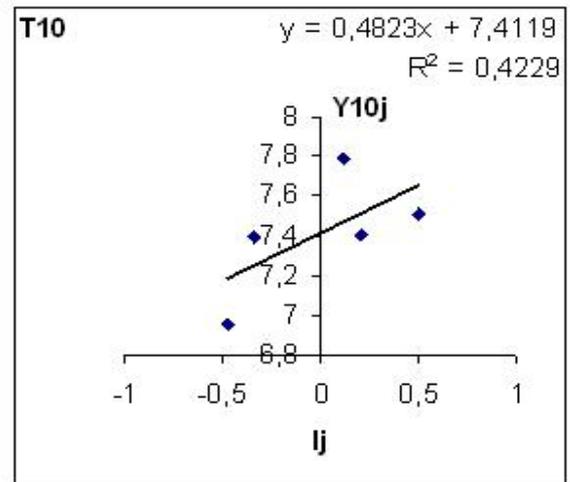
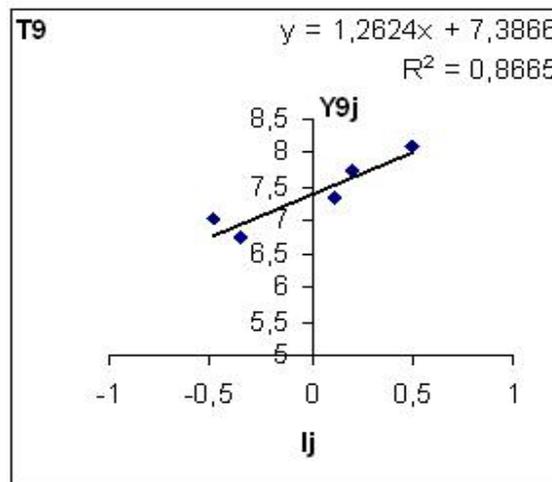
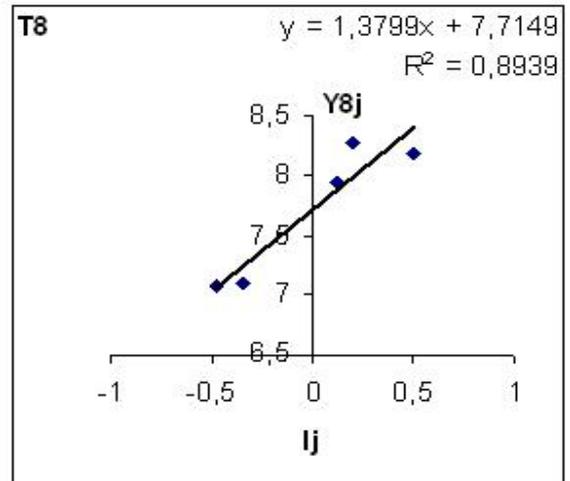
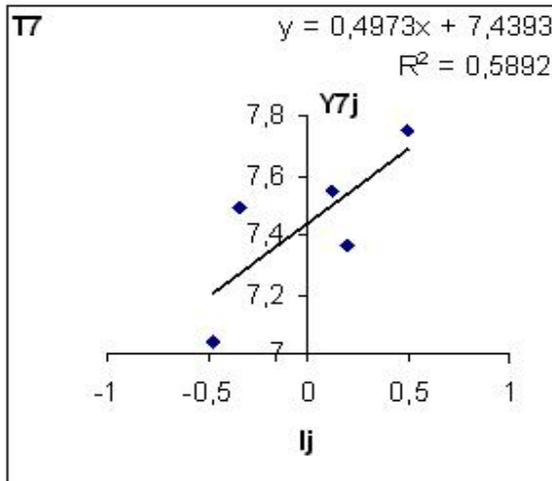
Desta forma, devido à interação significativa na fonte de variação épocas x locais x linhagens foram realizadas análises de adaptabilidade e estabilidade fenotípica considerando como ambientes as épocas de semeadura para uma possível identificação de linhagens adaptadas e estáveis para a época 1 e época 2.

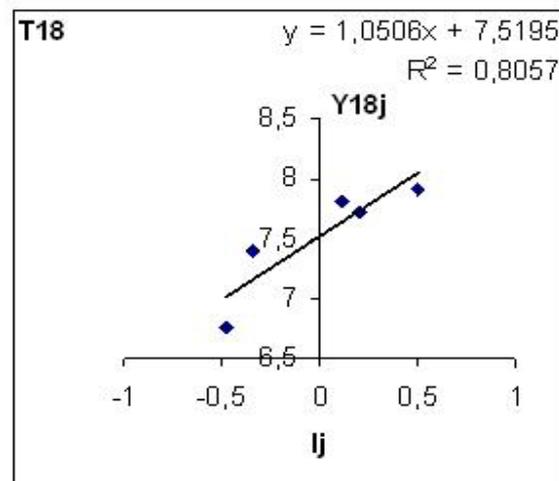
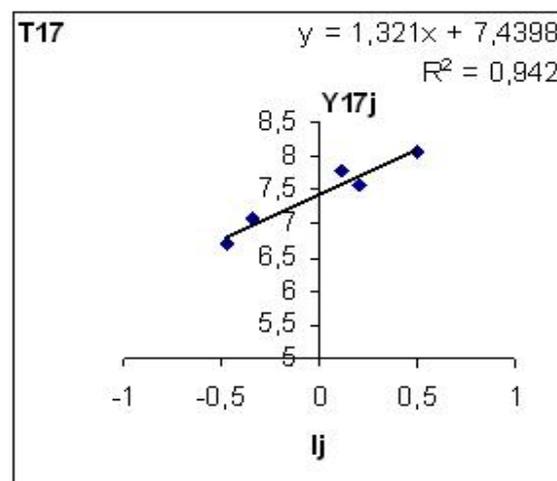
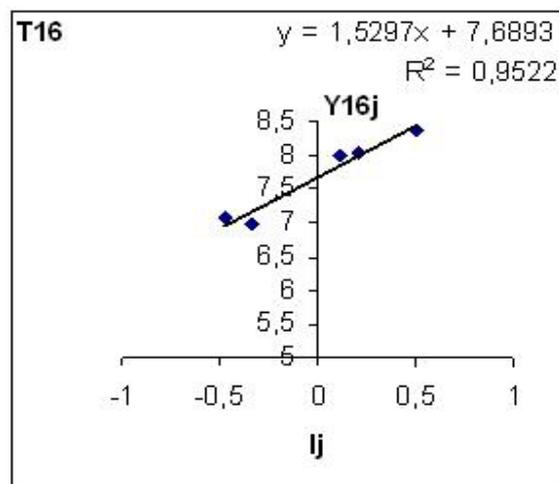
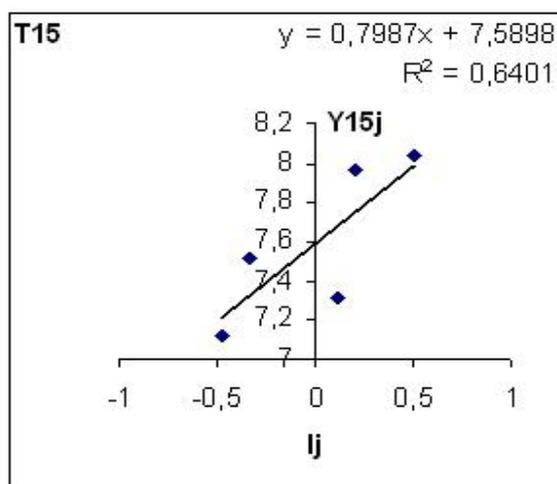
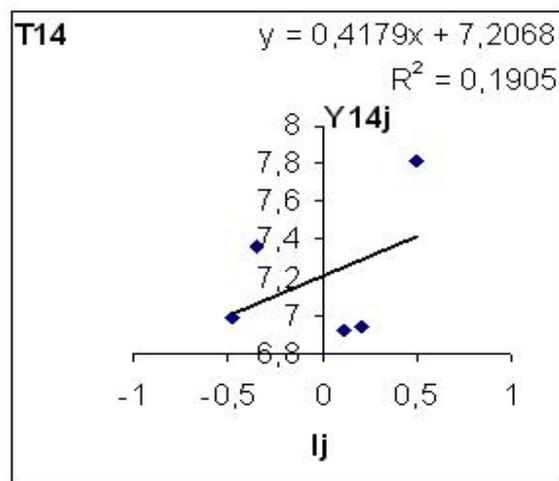
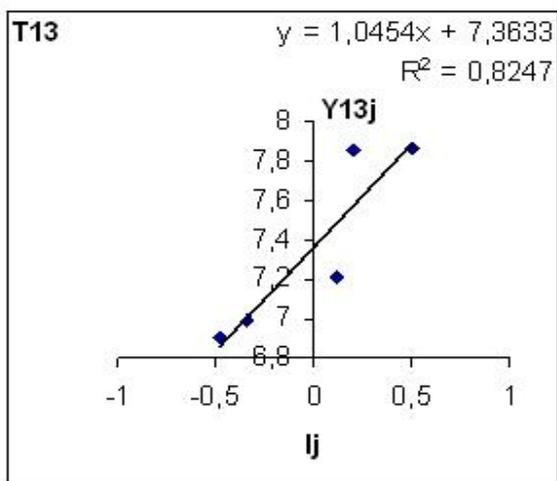
6.4 Análises de adaptabilidade e estabilidade fenotípicas para a época de semeadura 1 e época de semeadura 2

6.4.1 Estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípicas para a época de semeadura 1

Na figura a seguir, são apresentados os resultados das estimativas dos índices ambientais obtidos pelo método de Finlay e Wilkinson (1963), relativos à época de semeadura 1.







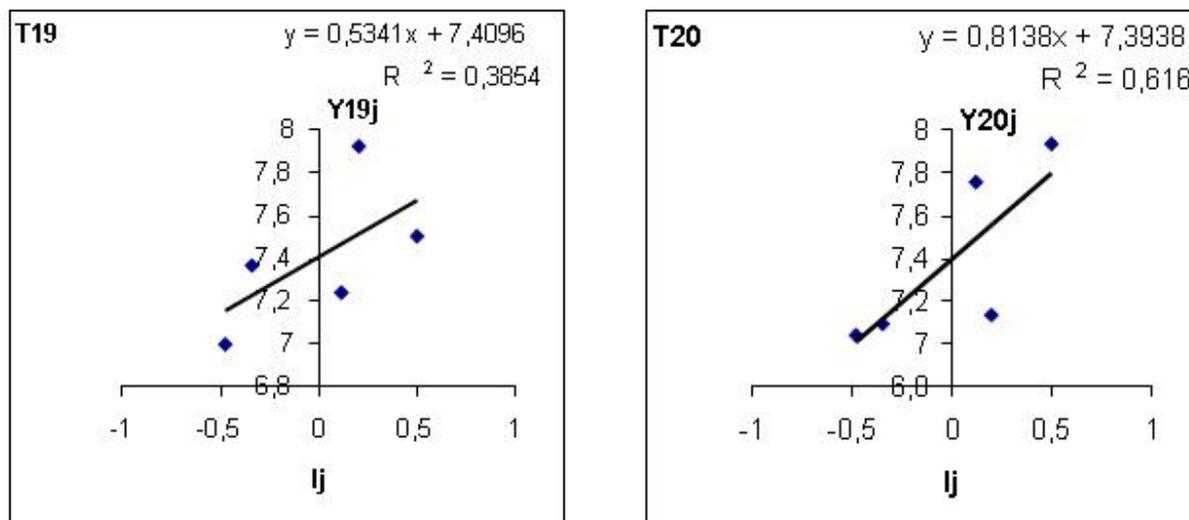


Figura 1. Estimativas dos índices ambientais das linhagens 1 a 20, relativos à época de semeadura 1.

Conforme metodologia apresentada por Finlay e Wilkinson (1963), para cada linhagem foi ajustada uma regressão linear simples da variável dependente que é a produtividade média de grãos com dados transformados para a escala logarítmica em relação a um índice ambiental, definido como a média de todos os genótipos no ambiente como medida do potencial de cada local. Na Tabela 26 são apresentados os índices ambientais para a época de semeadura 1.

A Tabela 26 apresenta os índices ambientais de Araçatuba, Botucatu, Ilha Solteira, Penápolis e São Manuel - SP. Época 1. Valores positivos de (Ij) indicam ambientes favoráveis e valores negativos de (Ij) indicam ambientes desfavoráveis.

Tabela 26. Estimativa dos índices ambientais (Ij). Valores positivos de (Ij) indicam ambientes favoráveis e valores negativos de (Ij) indicam ambientes desfavoráveis. Época 1.

Araçatuba	0,20285
Botucatu	- 0,34336
Ilha Solteira	- 0,47573
Penápolis	0,49932
São Manuel	0,116918

É interessante observar que os locais caracterizados como ambientes favoráveis foram locais onde se registraram maiores médias de produtividade e os desfavoráveis àqueles onde foram obtidos menores médias. Considerando que todos os experimentos receberam controles culturais adequados e idênticos, possivelmente as diferenças de produtividades são devidas a causas genéticas inerentes às plantas avaliadas que influenciaram diretamente a classificação dos ambientes, não significando necessariamente, que os municípios de Botucatu e Ilha Solteira são desfavoráveis para o cultivo da mamoneira.

Na Tabela 27 são apresentadas as médias $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, classificação das linhagens segundo parâmetros de Nóbrega et al. (2001) e os coeficientes de regressão linear.

Tabela 27. Médias e coeficientes de regressão linear das linhagens de mamona. Época 1.

Linhagem	Média (β_{oi})	Classificação ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Coeficiente de Regressão (β_{1i})
1	2134,66	Alta	1,395
2	1549,40	Média	1,696
3	1942,13	Média	1,079
4	1855,33	Média	0,846
5	2048,66	Alta	0,960
6	2489,26	Alta	1,439
7	1915,86	Média	0,439
8	2558,80	Alta	1,379
9	1809,13	Média	1,262
10	1865,20	Média	0,482
11	2019,86	Alta	0,864
12	1248,73	Baixa	0,583
13	1781,93	Média	1,045
14	1575,80	Média	0,417
15	2265,06	Alta	0,798
16	2552,80	Alta	1,529
17	2006,86	Alta	1,321
18	2183,06	Alta	1,050
19	1871,46	Média	0,534
20	1799,46	Média	0,813

6.4.1.1 Figura relativa à estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípicas para a época 1

Na Figura 2 são apresentadas as classificações das vinte linhagens quanto aos parâmetros adaptabilidade e estabilidade fenotípicas para a época de semeadura 1 conforme metodologia de Finlay e Wilkinson (1963).

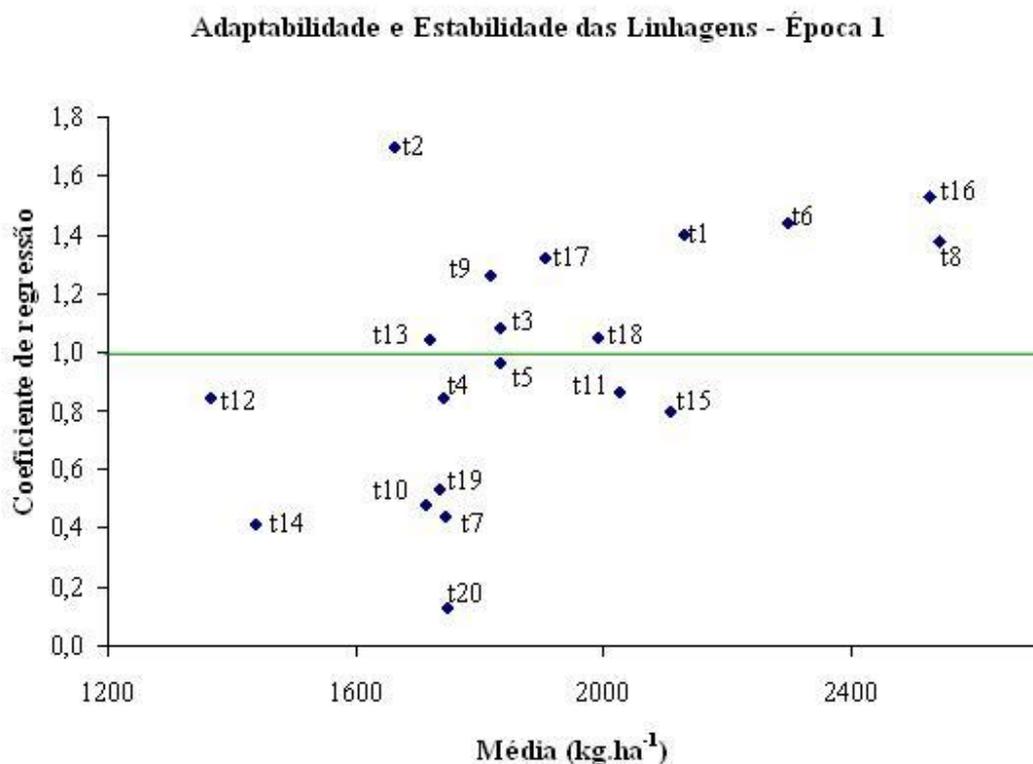


Figura 2. Estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípicas para a época 1

Observa-se nos dados da Tabela 26 e na Figura 2 que as linhagens 3 e 13 apresentaram produtividades médias, a linhagem 18 apresentou produtividade alta e coeficientes de regressão igual a 1. Estas linhagens são classificadas como genótipos com adaptabilidade geral e estabilidade média. Conforme suas classificações são indicadas para cultivo em Araçatuba, Botucatu, Ilha Solteira, Penápolis e São Manuel na época de

semeadura 1. Conforme explicam Cruz e Carneiro (1998), as referidas linhagens respondem de maneira satisfatória à melhoria do ambiente, sendo capaz de também manter seu rendimento quando as condições ambientais forem adversas.

As linhagens 2 e 9 apresentaram produtividades médias, as linhagens 1, 6, 8, 16, 17 produtividades altas e coeficientes de regressão maiores que 1, são adaptadas especificamente a ambientes favoráveis e possuem estabilidade baixa ou seja, reduzem significativamente seus rendimentos sob condições desfavoráveis do meio ambiente. Considerando a classificação ambiental obtida, estes genótipos são indicados para cultivo em Araçatuba, Penápolis e São Manuel.

Nota-se nos dados médios e coeficientes de regressão que as linhagens 4, 7, 10, 14, 19 e 20 apresentaram produtividades médias, as linhagens 5, 11, 15 produtividades altas e coeficientes de regressão menores que 1 e apresentam adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis e estabilidade alta. Cruz e Carneiro (1998) consideram estes materiais genéticos como rústicos, pois mantêm seus rendimentos em condições adversas e de acordo com sua performance agrônômica são linhagens indicadas para cultivo nos municípios de Botucatu e Ilha Solteira.

A linhagem 12 apresentou coeficiente de regressão menor que 1 entretanto, produção baixa para a época 1 podendo ser excluída da recomendação para a época de avaliação.

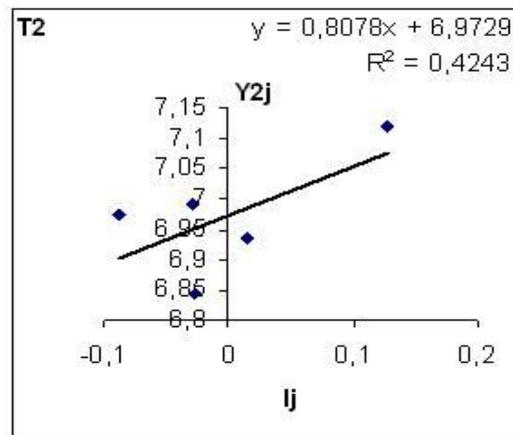
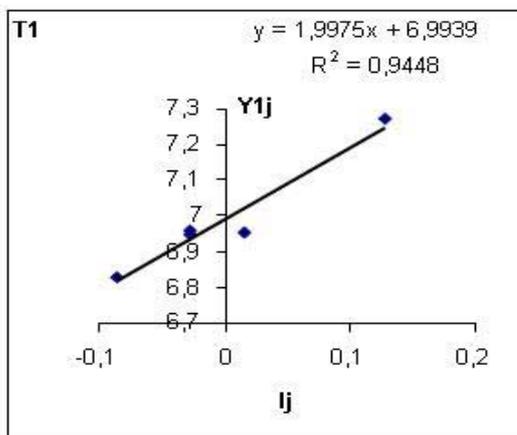
As estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade concordam com o comportamento das linhagens nos locais de avaliação, pois, segundo Borém e Miranda (2005) a adaptabilidade de uma variedade refere-se à sua capacidade de aproveitar vantajosamente as variações do ambiente e a estabilidade refere-se à sua capacidade de apresentar um comportamento altamente previsível com as variações ambientais.

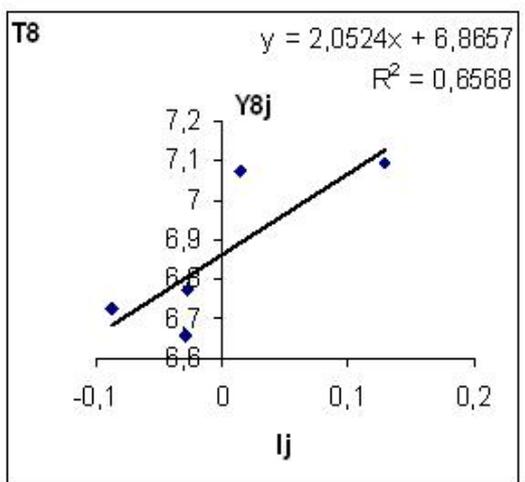
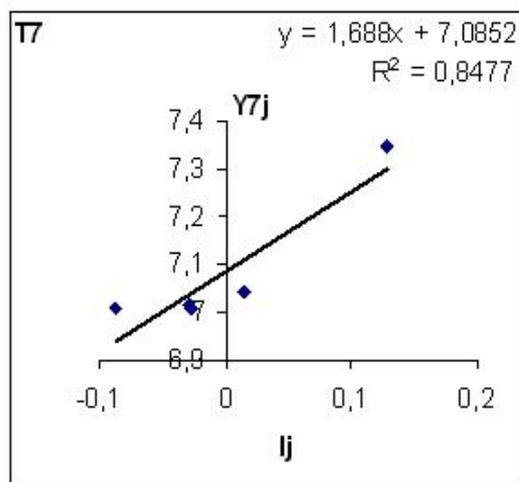
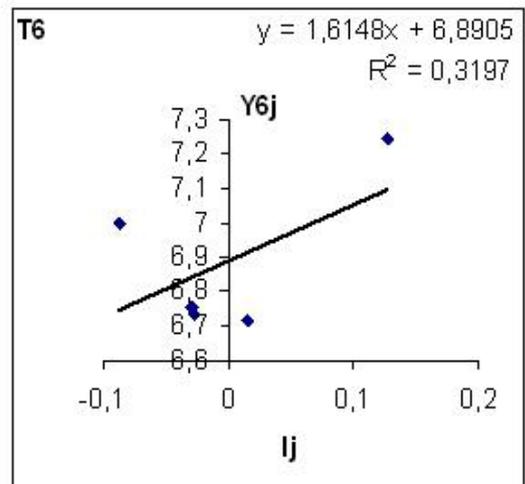
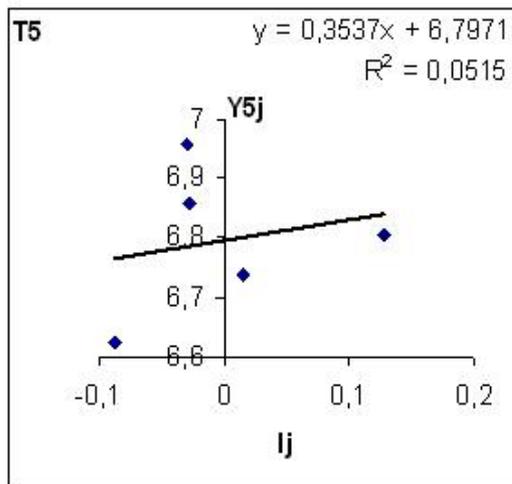
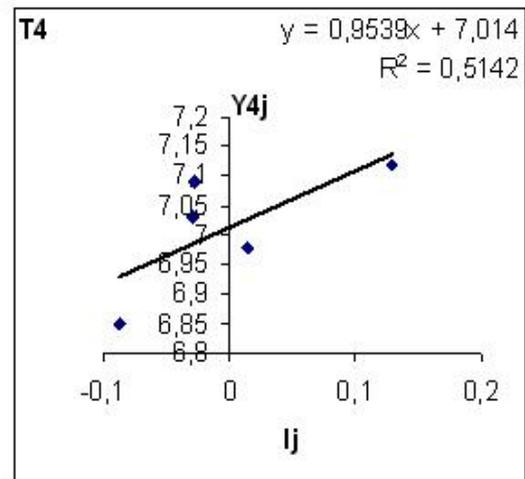
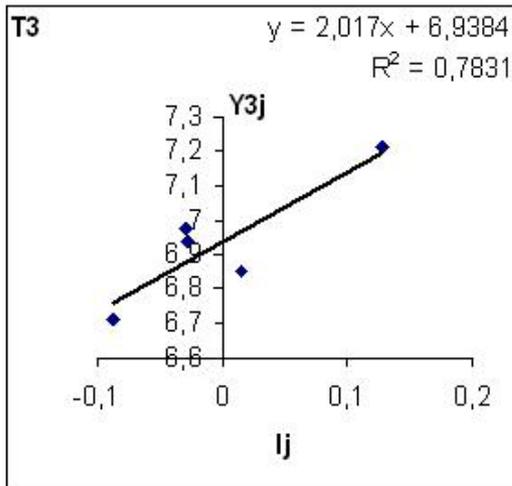
Observa-se na Figura 2 e nos dados médios da Tabela 26 que não houve correlação entre as linhagens mais produtivas com as linhagens mais estáveis. As linhagens dividiram-se em diferentes linhas puras que interagiram com o ambiente de forma imprevisível ou comportamento instável com as variações ambientais provavelmente devido a bases genéticas distintas.

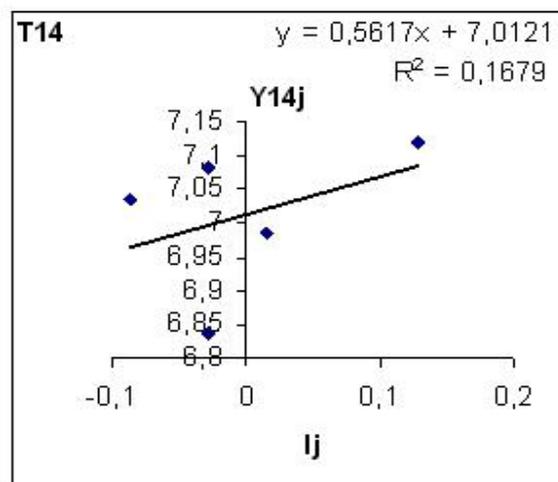
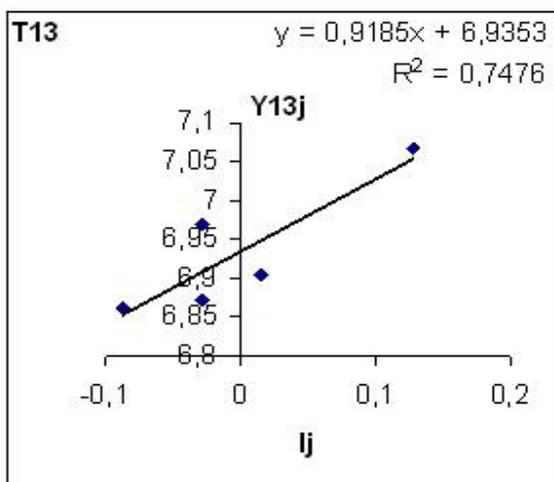
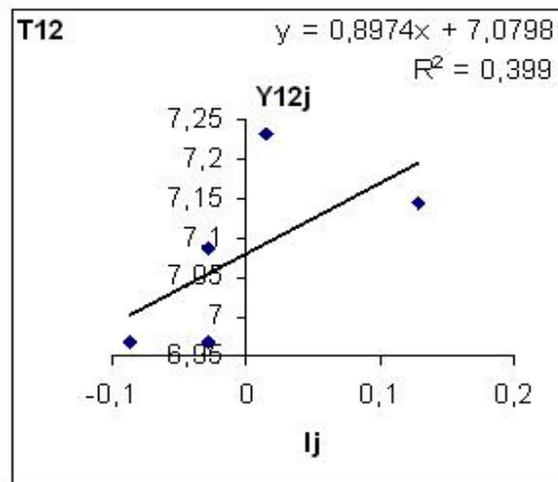
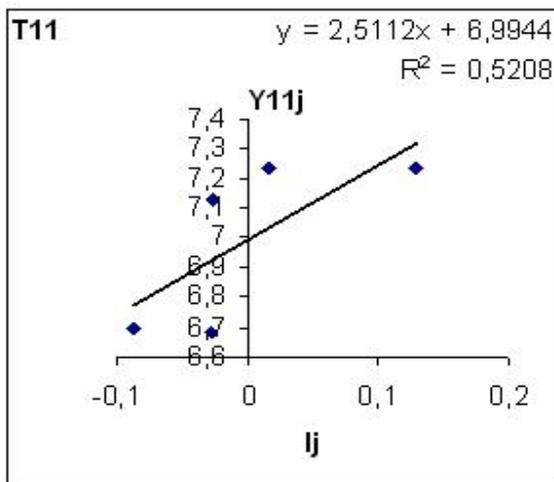
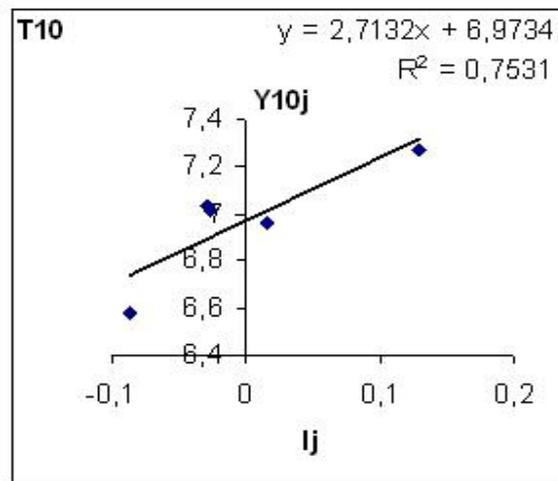
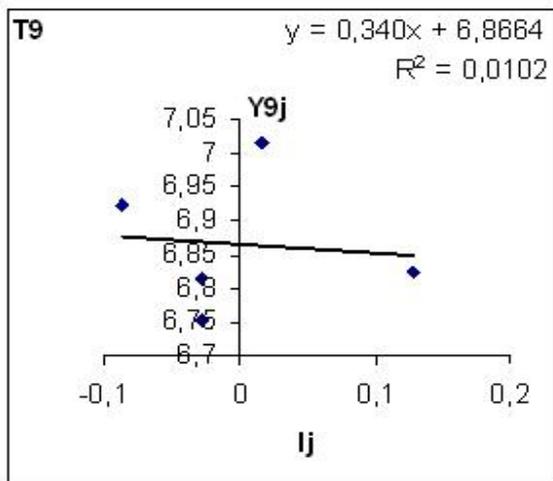
Os resultados das avaliações realizadas na época de semeadura 1 quanto aos parâmetros adaptabilidade e estabilidade fenotípicas, sugerem que os mesmos devem ter controles genéticos distintos e coincidem com os resultados obtidos por Torres (1988). O autor estudou o controle genético da estabilidade fenotípica em milho (*Zea mays* L.) e constatou ausência de correlação significativa entre estabilidade e produtividade.

6.4.1 Estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípicas para a época de semeadura 2

Na figura a seguir, são apresentados os resultados das estimativas dos índices ambientais obtidos pelo método de Finlay e Wilkinson (1963), relativos à época de semeadura 2.







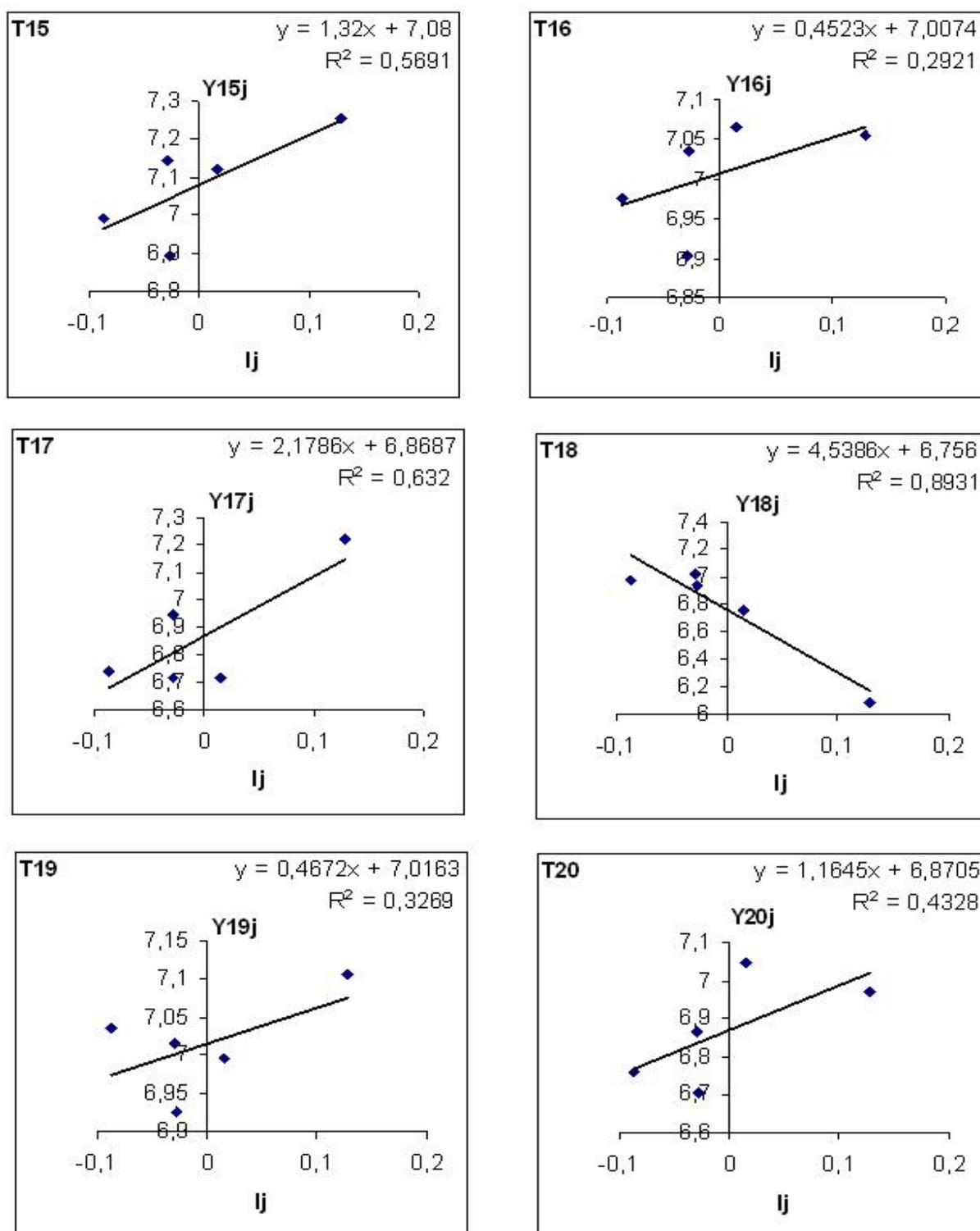


Figura 3. Estimativas dos índices ambientais das linhagens 1 a 20, relativos à época de semeadura 2.

A Tabela 28 apresenta os índices ambientais de Araçatuba, Botucatu, Ilha Solteira, Penápolis e São Manuel - SP. Época 2. Valores positivos de (Ij) indicam ambientes favoráveis e valores negativos de (Ij) indicam ambientes desfavoráveis.

Tabela 28. Estimativa dos índices ambientais (Ij). Valores positivos de (Ij) indicam ambientes favoráveis e valores negativos de (Ij) indicam ambientes desfavoráveis. Época 2.

Araçatuba	0,128256
Botucatu	- 0,08738
Ilha Solteira	0,015272
Penápolis	- 0,02864
São Manuel	- 0,02751

Foram caracterizados como ambientes favoráveis para a época de semeadura 2 os municípios de Araçatuba e Ilha Solteira e ambientes desfavoráveis Botucatu, Penápolis e São Manuel.

Semelhante à caracterização dos ambientes da época de semeadura 1, na época 2 os locais identificados como favoráveis foram municípios onde de obteve maiores médias de produtividade e os desfavoráveis locais onde, registraram-se menores médias ou seja, a classificação da qualidade dos ambientes está condicionada diretamente ao comportamento agrônômico das linhagens em cada local e não significa que os locais com índices negativos são impróprios para o cultivo da mamoneira, visto que não observou-se concordância nas classificações ambientais para as duas épocas de semeadura.

Na Tabela 29 são apresentadas as médias $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, classificação das linhagens segundo parâmetros de Nóbrega et al. (2001) e os coeficientes de regressão linear para a época de semeadura 2.

Tabela 29. Médias e coeficientes de regressão linear das linhagens de mamona. Época 2.

Linhagem	Média (β_{oi})	Classificação (kg.ha⁻¹)	Coeficiente de Regressão (β_{1i})
1	1102,56	Baixa	1,997
2	1071,56	Baixa	0,807
3	1045,32	Baixa	2,016
4	1117,11	Baixa	0,953
5	900,87	Baixa	0,353
6	1005,06	Baixa	1,614
7	1205,37	Baixa	1,688
8	975,04	Baixa	2,052
9	963,74	Baixa	0,340
10	1094,01	Baixa	2,713
11	1123,88	Baixa	2,511
12	1193,96	Baixa	0,897
13	1030,95	Baixa	0,918
14	1115,22	Baixa	0,561
15	1197,31	Baixa	1,319
16	1106,91	Baixa	0,452
17	981,97	Baixa	2,178
18	904,39	Baixa	4,538
19	1116,56	Baixa	0,467
20	971,29	Baixa	1,164

6.4.2.1 Figura relativa à estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípicas para a época 2

Na Figura 4 são apresentadas as classificações das vinte linhagens quanto aos parâmetros adaptabilidade e estabilidade fenotípicas para a época de semeadura 2 segundo metodologia de Finlay e Wilkinson (1963).

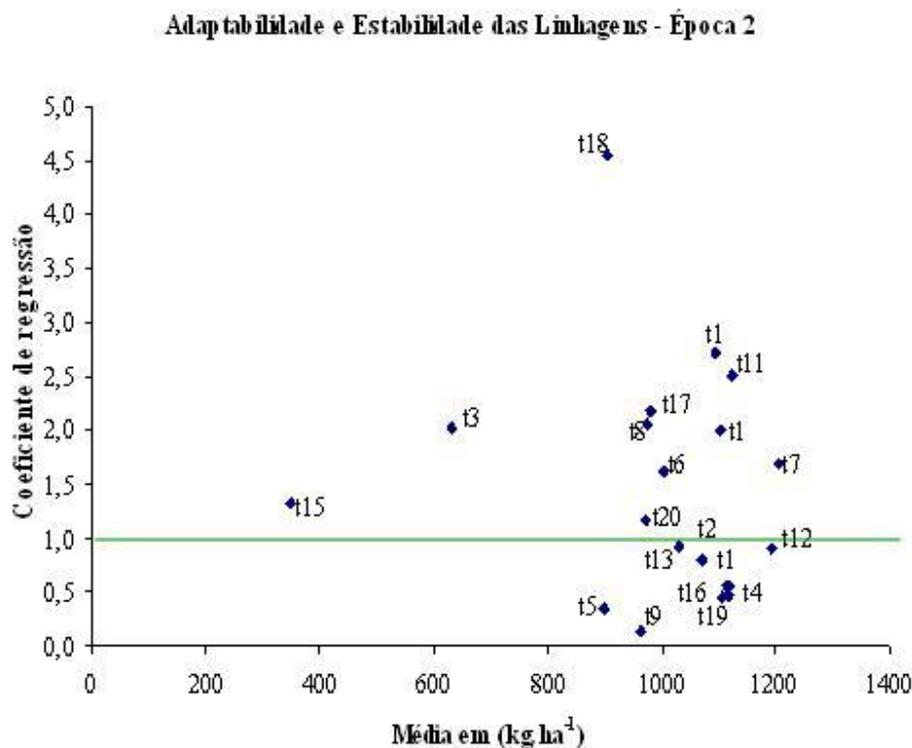


Figura 4. Estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípicas para época 2.

Visualiza-se de modo geral na Tabela 29 e na Figura 4 que as linhagens não responderam de maneira satisfatória a mudança de ambiente, ou não apresentaram coeficiente de regressão igual 1 e média elevada. Houve redução significativa das produtividades na época de semeadura 2 evidenciando que a mudança de ambiente provocou alteração na performance das linhagens fato este, comprovado na análise conjunta dos cinco locais de avaliação na época 2, ou interação significativa de linhagens com locais. A redução das produtividades observadas na época 2 é compatível com as condições climáticas características da época pois a mamoneira é uma planta exigente em calor e pluviosidades adequadas durante a fase vegetativa. Conforme exposições anteriores, menores pluviosidades e temperaturas amenas são comuns para a época em que as linhagens foram avaliadas.

O resultado obtido pode ser considerado relevante para a época de semeadura, pois, segundo dados da Conab (2007), o rendimento médio da mamona no Brasil na safra 2006/2007 foi de 728,00 kg.ha⁻¹ e todas as linhagens avaliadas apresentaram médias de produtividades superiores à média nacional.

Observa-se na Tabela 29 e no Figura 4 que as linhagens 1, 3, 6, 7, 8, 10, 11, 15, 17, 18 e a linhagem 20 apresentaram coeficientes de regressão maiores que 1 e produtividades significativas considerando a média nacional de produtividade. Estas linhagens têm adaptabilidade específica a ambientes favoráveis, estabilidade baixa e são indicadas para cultivo nos municípios de Araçatuba e Ilha Solteira.

As linhagens 2, 4, 5, 9, 12, 13, 14, 16 e a linhagem 19 apresentaram coeficientes de regressão menores que 1 aliada a médias elevadas para a época sendo portanto, adaptadas a ambientes desfavoráveis e de estabilidade alta. Estas linhagens são consideradas rústicas, e não sendo atrativas para cultivo em áreas onde se utilizam técnicas de alta tecnologia, por não responderem satisfatoriamente aos investimentos que normalmente se fazem nestas regiões visando à maximização dos rendimentos (CRUZ e CARNEIRO, 1998). As referidas linhagens são indicadas para cultivo em Botucatu e São Manuel.

Os resultados referentes às estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica para a época de semeadura 2 indicaram que as linhagens não mostraram adaptabilidade geral e não apresentaram coeficientes de regressão igual a 1 ou estabilidade média que é o comportamento ideal para uma possível recomendação generalizada.

Os dados comparativos de produtividades médias entre as épocas de semeaduras aliada aos fatores imprevisíveis do ambiente, os dados mostram resposta diferencial aos ciclos de autofecundação entre as linhagens avaliadas. Os resultados das estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade confirmam que não houve correlação entre adaptabilidade e estabilidade fenotípica nos genótipos avaliados, pois os mesmos comportaram-se de forma instável nas épocas de semeaduras.

Os resultados sugerem uma possível ausência de homeostase entre os materiais avaliados e confirmam que as linhagens não são adaptadas para a época a que foram submetidas. Canonon (1932) citado por Borém e Miranda (2005), afirmou que, “um

organismo homeostático é aquele que matem certos aspectos de sua fisiologia constantes independentemente das forças de ambiente que tendem a alterar sua constância”. Para Borém e Miranda (2005), o conceito atual de homeostase refere-se à propriedade dos organismos de se adaptarem às variações de ambiente, isto é, mecanismos auto-reguladores dos organismos que permitem sua estabilização em ambientes flutuantes.

É oportuno ressaltar que as linhagens avaliadas no presente trabalho pertencem à quinta geração de autofecundação a partir de uma planta original e as diferenças de produtividades registradas permitem concluir que além da influência ambiental, as autofecundações provocaram alterações de alta magnitude entre os genótipos evidenciando-se tipos favoráveis e desfavoráveis para as duas épocas de semeadura.

Os dados comparativos entre as épocas e as análises de adaptabilidade e estabilidade mostram ainda que foi possível identificar diferentes linhas puras possivelmente algumas heterozigóticas devido a altas produtividades observadas em algumas linhagens avaliadas na época 1 com adaptabilidade geral e estabilidade média. Na época de semeadura 2 algumas linhagens comportaram-se como plantas homozigóticas pois, no teste de médias observou-se a formação de poucos grupos disjuntos e contatou-se instabilidade fenotípica.

Este resultado coincide com o trabalho de Schnell e Becker (1986) citados por Árias (1996). Em um trabalho visando o estudo da heterozigose e heterogeneidade, bem como seus efeitos e interações sobre produção e estabilidade de produção em milho, os autores concluíram que os aumentos de estabilidade foram devidos não apenas a heterogeneidade, mas também a heterozigose e, adicionalmente uma interação de ambos os fatores no sentido de uma diminuição recíproca. Resultados obtidos por vários trabalhos realizados com a cultura do milho, concluíram que os materiais menos homogêneos possuem uma produção mais estável que os mais homogêneos (SPRAGUE e FEREDER, 1951; ÁRIAS, 1996). Paterniani (1986) e Árias (1996) confirmam que essa maior capacidade adaptativa das populações heterogêneas é devido ao grande número de genótipos que as constituem.

6.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que o objetivo do presente trabalho foi avaliar e identificar linhagens produtivas de mamona em duas épocas de semeadura que serão genitores masculinos para exploração da heterose e havendo interação significativa entre genótipos com ambientes, surgem duas novas questões que devem ser ponderadas. A primeira delas refere-se a uma recomendação generalizada, isto é, a mesma linhagem ou grupo de linhagens para toda região e o segundo enfoque de realizarem-se recomendações para cada época de semeadura.

Uma primeira abordagem bastante simples que se pode fazer sobre as questões levantadas diz respeito ao prejuízo ou perda de eficiência que se teria com a recomendação generalizada em relação àquela direcionada para cada época. Se a perda representada pela recomendação generalizada for pequena, pode-se optar por este tipo de recomendação mesmo na presença de interação significativa. As avaliações realizadas neste trabalho mostram que foi possível selecionar linhagens produtivas para a época de semeadura 1, época 2 e o teste de médias utilizado apontou que as 16, 8, 6, 15 e a linhagem 1 podem ser utilizadas para as duas épocas de semeadura, entretanto, a presença de interação significativa entre épocas x locais x linhagens é fator limitante para uma possível recomendação generalizada e este fato indica que seria preferível adotar a estratégia de proceder-se a recomendação de linhagens priorizando as épocas de semeadura e a regionalização dos locais para cultivo. Neste contexto, determinam-se sub-regiões relativamente homogêneas quanto à interação, passando a recomendação e, conseqüentemente os esforços são dirigidos para a região. Para que este objetivo seja alcançado é necessário que o agrupamento de ambientes homogêneos leve a conjuntos identificáveis em função de fatores previsíveis do ambiente como região geográfica, latitude, altitude, fotoperíodo e tipo de solo. A similaridade entre locais é muito útil em futuras avaliações e o padrão de agrupamento deve ser consistente entre anos para uma maior segurança em se proceder a recomendação regionalizada.

Alguns estudos têm mostrado dificuldades de se obterem regionalizações consistentes a partir da análise de agrupamento baseada na interação de

genótipos com ambientes. Particularmente nas regiões tropicais esta inconsistência se deve, provavelmente à prevalência de fatores não previsíveis ou não controláveis.

Os resultados mostraram que não houve correlação entre os parâmetros adaptabilidade e estabilidade fenotípica e, este resultado indica que é aconselhável isolar linhagens superiores em produtividades médias para cada época de semeadura. Considerando esta possibilidade, podem-se questionar formas de identificação de genótipos para cada época de semeadura em campos de produção de sementes. Uma sugestão viável e interessante é transferir características qualitativas, por exemplo, ausência de acúleos nos frutos e coloração das sementes para as linhagens avaliadas na época de semeadura 1.

Atualmente a alternativa mais amplamente utilizada para minimizar os efeitos da interação de genótipos com ambientes em cultivares elites é identificar materiais genéticos com ampla adaptabilidade e estabilidade fenotípicas.

7 CONCLUSÕES

As avaliações realizadas para a época de semeadura 1, com relação à característica produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), indicaram que as linhagens 8, 16, 6, 15, 18 e 1 apresentaram produtividades médias altas. Com relação aos parâmetros adaptabilidade e estabilidade fenotípicas as linhagens 3, 13 e 18 apresentaram adaptabilidade geral e estabilidade média.

As avaliações realizadas para a época de semeadura 2, com relação aos mesmos parâmetros, indicaram as linhagens 7, 15, 12, 11, 4, 19, 14, 16, 1, 10, 2 como as mais produtivas e predominância de adaptabilidade específica a ambientes favoráveis e estabilidade baixa.

As avaliações envolvendo as duas épocas de semeadura indicaram que as linhagens 16, 8, 6, 15 e a linhagem 1 apresentaram-se como superiores em produtividades médias.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotype-environmental interaction in applied planta breeding. **Crop Science**, Madison, v. 4. n. 5, p. 503-507, Sept./Oct. 1964.

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.

ARIAS, E. R. A. **Adaptabilidade e estabilidade dos cultivares de milho avaliadas no Estado de Mato Grosso do Sul e avanço genético obtido no período de 1986/87 a 1993/94.** 1996. 118 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

AZEVEDO, D. M. et al. **Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) no Brasil.** Campina Grande: EMBRAPA, CNPA, 1997. 52 p. (Circular técnica, 25).

AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (Ed.) **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília, DF: EMBRAPA Algodão, 2001. 350 p.

BECKER, H. C.; LÈON, J. Stability analysis in plant breeding. **Plant Breeding**, Berlin, v. 101, n. 1, p. 1-23, 1988.

BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L.C. Os múltiplos usos do óleo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) e a importância do seu cultivo no Brasil. **Fibras e Óleos**, Campina Grande, n. 31, p. 7, 1999.

BELTRÃO, N. E. M. et al. Fitologia. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (Eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília, DF: EMBRAPA Algodão, 2001. cap. 2, p. 37-61.

BORÈM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2005. 525 p.

BUENO, L. C. S. de. et al. **Melhoramento de plantas: princípios e procedimentos**. Lavras: UFLA, 2001. 282 p.

CARVALHO, B. C. L. **Manual do cultivo da mamona**. Salvador: EBDA, 2005. 65 p.

CARVALHO, C. G. P. de. et al. Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da soja no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 7, p. 989-1000, jul. 2002.

CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.gov.br>>. Acesso em: 31 jul. 2007.

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

CHIERICI, G. O.; NETO, S. C. Aplicação industrial do óleo. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (Eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília, DF: EMBRAPA Algodão, 2001. cap. 2, p. 89-120.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 16 jul. 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Indicadores da agropecuária**. 2007. Disponível em <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/indicadores/IA_MAR_2007>. Acesso em: 17 abri. 2007.

COMSTOCK, R. E. Selection producers in corn improvement hybrid in corn improvement. In: **Proceedings of the Hybrid Corn Industry Research Conference**, Chicago, v. 19. p 87-94, 1964.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 1998. 485 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 1994. 390 p.

DRUMMOND, O. A.; COELHO, S. J. Doenças da mamoneira. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 7, n. 82, p. 38-43, 1981.

EBEHART, S. A.; RUSSEL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6. n. 1, p. 36-40, 1966.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. **Nova Cultivar de Mamona, BRS 149 (Nordestina)**. Campina Grande, 1998. 1 folder.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**. versão 4.3. Lavras: DEX/UFLA, 2003. CD-ROM.

FILHO, J. B. M. Endogamia e consangüinidade. In: NASS, L. et al. **Recursos genéticos e melhoramento**: plantas. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. cap. 20 , p. 632-671.

FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in a plant-breeding progame. **Australian of Journal Agriculture Research**, Collingwood, v. 14, n. 6, p. 742-754, Jan. 1963.

FORNAZIERI JÚNIOR, A. **Mamona**: uma rica fonte de óleo e de divisas. São Paulo: Ícone, 1986. 71 p.

GAMA, E. E. F.; HALLAUER, A. R. Stability of hybrids produced from selected lines of Maize. **Crop Science**, Madison, v. 20, p. 623-626, 1980.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Nobel, 1987. 466 p.

GURGEL, J. T. A. **Estudos sobre a mamoneira (*Ricinus communis* L.)**. 1945. 70 p. Tese (Livre docência em Citologia e Genética Geral)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1945.

HEMERLY, F. X. **Mamona**: comportamento e tendências no Brasil. Brasília, DF: EMBRAPA, 1981. 14 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal culturas temporárias e permanentes**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2004/default.shtm>>. Acesso em: 18 jan. 2007.

LAURETTI, D.; BRIGHAM, R. D. Genética e miglioramento del ricino. In: MINISTERO DELL'AGRICOLTURA E FORESTE. **Ricino**: obiettivi, strategie e ricerca. 2. ed. Osimo, 1987. p. 11-22.

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

MANIVEL, P. et al. Genotype x environment interaction in castor. **Madras Agricultural Journal**, Tindivanan, v. 7/9, n. 87, p. 394-397, 2001.

MANIVEL, P. et al. Heterosis for yield and its components over environments in castor (*Ricinus communis* L.). **Madras Agricultural Journal**, Tindivanan, v. 1/3, n. 86, p. 65-68, 1999.

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

MELLO, F. O. T. de; PAILINO, L. F.; VIAN, C. E. F. de. O biodiesel no Brasil: panorama, perspectivas e desafios. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 29-39, jan. 2007.

MILANI, M. et al. Melhoramento, cultivares e biotecnologia. In: SAEVERINO, L. S.; MILANI, M.; BELTRÃO, N. de M. **Mamona: o produtor pergunta, a EMBRAPA responde**. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2006. cap. 9, p. 157-162. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

MOREIRA, J. N. et al. **Melhoramento da mamoneira (*Ricinus communis* L.)**. Campina Grande: EMBRAPA, CNPA, 1996. 24 p. (Documentos, 44).

MOSHKIN, V. A. **Castor**. New Delhi: Oxonian Press, 1986. 315 p.

MOSHKIN, V. A. Flowering and pollination In: MOSHKIN, V. A. (Ed.). **Castor**. New Delhi: Amerind, 1986. p. 43-49.

MOSHKIN, V. A. Growth and development of the plant. In: MOSHKIN, V. A. (Ed.). **Castor**. New Delhi: Amerind, 1986. p. 43-49.

NETO, M. S. A.; ARAÚJO, A. E.; BELTRÃO, N. E. M. Clima e solo: In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (Eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília, DF: EMBRAPA Algodão, 2001. cap. 3, p. 63-76.

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

PATERNIANI, E. Interação genótipo x ambiente em climas tropicais e sub-tropicais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16., 1986, Belo Horizonte. **Anais...** Sete Lagoas: EMBRAPA, CPMS, 1986. p. 378-382.

PRATA, F. da C. Mamona. In: PRATA, F. da C. **Principais culturas do Nordeste**. Fortaleza: Imprensa Universitária do Ceará. 1969. v. 1, p. 139-152.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicações no melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. 271 p.

RAMALHO, M. A. P. et al. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas.**

Lavras: UFLA, 2005. 322 p.

RAMOS, V. P.; AMORIM, E. P.; FILHO, A. S. Potencial da cultura da mamona como fonte de matéria-prima para o programa nacional de produção de biodiesel. In: CÂMARA, G. M. S.; HEFFIG, L. S. **Agronegócio de plantas oleaginosas: matérias-primas para biodiesel.**

Piracicaba: USP, ESALQ, LPV, 2006. p. 81-104.

Piracicaba: USP, ESALQ, LPV, 2006. p. 81-104.

RIBEIRO FILHO, J. **Cultura da mamoneira.** Viçosa: UFV, 1966. 75 p.

ROBERTSON, A. **Experimental design on the measurement of heritabilities and genetic**

correlation: biometrical genetics. New York: Pergamon Press, 1959. 186 p.

SAS INSTITUTE. **The SAS SYSTEM.** release 8.2. Cary, NC, 2001. CD-ROM.

SAVY FILHO, A. et al. Mamona. In: COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. **Oleaginosas no Estado de São Paulo: análise e diagnóstico.** Campinas, 1999.

39 p. (Documento técnico, 107).

SAVY FILHO, A. **Mamona tecnologia agrícola.** Campinas: EMOPI, 2005. 105 p.

SAVY FILHO, A.; MARTINS, A. L. M.; CAVICHIOLI, J. C. Tecnologia de produção de mamona. In: CÂMARA, G. M. S.; CHIAVEGATO, E. J. **O agronegócio das plantas**

oleaginosas: algodão, amendoim, girassol e mamona. Piracicaba: USP, ESALQ, 2001. p.

185-204.

SAVY FILHO, A. Melhoramento de mamona. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. p. 398-339.

SCHNELL, F. W.; BECKER, H. C. Yield and yield stability in a balanced system of widely differing population structures in *Zea mays* L. **Plant Breeding**, Berlim, v. 97, p. 30-38, 1986.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, DC, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

SEARA. **Projeto de recuperação da cotonicultura estadual**. Fortaleza, 1989. p 32-39.

SILVA, L. C.; LIMA, E. F.; AZEVEDO, D. M. P. **Nova cultivar de mamona, BRS 149 (Nordestina), e seu sistema de produção**. Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 1998. 4 p. (Comunicado técnico, 91).

SILVA, W. J. Aptidões climáticas para as culturas do girassol, da mamona e do amendoim. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, n. 82, p. 24-28, 1981.

SPRAGUE, G. F.; FEDERER, W. T. A. comparison of variance components in corn yield trials: II. Error, year x variety and variety components. **Agronomy Journal**, Madison, v. 43, n. 10, p. 535-541, Oct. 1951.

TÀVORA, F. J. A. F. **A cultura da mamona**. Fortaleza: EMBRAPA, 1982. 111 p. (Apostila).

TORRES, R. A. A. **Estudo do controle genético da estabilidade fenotípica de cultivares de milho (*Zea mays* L.)**. 1988 133 p. Tese (Doutorado em Genética)–Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

VAVILOV, N. F. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. **Chronica Botanica**, Leiden, v. 13, p. 1-366, 1949.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Componentes da variação fenotípica: análise em vários ambientes. In: Genética biométrica no fitomelhoramento. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, p. 233-329, 1992.

VENCOVSKY, R. et al. Genética e melhoramento de populações mistas. In: NASS, L. L. et al. (Eds.). **Recursos genéticos e melhoramento**. Rondonópolis, MT: Fundação MT, 2001. cap. 10, p. 232-281.

VENCOVSKY, R.; TORRES, R. A. A. Estabilidade geográfica e temporal de alguns cultivares de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16., 1986, Belo Horizonte. **Anais...** Sete Lagoas: EMBRAPA, CPMS, 1986. p. 294-299.

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

ZIMMERMAN, L. H. Castor beans: a new oil crop for mechanized production. **Advance Agronomy**, Davis, v. 10, p. 257-288, 1957.

ZIMMERMANN, L. H. The relationships of dwarf-internode gene to several important agronomic characters in castor beans. **Agronomy Journal**, Davis, v. 49, p. 251-