

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

**OBTENÇÃO E AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE NOVOS HÍBRIDOS DE
MAMONA (*Ricinus communis* L.)**

TAMMY APARECIDA MANABE KIIHL

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

BOTUCATU-SP
Dezembro – 2006

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

**OBTENÇÃO E AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE NOVOS HÍBRIDOS DE
MAMONA (*Ricinus communis* L.)**

TAMMY APARECIDA MANABE KIIHL

Orientador: Prof. Dr. Maurício Dutra Zanotto

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

BOTUCATU-SP
Dezembro – 2006

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

K51o Kiihl, Tammy Aparecida Manabe, 1978-
Obtenção e avaliação preliminar de novos híbridos de mamona (*Ricinus communis* L.) / Tammy Aparecida Manabe Kiihl. - Botucatu : [s.n.], 2006.
xii, 52 f. : gráfs, tabs.

Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2006
Orientador: Maurício Dutra Zanotto
Inclui bibliografia

1. Mamona. 2. Híbridaçã . 3. Melhoramento genético. I. Zanoto, Maurício Dutra. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

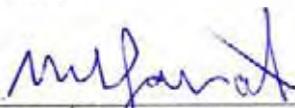
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: **OBTENÇÃO E AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE NOVOS HÍBRIDOS DE MAMONA (*Ricinus communis* L.).**

ALUNA: TAMMY APARECIDA MANABE KIIHL

ORIENTADOR: PROF. DR. MAURÍCIO DUTRA ZANOTTO

Aprovado pela Comissão Examinadora



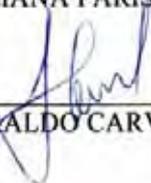
PROF. DR. MAURÍCIO DUTRA ZANOTTO



PROF. DR. SILVIO JOSÉ BICUDO



PROF. DR. JULIANA PARISOTTO POLETINE



DR. JOSÉ GERALDO CARVALHO AMARAL



DRA. NILZA PATRÍCIA RAMOS

Data da Realização: 15 de dezembro de 2006.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Tammy Aparecida Manabe Kiihl, nascida em 01 de junho de 1978 em Londrina, PR, Engenheira Agrônoma e Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade Estadual de Londrina, UEL, em 2000 e 2003, respectivamente. Desenvolveu trabalhos na área de melhoramento de plantas com as culturas da soja e da mamona. Atualmente é pesquisadora científica da APTA – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, órgão da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, e atua nas áreas de Fitotecnia e Melhoramento de Plantas Oleaginosas.

“Paciência e Perseverança têm o efeito mágico de fazer as dificuldades desaparecerem e os obstáculos sumirem”.

John Quincy Adams

“Nossas dádivas são traidoras e nos fazem perder o bem que poderíamos conquistar, se não fosse o medo de tentar”.

William Shakespeare

“A verdadeira medida de um homem não é como ele se comporta em momentos de conforto, mas como ele se mantém, em tempos de controvérsia e desafios”.

Martin Luther King Jr.

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina”.

Cora Coralina

Ao meu querido pai, Romeu Afonso de Souza Kiihl, que sempre foi meu espelho profissional e pessoal; sua integridade contagia a todos.

À minha amada mãe, Maria Luzia Manabe Kiihl (*in memoriam*), apesar de não estar presente em corpo; sua luz acompanha meus passos até hoje.

DEDICO

A Deus, meu fiel companheiro, em todas as horas.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por iluminar meu caminho e confortar meu coração.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Maurício Dutra Zanotto, pela orientação, amizade, atenção, e que, ao longo desses anos de convivência se mostrou um exemplo de caráter, honestidade e competência. Seus ensinamentos nunca serão esquecidos.

A Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP/Botucatu, pela oportunidade de realização do curso.

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - pela concessão da bolsa de estudos, no período inicial do curso.

À FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos - pelo apoio e financiamento dos trabalhos conduzidos pelo Programa de Melhoramento de Mamona da FCA.

Aos membros titulares da banca: Dra Nilza Patrícia, Dra Juliana, Dr. José Geraldo, Dr Silvio Bicudo, pelas valiosas sugestões apresentadas.

A todos os professores do Departamento de Produção Vegetal – Agricultura, da Faculdade de Ciência Agrônômicas – UNESP/ Botucatu pelos ensinamentos e pelo incentivo.

A todos os funcionários do Departamento de Produção Vegetal – Agricultura, da Faculdade de Ciência Agrônômicas – UNESP/Botucatu, em especial a Lana e Verinha por toda atenção, alegria e paciência.

À toda minha família: meu pai Romeu, minha irmã Alba, meu cunhado Heleno, tia-mãe Lúcia, tio Jorge, irmãzinha Kalina, Laura, vó Alba, que estiveram a todo o momento, mesmo a distância, torcendo por mim. Sei que fiz parte de suas orações, sem o apoio de todos não chegaria a lugar algum.

Ao meu amor, Nei, que esteve comigo em todos os momentos, me apoiando e auxiliando. Se não fosse sua ajuda e carinho não sei se estaria hoje escrevendo isto... Você é um exemplo de perseverança, te agradeço hoje e sempre.

Às minhas queridas amigas, conquistadas durante este período, Rúbia, Mirina, Clarice, Elisa, Mona, Sandra... Vocês estarão eternamente em meu coração.

À APTA, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Pólo Regional da Alta Sorocabana, que permitiu a continuidade dos trabalhos de tese, especialmente ao Diretor Técnico de Departamento, Leonardo Coutinho Cerávolo (Léo), por seu apoio e amizade.

A todos os funcionários da APTA, em especial à Amélia que fez tudo que pôde para ajudar na etapa final de avaliação da tese, aos estagiários do Colégio Agrícola e à Luíza (Lú) que sempre me encorajou a prosseguir, não dispensando esforços para ajudar.

A todos os pesquisadores da APTA, em especial à Andréia (Déia) que além de ser uma excelente companheira de trabalho e de sala, tornou-se uma grande amiga, sempre se prontificando a ajudar, sem nunca hesitar. É um exemplo de amizade a ser seguido.

Aos amigos/pesquisadores da Seção de Oleaginosas do Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, Nilza Patrícia (Paty) e Edson Amorim, pela amizade e apoio constante.

Aos técnicos Augusto e Daniel pela dedicação na realização dos trabalhos de cruzamentos na Fazenda de São Manuel e ao técnico Milton por auxiliar em toda etapa de avaliação dos experimentos na Fazenda Lageado.

A todos os colegas do Departamento de Produção Vegetal – Agricultura da Faculdade de Ciência Agrônomicas – UNESP/ Botucatu pelos momentos de convivência, em especial ao Rogério Sá que, com muita paciência, conduziu as avaliações de teor de óleo em laboratório. A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!!!!!!!

SUMÁRIO

	Página
1 RESUMO.....	01
2 SUMMARY.....	03
3 INTRODUÇÃO.....	05
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	07
4.1 Mamona: aspectos gerais.....	07
4.2 Melhoramento genético da mamoneira	09
4.3 Produção de híbridos de mamona.....	12
4.3.1 Híbridos de mamona no Brasil.....	16
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
5.1 Material.....	19
5.1.1 Obtenção dos híbridos.....	19
5.2 Métodos.....	23
5.2.1 Avaliação dos híbridos.....	23
5.2.2 Delineamento experimental e análises estatísticas.....	23
5.2.3 Parâmetros avaliados.....	24
5.3 Dados Metereológicos.....	26
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
6.1 Experimento 1.....	30
6.1.1 Análises de Variância.....	30
6.1.2 Médias dos diferentes caracteres avaliados nos híbridos, comparados pelo Teste de Scott-Knott (1974).....	32
6.2 Experimento 2.....	39
6.2.1 Análises de Variância.....	40
6.2.2 Médias dos diferentes caracteres avaliados nos híbridos, comparados pelo Teste de Scott-Knott (1974).....	41

7 CONCLUSÃO.....	47
8 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	48

LISTA DE TABELAS

TABELA	Página
1 Quadrados médios obtidos das análises de variância para os parâmetros produtividade de grãos (PG), altura de plantas (AP), porcentagem de flores femininas no racemo primário (PF) e teor de óleo (TO), avaliados em híbridos de mamona derivados de diferentes cruzamentos, Experimento 1, Botucatu, SP, 2005/2006.....	31
2 Quadrados médios obtidos das análises de variância para os parâmetros número de internódios (NI), altura de inserção do racemo primário (AI), produtividade de grãos do racemo primário (PGp) e massa de 100 grãos (M100), avaliados em híbridos de mamona derivados de diferentes cruzamentos, Experimento 1, Botucatu, SP, 2005/2006.....	31
3 Médias dos parâmetros produtividade de grãos (PG), altura de plantas (AP), porcentagem de flores femininas no racemo primário (% F) e teor de óleo (TO) avaliados em híbridos de mamona derivados de diferentes cruzamentos, Experimento 1, Botucatu, SP, 2005/2006.....	33
4 Ranqueamento dos híbridos, em ordem decrescente, avaliados no Experimento 1, quanto aos parâmetros produtividade de grãos (PG), altura de plantas (AP), porcentagem de flores femininas (%F) e teor de óleo (TO), Botucatu, SP, 2005/2006.....	34
5 Médias de número de internódios (NI), altura de inserção do racemo primário (IR), produtividade de grãos do racemo primário (PGp) e massa de 100 grãos (M100) avaliados em híbridos de mamona derivados de diferentes cruzamentos, Experimento 1, Botucatu, SP, 2005/2006.....	36
6 Ranqueamento dos híbridos, em ordem decrescente, avaliados no Experimento 1, quanto aos parâmetros número de internódios (NI), altura de inserção do racemo primário (IR), produtividade de grãos do racemo primário (PGp) e massa de 100 grãos (M100), Botucatu, SP, 2005/2006.....	37

7	Quadrados médios obtidos das análises de variância para os parâmetros altura de plantas (AP), porcentagem de flores femininas no racemo primário (PF), número de internódios (NI) e altura de inserção do racemo primário (AI), avaliados em híbridos de mamona derivados de diferentes cruzamentos, Experimento 2, Botucatu, SP, 2005/2006.....	40
8	Quadrados médios obtidos das análises de variância para os parâmetros produtividade de grãos do racemo primário (PGp) e massa de 100 grãos (M100), avaliados em híbridos de mamona derivados de diferentes cruzamentos, Experimento 2, Botucatu, SP, 2005/2006.....	41
9	Médias de altura de plantas (AP), porcentagem de flores femininas do racemo primário (% F), e massa de 100 grãos (M100) avaliados em híbridos de mamona derivados de diferentes cruzamentos, Experimento 2, Botucatu, SP, 2005/2006.....	42
10	Ranqueamento dos híbridos, em ordem decrescente, avaliados no Experimento 2, quanto aos parâmetros altura de plantas (AP), porcentagem de flores femininas no racemo primário (% F), massa de 100 grãos (M100), número de internódios (NI), altura de inserção do racemo primário (IR) e produtividade de grãos do racemo primário (PGp), Botucatu, SP, 2005/2006.....	43
11	Médias de número de internódios (NI), altura de inserção do racemo primário (IR) e produtividade de grãos do racemo primário (PGp), avaliados em híbridos de mamona derivados de diferentes cruzamentos, Experimento 2, Botucatu, SP, 2005/2006.....	45

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
1 Temperaturas máxima, mínima e média no município de Botucatu, durante o período de 21 de outubro de 2005 a 22 de março de 2006, referente ao ciclo do experimento 1.....	26
2 Precipitação em mm no município de Botucatu, durante o período de 21 de outubro a 22 de março de 2006, referente ao ciclo do experimento 1.....	27
3 Umidade relativa do ar (%) no município de Botucatu, durante o período de 21 de outubro a 22 de março de 2006, referente ao ciclo do experimento 1.....	27
4 Temperaturas máxima, mínima e média no município de Botucatu, durante o período de 09 de dezembro de 2005 a 26 de abril de 2006, referente ao ciclo do experimento 2.....	28
5 Precipitação em mm no município de Botucatu, durante o período de 09 de dezembro de 2005 a 26 de abril de 2006, referente ao ciclo do experimento 2.....	29
6 Umidade relativa do ar (%) no município de Botucatu, durante o período de 09 de dezembro de 2005 a 26 de abril de 2006, referente ao ciclo do experimento 2.....	29

1 RESUMO

A mamona é uma oleaginosa de relevante importância econômica, apresentando inúmeras aplicações, inclusive como fonte energética. A produtividade média da mamona em bagas no Brasil tem sido muito baixa, cerca de 440 kg ha^{-1} , devido ao baixo nível tecnológico empregado pelos produtores e pela baixa oferta de cultivares selecionadas para alta produtividade de grãos, além da falta de híbridos para colheita mecanizada. O objetivo do trabalho foi obter novos híbridos de mamona e avaliar suas características agronômicas, principalmente relacionadas à produtividade e porte da planta para colheita mecanizada.

Para obtenção dos híbridos foram utilizadas quatro linhas femininas e 72 linhagens masculinas. A avaliação dos híbridos foi dividida em dois experimentos, sendo o primeiro instalado em 21 de outubro de 2005 e o segundo em 07 de dezembro de 2005. Além desses híbridos foram avaliados como testemunha os híbridos comerciais Íris e Savana. Os experimentos foram conduzidos sob delineamento experimental de blocos ao acaso, com 3 repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de uma linha de 6 m, com espaçamento de 0,6 m entre plantas, 1,0 m entre linhas e área útil de 6m^2 .

Os dados obtidos foram submetidos à análises de variância e as médias comparadas pelo teste F e pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade, utilizando-se o programa SISVAR v.4.2. As características avaliadas foram produtividade de grãos, altura de plantas, porcentagem de flores femininas no racemo primário, teor de óleo das

sementes, altura de inserção do racemo primário, número de internódios até o racemo primário, produtividade de grãos do racemo primário e massa de 100 grãos.

Com base nas análises de variância foram observadas significâncias para todos os parâmetros avaliados, nos dois experimentos. No experimento 1, para o parâmetro produtividade de grãos, constatou-se que um número considerável de híbridos foram superiores às testemunhas, com maiores valores observados nos híbridos 28 e 30. Nenhuma das testemunhas conseguiu superar a média geral de produtividade de grãos. Pode-se observar que todos os híbridos avaliados eram de porte anão ou muito baixo, podendo ser utilizados em colheita mecanizada.

No experimento 2, pode-se observar que a maioria dos híbridos eram de porte muito baixo, com exceção do híbrido 16. Apesar disso, todos os híbridos possuíam porte adequado para a colheita mecanizada. Conclui-se que foram obtidos híbridos promissores, no município de Botucatu, tanto para alta produtividade de grãos quanto para estatura baixa, com potencial de utilização em colheita mecanizada.

Palavras-chaves: *Ricinus communis* L., híbridos e colheita mecanizada.

ATTAINMENT AND PRELIMINARY EVALUATION OF CASTOR BEAN NEW HYBRIDS (*Ricinus communis* L.) Botucatu, 2006. 52p. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: TAMMY APARECIDA MANABE KIIHL

Adviser: MAURÍCIO DUTRA ZANOTTO

2 SUMMARY

Castor bean has assumed great importance as source of vegetable oil presenting several applications including energetic source. In Brazil castor bean grain yield has been very low, 440 kg ha^{-1} , and this fact may be explained by low technologies levels applied, absence of selected genotypes for high yield and the absence of hybrids for mechanized harvesting. The objective of this work was to obtaining castor bean new hybrids and to evaluate agronomic characteristics specially grain yield and plant height to mechanized harvesting.

For obtaining the hybrids it was used four pistilates lines and 72 male lines. Two experiments were conducted to evaluate the hybrids, the first experiment was set in October 21st/2005 and the second one in December 7th/2005. Beyond these hybrids it was evaluated commercial hybrids, Iris and Savana, as control. The experiments were conducted under randomized complete blocks experimental design with three replications. The experimental plots were constituted by one row with 6 m, space of 0,6m between plants and 1,0m between lines, comprehending 6m^2 of total area.

Results were submitted to variance analysis and means compared by F test and Scott-Knott test with 1% of probability through SISVAR Program, 4.2 version. The characteristics evaluated were yield of seeds, plant height, percentage of pistillate flowers, oil content of seeds, height of primary raceme insertion, number of internodes until primary raceme, yield of grains of primary raceme and mass of 100 grains.

Based on variance analysis it was observed that the mean squares were significant for all characteristics in both experiments. In experiment 1 a considerable number of hybrids were superior to the controls, for grain yield, and 28 and 30 hybrids were the most productive. No one of the control overcame the general average of grain yield. It was observed that all hybrids evaluated were dwarf internode or had very short height demonstrating that they are adapted to mechanized harvesting.

In experiment 2 it was observed that most of the hybrids also had very short height, excepting hybrid 16. Despite of this, all hybrids evaluated were adequate to mechanized harvesting. It is concluded that it was obtained castor bean new hybrids, in Botucatu city, more interesting than the commercial hybrids tested, with potential to be used in mechanized harvesting.

Key words: *Ricinus communis* L., hybrids and mechanized harvesting.

3 INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.), também conhecida como rícino ou carrapateira, uma espécie de origem tropical que vegeta naturalmente desde longitude 40° Norte até 40° Sul, é cultivada, comercialmente, em mais de 15 países, dentro dos quais destacam-se a Índia, a China e o Brasil.

Trata-se de uma planta cujo óleo extraído de suas sementes tem um elevado valor estratégico, pelo fato de não existirem bons substitutos em muitas de suas aplicações e pela sua versatilidade industrial. O óleo da mamona, principal produto obtido pela industrialização das sementes, é a base para a obtenção de uma diversificada linha de matérias-primas utilizadas na fabricação de resina plástica, confecções de autoblocantes para fibras óticas e de colas isolantes, nas indústrias de cosméticos e perfumaria, na elaboração de próteses e implantes na substituição do silicone em cirurgias ósseas, de mama e de próstata, como aditivos do querosene em tanques de aviões e foguetes. Outro importante uso do óleo de mamona é na substituição do óleo diesel, devido à atual preocupação com o meio ambiente, na busca de “combustíveis verdes”, não poluentes e biodegradáveis.

A cultura se apresenta como uma alternativa de relevante importância econômica e social para o Brasil, especificamente no estado de São Paulo, cuja produção é de aproximadamente 1mil tonelada de mamona em baga que não é suficiente para abastecer as indústrias instaladas, denota-se, portanto, uma oportunidade de negócio para os produtores de regiões propícias ecologicamente ao desenvolvimento da cultura visto que, neste estado,

localizam-se indústrias processadoras com capacidade de moagem de 120 mil a 150 mil toneladas anuais.

O rendimento médio da mamona em bagas, no Brasil, nos últimos cinco anos (2001 a 2005) continua muito baixo, cerca de 672 kg ha^{-1} (IBGE, 2006). A baixa produtividade pode ser explicada devido ao baixo nível tecnológico empregado pela maioria dos produtores rurais e pela pequena oferta de cultivares selecionadas para alta produtividade de grãos, para colheita mecânica (porte) e para resistência à doenças.

Para possibilitar a retomada da produção de mamona, especialmente no estado de São Paulo, além de um pacote tecnológico para a cultura, específico para cada microclima, deverá existir a oferta de novos materiais genéticos melhor adaptados a cada ambiente e de acordo com a capacidade de investimento de cada produtor. Vislumbrando este cenário, o Programa de Melhoramento de Mamona da Unesp tem buscado selecionar materiais que melhor se adaptam às condições ambientais do estado de São Paulo, baseando-se principalmente em cruzamentos para obtenção de híbridos.

O trabalho teve como objetivo obter novos híbridos de mamona bem como avaliar suas características, principalmente aquelas relacionadas à produtividade e porte de planta para colheita mecanizada.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Mamona: aspectos gerais

A mamona – *Ricinus communis* L. – pertence à família Euphorbiaceae, única espécie do gênero *Ricinus*, e apresenta número de cromossomos $2n=2x=20$. Sua origem é objeto de controvérsias, alguns pesquisadores citam como centro de diversidade a Etiópia e leste da África (MOSHKIN, 1986) outros indicam a Ásia (PIO CORREA, 1962). A domesticação da cultura perde-se no tempo, tendo sido relatado seu uso no Egito, no ano 4000 a.c. (ASTMON, 1989).

Em relação às exigências edafoclimáticas, a mamoneira é classificada como de clima tropical, necessitando de pelo menos 500 mm de precipitação por ciclo, temperatura média do ar em torno de 25°C, variando entre 20°C e 30°C e altitude de pelo menos 300 m, sendo seu ótimo ecológico de 650 m de altitude. Assim, é considerada bastante resistente à seca e não tolerante a salinidade, necessitando para atingir alta produtividade (acima de 2.000 kg ha^{-1}), aproximadamente 900 mm de chuva/ciclo. (BELTRÃO & CARDOSO, 2006).

A mamoneira é uma espécie predominantemente autógama, porém com alta taxa de alogamia (TÁVORA, 1982), podendo chegar a 40% de taxa de cruzamento (GURGEL, 1945; MOREIRA et al., 1996; BELTRÃO et al., 2001). A maioria das plantas apresenta frutos deiscentes, mas já existe no mercado cultivares indeiscentes de grande

importância econômica, devido a redução do número de repasses na colheita manual e possibilidade da colheita mecânica.

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

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

O principal produto obtido da mamona é o óleo. Segundo SAVY FILHO (1999a) o ácido ricinoleico contido no óleo de mamona é considerado produto estratégico pelo departamento de defesa dos Estados Unidos pelo seu grande uso industrial. Devido à alta capacidade de reações químicas, dada pelo ácido graxo ricinoleico, o óleo da mamona possui ampla gama de utilizações, tais como fabricação de tintas, vernizes, detergentes, nylon, resinas de plástico, lubrificantes, produtos sintéticos, enfim, mais de 400 subprodutos podem ser obtidos a partir dele (FILKAUSKAS, 2001). Outro subproduto importante é a torta de mamona que tem conhecido efeito nematicida (SAVY FILHO et al., 1999b) e pode ser utilizada na adubação e o farelo da torta na alimentação animal (NAUFEL, 1962).

Atualmente, um dos mais comentados assuntos a respeito do óleo de mamona é a sua aplicação como combustível de origem renovável, o “biodiesel”. Com o advento do Programa Nacional de Biodiesel, autorizando a adição de 2% de biodiesel (B2) ao diesel em 2005, diversos estados do Nordeste tiveram grande incentivo do governo federal para a expansão da produção de mamona, embasada principalmente na agricultura familiar

(SAVY FILHO, 2005). Em função da isenção fiscal, e devido ao apelo econômico e social da cultura, muitos trabalhos científicos têm sido conduzidos nesta região, visando a melhoria das técnicas de manejo e buscando materiais genéticos mais produtivos e adaptados a cada microregião.

O Programa Nacional de Biodiesel deve impulsionar e promover a expansão da área de plantio da mamona nos próximos anos, não somente na região Nordeste como também nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e até mesmo Sul do País, o que leva a concluir que o desenvolvimento de novos genótipos, adaptados a cada uma das regiões, serão indispensáveis para o sucesso da cultura.

4.2. Melhoramento genético da mamoneira

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

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

Como resultado dessa atividade, o CNPA lançou uma nova cultivar de mamona, a BRS 149 (Nordestina), em 1998, de porte alto e adaptado às condições

tecnológicas do pequeno e médio produtor, com produtividade entre 15 e 32% maior que as cultivares em distribuição, nas condições edafoclimáticas da Bahia, Pernambuco e Paraíba (EMBRAPA, 1998).

Entre as cultivares de mamona existentes no estado de São Paulo é importante dar destaque à “Guarani” por seu uso e potencial. Esta cultivar originou-se do cruzamento das cultivares “Campinas” e “Preta” em 1964, possuindo porte médio com 180cm a 200cm de altura e ciclo de aproximadamente 180 dias. Seus frutos apresentam espinhos e têm caráter indeiscente com produtividade média de 3.090 kg ha^{-1} (HEMERLY, 1981). Destaca-se também a cultivar AL-Guarany, lançada pelo Departamento de Sementes Mudas e Matrizes da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI, Campinas (SP), é um material obtido por seleção massal da cultivar Guarani e está em distribuição comercial desde 2002 (SAVY FILHO, 2005).

Segundo SAVY FILHO (1999a), ao longo dos anos de pesquisa e experimentação com a cultura da mamoneira, estabeleceram-se parâmetros de uma cultivar modelo, ou um ideótipo de planta, para balizar o desenvolvimento de novas cultivares. As características agrônômicas consideradas ideais, básicas, na composição de uma nova cultivar, passível de maximizar o rendimento econômico e industrial da cultura da mamoneira, são as seguintes: a) porte baixo, para facilitar a colheita, possibilitando maior número de plantas por área; b) alto potencial de produtividade de grãos; c) resistência às principais doenças (causadas por *Fusarium*, *Botrytis*, *Alternaria* e *Xanthomonas*); d) frutos indeiscentes no campo, minimizando as perdas antes e durante a colheita; e) sementes de tamanho médio, uniformes e com alto teor de óleo.

LAURETI & BRIGHAM (1987) resumiram alguns caracteres que devem ser considerados no melhoramento para compor os atributos de cultivares e híbridos, tais como: a) produtividade, característica complexa, dependendo da capacidade de absorção de água e nutrientes e da eficiência fotossintética. Os componentes da produtividade são número de cápsulas/racemo, número de racemos/planta e peso unitário de semente, nessa ordem de influência. Estes caracteres são todos modificáveis pela seleção de plantas; b) tolerância à seca, correlacionada negativamente com a queda precoce das folhas. Selecionando para maior persistência da folha, seleciona-se para tolerância à seca, indiretamente; c)

precocidade, ciclo cultural longo correlacionado positivamente com a produtividade. O controle do período entre a emergência e a colheita pode ser obtido com seleção para redução do número de racemo/planta, para uniformidade de maturação do racemo secundário e para precocidade de florescimento, que é correlacionada positivamente com a precocidade de maturação do racemo. Cultivares adaptadas para curto período de chuvas podem ser importante para as condições de cultivo em clima semi-árido; d) Porte da planta, é uma das mais importantes características morfológicas da mamona, que influenciará na tecnologia de produção de determinada cultivar. Em geral, plantas de porte alto têm maior rusticidade, adequando-se ao baixo nível de tecnologia ou a condições drásticas de clima e solo. O cruzamento entre indivíduos de porte alto com indivíduos de porte anão segrega em F_2 na proporção de 3:1. É possível, através de seleção recorrente, atuar sobre o porte pela redução do número de nós e do comprimento do internódio. O porte anão é governado pelos alelos recessivos (*dwdw*), que, em homozigose, condicionam o tamanho do internódio (*dwarf internode*). O gene para *dwarf internode* é geneticamente independente daquele para indeiscência do fruto e para plantas pistiladas e também do número de internódios. É possível, portanto, constituir genótipos com internódios curtos, racemos femininos e frutos indeiscentes. Plantas de porte anão são associadas a folhas eretas e com depressão ou funil, sendo este caráter também recessivo; e) deiscência, é dominante e segrega em F_2 com diferentes níveis de deiscência, conforme o germoplasma utilizado no cruzamento. GURGEL (1945) afirma tratar-se de segregação quantitativa, obtendo uma série contínua, desde frutos deiscentes até indeiscentes. A umidade do ar pode alterar até certo ponto a manifestação desse caráter. LAURETI (1987), entretanto assegura que deiscência é dominante em relação à indeiscência, segregando na proporção de 3:1; f) coloração da haste, as colorações que ocorrem na mamoneira podem ser dos tipos rosa, verde e “mahogany”. Segundo alguns autores, é controlada por um par de alelos que segrega na proporção de 3:1, enquanto para outros o caráter é controlado por três genes independentes. GURGEL (1945) encontrou, em cruzamentos entre os tipos básicos, variação na gradação da coloração e outras relações de segregação; g) espinhos, em cruzamentos de plantas com frutos com espinhos e inermes, podem-se distinguir, em F_2 , várias classes com um certo número de espinhos. GURGEL (1945) postula que a proporção é de 1:2:1, com a existência de um gene *S* básico para a formação de espinhos e de um número desconhecido de outros genes que determinam o

número e a distribuição dos espinhos; g) racemo, o comprimento da parte do racemo em que se dispõem as flores femininas, em consequência os frutos, está estreitamente correlacionado com a produtividade. A densidade do racemo, ou seja, o número de cápsulas/cm, é controlada geneticamente e a seleção pode ser praticada para racemo denso, segundo LAURETI & BRIGHAM (1987); h) teor de óleo - em cruzamentos entre genótipos com baixo teor e alto teor de óleo, em F₁ essa característica é intermediária. Nas gerações subsequentes, verificou-se a dependência poligênica deste caráter MOSHKIN (1986). RAMOS et al. (1984) verificaram variabilidade alta entre as cultivares testadas, entre 39,6 e 59,5% de óleo na semente, indicando que a seleção pode ser realizada efetivamente. Em teste comparativo entre duas cultivares de mamona, foi verificado que o peso das sementes e o teor de óleo são influenciados pela posição no racemo, tendendo a diminuir da base para a extremidade apical (RAMOS, et al., 1982); h) doenças, a fusariose, *Fusarium oxysporum ricini*, é de grande importância econômica. A imunidade ainda não foi detectada; entretanto, existem fontes medianas ou altamente tolerantes. A tolerância é governada por alelos recessivos. Para doenças de importância secundária como *Alternaria ricini* e *Xanthomonas ricinicola*, existem fontes de resistência conhecidas, como 'CNES-1', 'Hale' e 'Cimarron' (LAURETI & BRIGHAM, 1987).

Os métodos de melhoramento mais utilizados para o desenvolvimento de cultivares de mamoneira no programa do IAC são a Seleção Massal e a Seleção Genealógica ou Linha Pura (SAVY FILHO & BANZATTO, 1993). Outros métodos também podem ser utilizados, conforme as características do germoplasma disponível e o objetivo do trabalho de melhoramento, como, por exemplo, técnicas de hibridação para obtenção de híbridos.

4.3. Produção de Híbridos de Mamona

A hibridação, no sentido mais amplo, tem sido de grande interesse no melhoramento da maior parte das espécies cultivadas, tanto para a exploração do vigor de híbrido na geração F₁ como para promover o aparecimento de variabilidade genética em populações. O vigor híbrido, ou heterose é a capacidade de o F₁, obtido da hibridação de dois

germoplasmas com boas características, superá-las, com vantagem em relação à média dos pais (MIRANDA FILHO & NASS, 2001).

O programa das instituições públicas de pesquisa de mamona do Brasil, até então, tem tido como objetivo o desenvolvimento de cultivares, não sendo a produção de híbridos ainda prioridade. Um dos motivos da ausência de híbridos no Brasil é que a mamoneira é cultivada, principalmente, por pequenos produtores na região Nordeste, com baixa tecnologia.

O pequeno e médio produtor tem características e nível peculiares que devem ser considerados, como por exemplo, exigência de cultivar que permita a condução da cultura manualmente, do plantio à colheita. Para o produtor de maior porte, especialmente de regiões em que a mamoneira não é cultura tradicional, nas quais, por motivos agrônômicos e econômicos, a cultura pode entrar na composição da receita da empresa agrícola, os conceitos para o desenvolvimento de cultivares mudam radicalmente. Nestes casos, em regiões em que há dominância da prática de agricultura tecnificada, os híbridos se encaixam perfeitamente devido a sua melhor uniformidade, ciclo precoce, resposta aos insumos agrícolas e permitindo a colheita mecanizada (SAVY FILHO, 1999c).

O tipo de planta ideal para estas regiões, que são novas fronteiras para a mamoneira, precisa, ainda, ser desenvolvido e adaptado às condições específicas de cultivo, como: a) porte anão, máximo de 1,50 m; b) ciclo precoce, máximo de 140 dias; c) produção de um racemo/planta, com tolerância de dois racemos; d) alto potencial produtivo; e) eficiência na mecanização da colheita. Portanto, para tornar a cultura viável economicamente, também para médios e grandes produtores, das regiões centrais e sudeste do país, existe a necessidade de desenvolver híbridos adaptados a colheita mecanizada, de porte baixo, mais produtivos e com frutos indeiscentes, que proporcione colheita única (SAVY FILHO, 1999c).

Ainda segundo SAVY FILHO (2005), para a síntese de híbridos normalmente são eleitas linhagens com características desejáveis que irão compor o novo genótipo, e especificamente para a mamona, interessam linhagens que transmitam alta porcentagem de flores femininas, precocidade e porte baixo. O híbrido comercial é resultado do cruzamento da linhagem feminina (planta mãe) com a linhagem masculina, fornecedora do

pólen. Esse material deve ser compatível geneticamente para resultar em alta produção de semente para a comercialização. As linhagens e a manutenção de suas características são de responsabilidade do obtentor do híbrido, e o seu custo de produção é limitante, pois além da etapa de cruzamentos deve-se conduzir, concomitantemente, campos isolados de manutenção das linhagens femininas e masculinas. Para facilitar a obtenção dos híbridos procura-se explorar os tipos das plantas-mãe utilizadas, descritas em seguida.

LAURETI & BRIGHAM (1987) resumiu e discutiu os resultados obtidos por diversos autores que estudaram a macho-esterilidade e concluiu que na mamoneira não ocorre a macho-esterilidade e sim formas com ausência de flores masculinas. São conhecidos três tipos de plantas femininas: N, S e NES. No tipo **N** a feminidade da planta é dada pela homozigose de alelos recessivos (ff). Em heterozigose (Ff) as plantas são normais, isto é monóicas. A manutenção da feminidade é feita com cruzamento Ff x ff, obtendo-se na descendência, 50% de plantas femininas. Na produção do híbrido F₁, é necessária a eliminação das plantas monóicas antes da antese. O tipo **S** caracteriza-se pela reversão de plantas, inicialmente femininas, para o tipo monóico, em qualquer fase do ciclo após a emissão do racemo primário. A seleção é realizada com o cultivo isolado destas plantas, deixando reproduzir as plantas femininas e as plantas que revertem o mais tarde possível. Em função da pressão de seleção e do número de ciclo de seleção, é possível a obtenção de plantas com 60 a 95% de plantas inicialmente femininas. A herança desta característica não é plenamente entendida, mas considera-se que dependa de um sistema poligênico com efeito de dominância e epistasia. Já o tipo **NES** tem flores masculinas entre as flores femininas (interspersed), e o gene para feminismo é acompanhado por um gene modificador (s), que pode apresentar modificação em função da temperatura em que se cultiva a planta. Tal gene independe do gene (f) e expressa-se no interior do racemo feminino com flores masculinas, esparsas, em número variado, permitindo a polinização com pólen de plantas inicialmente femininas e geneticamente femininas e, também, a autofecundação. MOSHKIN (1986), citando outros autores sugere a existência de uma série de genes situados em diferentes *loci* e altamente dependentes das condições ambientais.

ASTMON (1985) resumiu os estudos genéticos sobre a expressão do sexo em *R. communis*, conforme se apresenta no Quadro 1.

Quadro 1 - Controle genético do sexo em *Ricinus communis* L.

Gene	Efeito
F	Simples, recessivo, feminismo estável.
--	Feminismo instável (<i>sex reversals</i>), mostrando variação quantitativa.
--	Flores masculinas esparsas (<i>interspersed</i>), recessivo simples.
Dr	“Drooping syndrome”, promove tendência para flores masculinas, pleiotropico, recessivo simples.
Eo	Ovário invertido, causa esterilidade feminina, recessivo simples.
Fs ₁	Fusão do perianto em flores pistiladas, impedindo a abertura, recessivo simples.
Fs ₂	Fusão do perianto, impedindo formação de sementes em flores normais, recessivo simples.
	<i>Leafy racemes</i> sem produção de sementes.
	Fusão do perianto, macho-esterilidade funcional.

Fonte: Astmon (1985)

Pelo exposto, constata-se que a produção de híbridos de mamona torna-se um pouco mais complicada que outras culturas devido à característica “Feminidade”, que possui mecanismos genéticos distintos e é altamente influenciada pelo meio ambiente. Além disso, existem poucas linhas femininas disponíveis, o que diminui a possibilidade de combinações genéticas.

4.3.1. Híbridos de mamona no Brasil

Os primeiros híbridos de mamona foram desenvolvidos nos Estados Unidos na década de 50. As linhagens geradoras dos híbridos, em certa época, foram repassadas à Atochem, hoje Atofina do Brasil, do complexo industrial ELF, que desenvolveu esses materiais na África do Sul e, atualmente, em campo experimental na Costa Rica. Em acordo comercial com a Braswey, empresa nacional, grande parte desse germoplasma foi implantado em campo experimental na Bahia, década de 90, para produção de híbridos comerciais, porém, essas atividades não evoluíram sendo descontinuadas (SAVY FILHO, 2005).

A Protosem, empresa francesa de sementes, realizava pesquisas com linhagens da mesma procedência para síntese de híbridos na França, em certo momento, em acordo comercial com a Boley do Brasil, hoje Bom Brasil, passou a desenvolvê-los no Brasil. Esse acordo foi muito importante na tecnologia de produção da mamona, pois resultou em uma intensa pesquisa para o desenvolvimento comercial do “Kit” de adaptação da plataforma de milho para colheita mecanizada de mamona e, obviamente, resultou na introdução de linhagens para a síntese de híbridos (SAVY FILHO, 2005).

Portanto, os híbridos comerciais no Brasil (Quadro 2 e 3) têm basicamente a origem descrita anteriormente e suas características marcantes são precocidade, porte baixo, frutos indeiscentes, alta porcentagem de flores femininas e ciclo de 140 dias.

Quadro 2-Germoplasmas de mamona cultivados comercialmente no Brasil

Tipo	Nome	Origem	Lançamento
CULTIVAR	Guarani	IAC- Instituto Agrônômico de Campinas (SP)	1974
	IAC-80		1982
	IAC-226		1991
	SIPEAL-28	EBDA (BA)	***
	BRS 149 (Nordestina)	EMBRAPA/CNPA (PB)	1998
	BRS 188 (Paraguaçu)		1999
	AL – Guarany	CATI (SP)	2002
	Mirante 10	Sementes Armani/S. Itaquerê (MT)	2001
	HÍBRIDO	B-9	BOM Brasil S/A(BA)
B-522			1995
BR-11		Atofina (SP)	***
Cerrado		Sementes Armani/S. Itaquerê (MT)	1996
Savana			1996
Cerradão			1999
Íris			2000
Lyra			2000
LOCAL		Preta	Indefinida
	Sangue de Boi		***
	Amarela de Irecê		***
	Pernambucana		***
	Baianita		***

Fonte: SAVY FILHO (2005)

Quadro 3 – Híbridos de mamona em distribuição comercial no Brasil

Germoplasma	Cerrado	Cerradão	Íris	Lyra	Savana
Tipo Botânico	Híbrido	Híbrido	Híbrido	Híbrido	Híbrido
Floração (dias)	46	42	46	36	46
Plantas Femininas (%)	90	75	65	80	65
Produção média (kg ha^{-1})	1600	1600	1600	1600	1600
População de plantas (n./ha)	27000	27000	27000	50000	27000
Fruto (deiscência)	Indeiscente	Indeiscente	Indeiscente	Indeiscente	Indeiscente
Altura média (m)	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60

Fonte: SAVY FILHO (2005)

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Material

O trabalho foi dividido em dois experimentos, sendo o primeiro instalado em 21 de outubro de 2005 e o segundo em 07 de dezembro de 2005. Foram avaliados 76 híbridos de mamona, além de dois híbridos comerciais como testemunha (Íris e Savana), em cada um dos experimentos.

5.1.1. Obtenção dos híbridos

As linhagens que deram origem aos híbridos foram desenvolvidas pelo Programa de Melhoramento de Mamona do Departamento de Produção Vegetal, Setor – Agricultura, da Faculdade de Ciências Agronômicas FCA/UNESP, Botucatu - SP, o qual foi iniciado no ano de 1999, tendo como objetivo obter cultivares e híbridos de mamona para o estado de São Paulo.

Na “safrinha” 2003 e 2004 foi realizada uma avaliação do comportamento das linhagens S3 e concomitantemente a autofecundação das mesmas para

obtenção das linhagens S4 (linhas masculinas). Nas linhas femininas foram realizados os procedimentos de manutenção das mesmas, utilizando a indução de florescimento masculino.

Os híbridos foram obtidos a partir de uma série de cruzamentos, envolvendo 4 linhagens femininas (pistiladas) e diferentes linhagens masculinas (72). As polinizações foram realizadas manualmente. O campo para obtenção dos híbridos experimentais foi instalado na Fazenda Experimental São Manuel, pertencente a FCA-UNESP/Botucatu, situada no município de São Manuel/SP. Os materiais foram dispostos em dois blocos: linhas femininas semeadas em um bloco e, ao lado delas, as linhas masculinas constituindo outro bloco.

Os cruzamentos para a obtenção dos híbridos ocorreram por ocasião do início do florescimento, iniciando a proteção dos racemos das linhas femininas com saco de papel, antes do aparecimento do estigma. Para a realização dos cruzamentos foram coletados polens de uma planta de um genitor masculino para então serem cruzados com as inflorescências femininas, para obtenção das sementes híbridas. Após os cruzamentos, as inflorescências foram protegidas com sacos de papel para evitar contaminações sendo os mesmos retirados somente na colheita. Simultaneamente, realizaram-se autofecundações das linhagens genitoras para a manutenção das mesmas. Os Quadros 4 e 5 ilustram os cruzamentos efetuados. Os tratos culturais, adubação de plantio, cobertura e o controle de plantas daninhas foram realizados de acordo com a necessidade.

Quadro 4. Relação dos híbridos e suas respectivas linhagens (genitores), experimento 1, Botucatu, 2005/2006.

Híbridos	Genitor		Híbridos	Genitor	
	Feminino	Masculino		Feminino	Masculino
1	MRZ 1	MMZ3702	23	MRZ17	MMZ4604
2	MRZ 1	MMZ3706	24	MRZ17	MMZ3714
3	MRZ 1	MMZ4704	25	MRZ18	MMZ5503
5	MRZ 1	MMZ4906	26	MRZ18	MMZ5704
6	MRZ 1	MMZ5006	27	MRZ18	MMZ4911
7	MRZ 1	MMZ5007	28	MRZ18	MMZ5002
9	MRZ 1	MMZ5010	29	MRZHL	MMZ1
10	MRZ 1	MMZ5012	30	MRZHL	MMZ2
11	MRZ 1	MMZ5406	31	MRZHL	MMZ3
12	MRZ 1	MMZ5410	32	MRZHL	MMZ4
13	MRZ 1	MMZ3704	33	MRZHL	MMZ5
14	MRZ 1	MMZ5709	34	MRZHL	MMZ6
15	MRZ17	MMZ5708	35	MRZHL	MMZ7
17	MRZ17	MMZ5001	36	MRZHL	MMZ8
18	MRZ17	MMZ5601	37	MRZHL	MMZ9
19	MRZ17	MMZ5606	38	MRZHL	MMZ10
20	MRZ17	MMZ3703	39	MRZHL	MMZ11
21	MRZ17	MMZ3712	40 Iris	Testemunha	
22	MRZ17	MMZ3805	41 Savana	Testemunha	

Quadro 5. Relação dos híbridos e suas respectivas linhagens (genitores), experimento 2, Botucatu, 2005/2006.

Híbridos	Genitor		Híbridos	Genitor	
	Feminino	Masculino		Feminino	Masculino
1	MRZ 1	MMZ12	20	MRZ17	MMZ33
2	MRZ 1	MMZ13	21	MRZ17	MMZ34
3	MRZ 1	MMZ14	22	MRZ18	MMZ35
4	MRZ 1	MMZ15	23	MRZ18	MMZ37
5	MRZ 1	MMZ16	24	MRZ18	MMZ38
6	MRZ 1	MMZ17	26	MRZ18	MMZ40
7	MRZ 1	MMZ18	27	MRZHL	MMZ41
8	MRZ 1	MMZ19	28	MRZHL	MMZ42
9	MRZ 1	MMZ20	29	MRZHL	MMZ43
10	MRZ 1	MMZ23	30	MRZHL	MMZ44
11	MRZ 1	MMZ24	31	MRZHL	MMZ45
12	MRZ 1	MMZ25	32	MRZHL	MMZ47
13	MRZ17	MMZ26	33	MRZHL	MMZ48
14	MRZ17	MMZ27	34	MRZHL	MMZ50
15	MRZ17	MMZ28	35	MRZHL	MMZ51
16	MRZ17	MMZ29	36	MRZHL	MMZ53
17	MRZ17	MMZ30	39	MRZHL	MMZ56
18	MRZ17	MMZ31	40 Iris	Testemunha	
19	MRZ17	MMZ32	41 Savana	Testemunha	

5.2. Métodos

5.2.1. Avaliação dos híbridos

Os experimentos de avaliação de híbridos foram instalados na Fazenda Experimental Lageado, FCA-UNESP/Botucatu, no município de Botucatu. Foram avaliados 76 híbridos de mamona, 38 em cada um dos experimentos. Ambos os experimentos foram compostos por dois híbridos comerciais, utilizados como testemunha. Os experimentos foram conduzidos sob delineamento experimental de blocos ao acaso, com 3 repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de uma linha de 6 m, com espaçamento de 0,6 m entre plantas, 1,0 m entre linhas e área útil de 6m². Foram utilizadas duas sementes por cova, com posterior desbaste.

A semeadura e colheita foram feitas manualmente. O experimento 1 foi instalado em 21/10/2005 e colhido entre 23/02/2006 e 20/03/2006. O experimento 2 foi instalado em 07/12/2005 e colhido entre 20/03/2006 a 26/04/2006. As avaliações iniciaram-se em 09/12/2005, com o início do florescimento das plantas do experimento 1 e seguiu até a colheita do experimento 2. A adubação de semeadura foi feita de acordo com prévia análise de solo, aplicando-se 400 kg ha⁻¹ da formulação 04 - 14 - 08. Outros tratamentos culturais e o controle de plantas daninhas foram realizados de acordo com a necessidade.

5.2.2. Delineamento experimental e análises estatísticas

Análise de Variância

As análises de variância foram arranjadas no delineamento de blocos completos casualizados, seguindo o modelo estatístico: $Y_{ij} = M + T_i + B_j + TB_{ij} + E_{ij}$, onde Y_{ij} é a observação do genótipo i no bloco j ; M é o efeito médio para o caráter; B_j é o efeito do bloco; T_i é o efeito do tratamento i ; TB_{ij} é a interação entre tratamento i e o bloco j ; e E_{ij} é o efeito residual devido à cada parcela, utilizando-se o programa SisVar v.4.2 (FERREIRA, 2003). Para comparação entre as médias foi utilizado o teste de Scott-Knott (1974) a 1% de probabilidade, utilizando-se o programa SISVAR v.4.2 (FERREIRA, 2003).

5.2.3. Parâmetros avaliados

Durante o desenvolvimento das plantas foram feitas observações de interesse agrônomo para os seguintes parâmetros, em ambos experimentos:

a) altura média de plantas: foram avaliadas cinco plantas por parcela, utilizando-se a medida da superfície do solo até o ápice do ramo mais alto, com auxílio de régua graduada, expressos em centímetros. Para a classificação de cada genótipo foi utilizada a escala adaptada de VEIGA et al. (1989), onde, anã <90 cm, muito baixa 90 a 150 cm, baixa 151 a 200 cm, média 201 a 250 cm, alta 251 a 300 cm e muito alta > 300 cm.

b) estande final: número de plantas por parcela na época da colheita;

c) altura de inserção do racemo primário (altura do caule): foram avaliadas cinco plantas por parcela, utilizando-se a medida da superfície do solo até a inserção do primeiro racemo, com auxílio de régua graduada, expressos em centímetros. Para a classificação de cada genótipo foi utilizada a escala de NÓBREGA et al. (2001), onde se considera muito baixo < 60 cm, baixo 60 a 89 cm, médio 90 a 120 cm e alto > 120 cm.

d) número de internódios até o racemo primário: foram avaliadas cinco plantas por parcela, realizando-se a contagem de número de internódios desde a superfície do solo até a região de inserção do racemo primário. Para a classificação de cada genótipo foi utilizada a escala de NÓBREGA et al. (2001), onde se considera baixo < 16, médio 16 a 18 e alto > 18.

e) porcentagem de flores femininas no racemo primário: foram avaliadas cinco plantas por parcela, considerando-se a porcentagem de flores femininas no racemo primário comparativamente à proporção masculina, quando existente.

f) produtividade de grãos (potencial produtivo): após avaliação individual da massa de grãos descascados das parcelas fez-se a estimativa de produção média em kg ha^{-1} , decorrente do cálculo da produtividade da parcela, corrigido para teor de água de 10%, que, de acordo

com NÓBREGA et al. (2001), se classifica como baixa $< 1500 \text{ kg ha}^{-1}$, média 1500 a 2000 kg ha^{-1} , alta 2001 a 3000 kg ha^{-1} e muito alta $> 3000 \text{ kg ha}^{-1}$.

g) produtividade de grãos do racemo primário: após avaliação individual da massa de grãos descascados dos racemos primários das parcelas, corrigido para teor de água de 10%, fez-se a estimativa de produção média em kg ha^{-1} .

h) massa de 100 grãos: tomou-se cinco plantas por parcela, fez-se a contagem de sementes do racemo primário e estimou-se o peso de 100 sementes.

i) teor de óleo das sementes: porcentagem de óleo obtida por análise de amostra proveniente de lote homogeneizado, segundo metodologia soxhlet (SILVA & QUEIRÓZ, 2002), que segundo NÓBREGA et al. (2001) pode ser classificado em baixo $< 40\%$, médio: 40% a 50% e alto $> 50\%$.

5.3. Dados Meteorológicos

Os dados de temperatura máxima, média e mínima do ar (graus Celsius), precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%), para o município de Botucatu, no período de 21 de outubro de 2005 a 26 de abril de 2006, foram obtidos do Centro Meteorológico da Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP/FCA, e compõem as Figuras 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

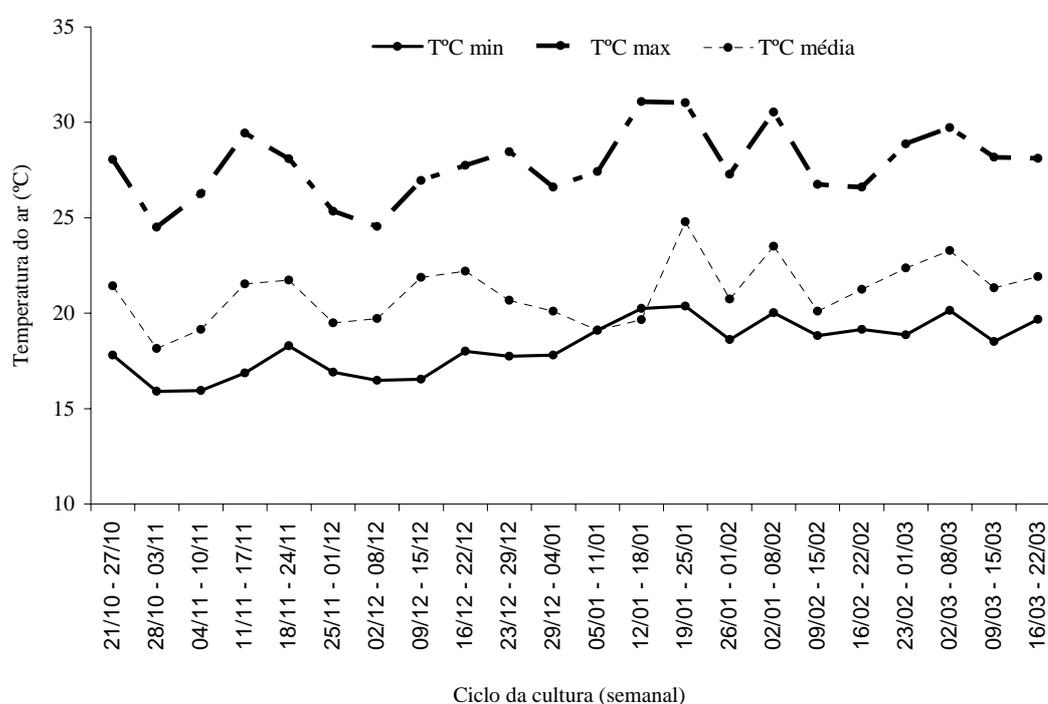


Figura 1. Temperaturas máxima, mínima e média no município de Botucatu, durante o período de 21 de outubro de 2005 a 22 de março de 2006, referente ao ciclo do Experimento 1.

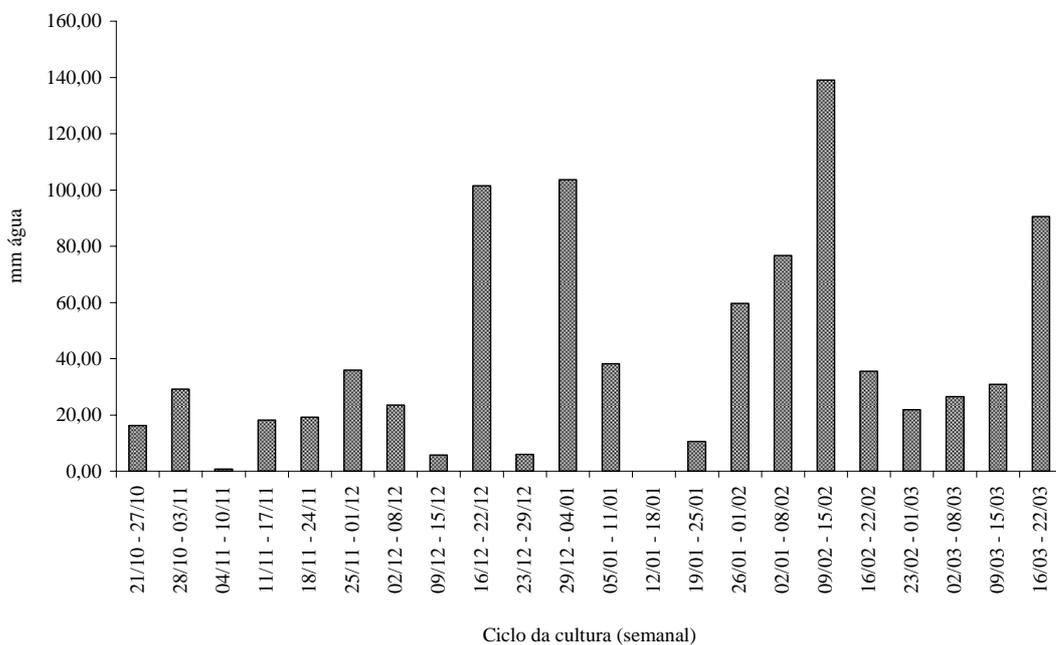


Figura 2. Precipitação em mm no município de Botucatu, durante o período de 21 de outubro a 22 de março de 2006, referente ao ciclo do Experimento 1. Freqüência acumulada 840mm.

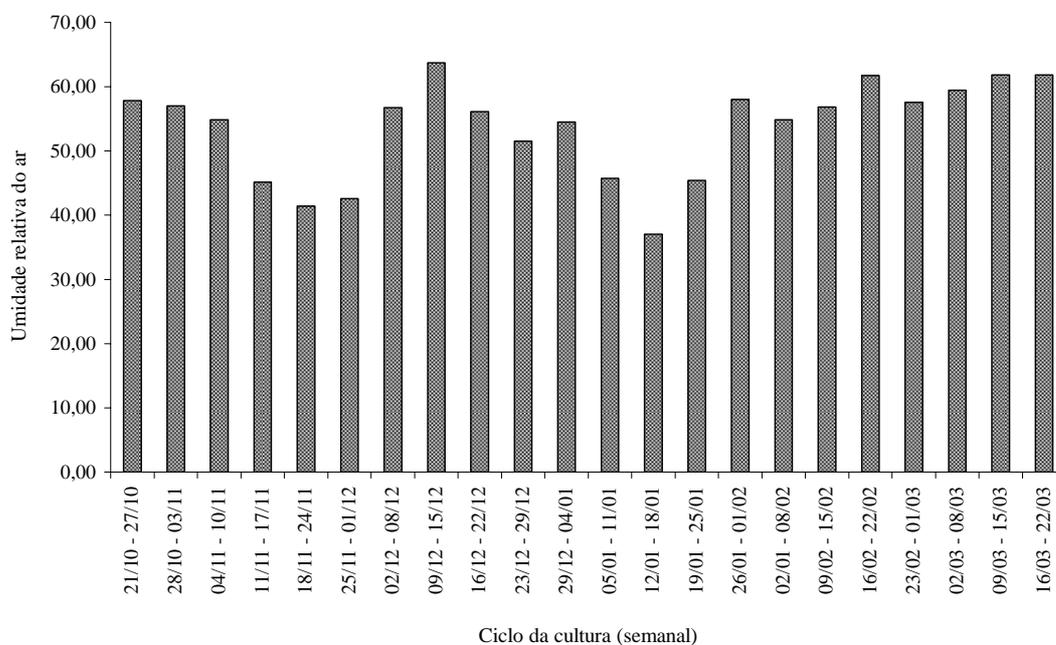


Figura 3. Umidade relativa do ar (%) no município de Botucatu, durante o período de 21 de outubro a 22 de março de 2006, referente ao ciclo do Experimento 1.

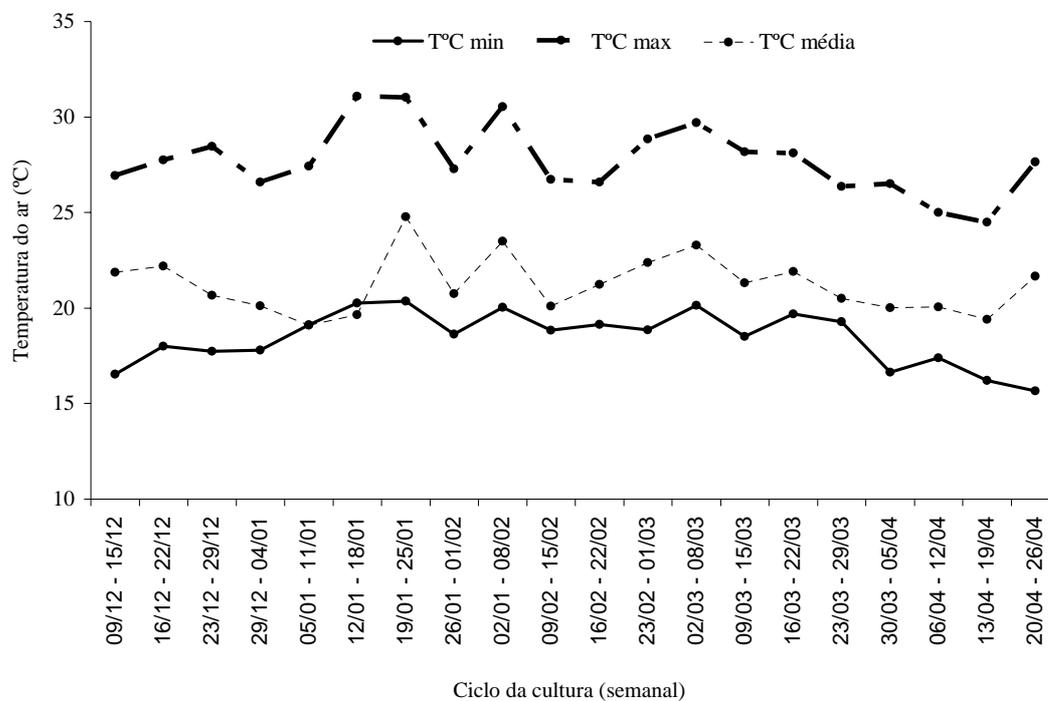


Figura 4. Temperaturas máxima, mínima e média no município de Botucatu, durante o período de 09 de dezembro de 2005 a 26 de abril de 2006, referente ao ciclo do Experimento 2.

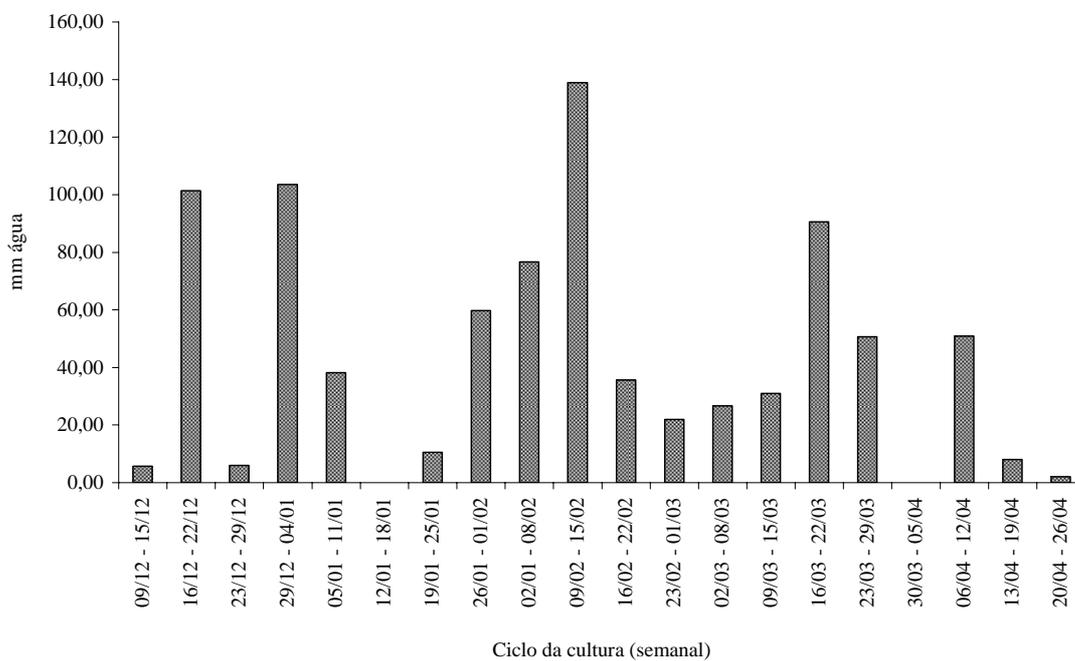


Figura 5. Precipitação em mm no município de Botucatu, durante o período de 09 de dezembro de 2005 a 26 de abril de 2006, referente ao ciclo do Experimento 2. Freqüência acumulada 830 mm.

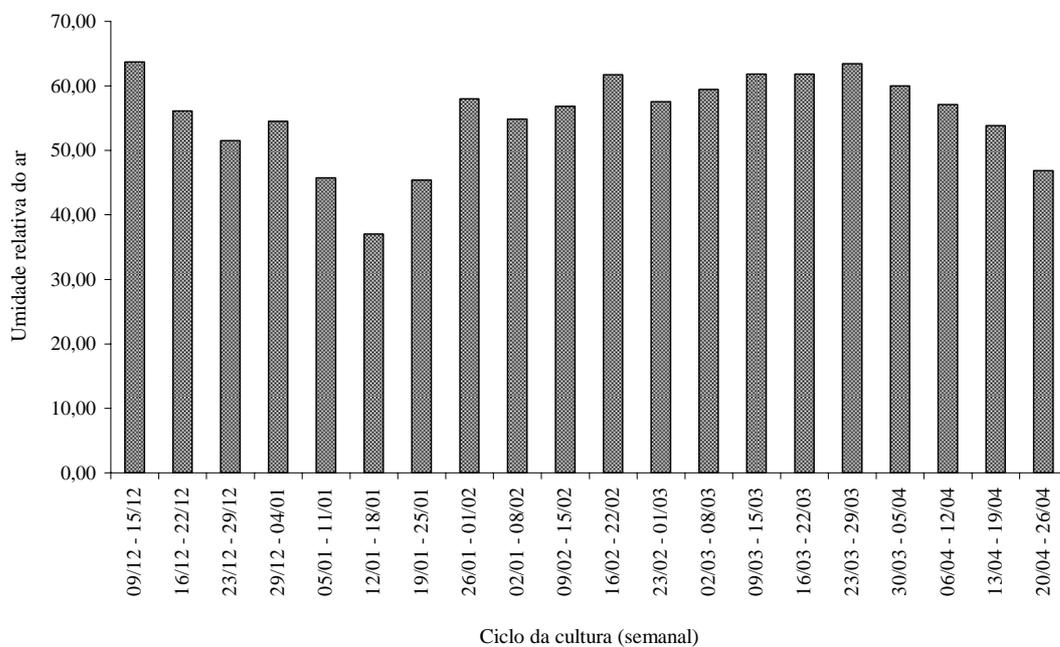


Figura 6. Umidade relativa do ar (%) no município de Botucatu, durante o período de 09 de dezembro de 2005 a 26 de abril de 2006, referente ao ciclo do Experimento 2.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Experimento 1

6.1.1. Análises de Variância

Os quadrados médios das análises de variância com respectivas significância pelo teste F ao nível de 1% de significância, do experimento 1 de avaliação de híbridos, Botucatu, 2005/2006, para os parâmetros produtividade de grãos (kg ha^{-1}), altura de plantas (m), porcentagem de flores femininas no racemo primário (%), teor de óleo (%), número de internódios, altura de inserção do racemo primário (cm), produtividade de grãos do racemo primário (kg ha^{-1}) e massa de 100 grãos (g) estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Quadrados médios obtidos das análises de variância para os parâmetros produtividade de grãos (PG), altura de plantas (AP), porcentagem de flores femininas no racemo primário (PF) e teor de óleo (TO), avaliados em híbridos de mamona derivados de diferentes cruzamentos, Experimento 1, Botucatu, SP, 2005/2006.

F.V.	G.L.	PG (kg ha^{-1})	AP (m)	%F	TO (%)
Bloco	2	1065767	0,12	54,51	184,88
Tratamento	37	369881**	0,12**	597,45**	33,40*
Erro	74	48901	0,06	105,88	17,74
Média		1150,48	0,90	71,91	40,98
CV(%)		19,22	26,76	14,31	10,28

** significativo ao nível de 1% de significância; * significativo ao nível de 5% de significância; ns não significativo.

Tabela 2. Quadrados médios obtidos das análises de variância para os parâmetros número de internódios (NI), altura de inserção do racemo primário (AI), produtividade de grãos do racemo primário (PGp) e massa de 100 grãos (M100), avaliados em híbridos de mamona derivados de diferentes cruzamentos, Experimento 1, Botucatu, SP, 2005/2006.

F.V.	G.L.	NI	AI (cm)	PGp (kg ha^{-1})	M100 (g)
Bloco	2	0,58	61,58	7223,99	47,76
Tratamento	37	3,57**	70,67**	59910,75**	167,07**
Erro	74	0,78	24,86	5094,52	42,48
Média		8,19	22,31	362,1	33,95
CV(%)		10,79	22,35	19,72	19,20

** significativo ao nível de 1% de significância; * significativo ao nível de 5% de significância; ns não significativo.

Os quadrados médios obtidos nas análises de variância mostraram-se altamente significativos para todos os parâmetros avaliadas, a 1% de probabilidade pelo teste F, exceto para a parâmetro teor de óleo, que foi significativo a 5%, indicando grande variação entre os híbridos para os parâmetros avaliados.

Verificou-se que os coeficientes de variação experimentais, apresentaram amplitude de variação de 10,28%, para teor de óleo a 26,76%, para altura de plantas (Tabela 1), sendo considerados normais para características quantitativas.

6.1.2. Médias dos diferentes parâmetros avaliados nos híbridos, comparados pelo Teste de Scott-Knott (1974)

Com relação aos valores médios de produtividade (kg ha^{-1}), altura de plantas (m), porcentagem de flores femininas no racemo primário (%) e teor de óleo (%), para os 38 híbridos avaliados no experimento 1, observou-se grande amplitude de variação para esses parâmetros, de $460,37 \text{ kg ha}^{-1}$ (híbrido 1) a $2013,38 \text{ kg ha}^{-1}$ (híbrido 30) para produtividade, de 0,46 m (híbrido 1) a 1,34 m (híbrido 30) para altura de plantas, 40% (híbrido 25) a 96,67% (híbrido 10) para % de flores femininas e 34,17% (híbrido 26) a 47,89% (híbrido 30).

Com base nas médias do parâmetro produtividade, Tabela 3, constatou-se que um número considerável de novos híbridos foram superiores aos híbridos testemunha. Verificou-se que os híbridos 28 e 30 foram os mais produtivos (Tabela 4), com médias de $1844,38 \text{ kg ha}^{-1}$ e $2013,38 \text{ kg ha}^{-1}$ respectivamente. Foram distinguidos, pelo teste de Scott-Knott, 3 grupos. O híbrido testemunha 40 se agrupou no **a** e o híbrido testemunha 41 no **b**, sendo que nenhum deles conseguiu superar a média geral de $1150,48 \text{ kg ha}^{-1}$.

Tabela 3. Médias dos parâmetros produtividade de grãos (PG), altura de plantas (AP), porcentagem de flores femininas no racemo primário (% F) e teor de óleo (TO) avaliados em híbridos de mamona derivados de diferentes cruzamentos, Experimento 1, Botucatu, SP, 2005/2006.

Híbridos	PG (kg ha^{-1})	Híbridos	AP (m)	Híbridos	% F	Híbridos	TO (%)
1	460,37 a	1	0,46 a	25	40,00 a	26	34,17 a
18	500,10 a	11	0,47 a	1	49,72 a	18	34,93 a
39	715,43 a	39	0,60 a	38	50,00 a	21	35,35 a
35	743,53 a	15	0,64 a	2	53,33 a	37	35,93 a
15	777,96 a	5	0,65 a	24	54,67 a	15	36,11 a
11	829,35 a	10	0,68 a	22	55,00 a	20	36,89 a
25	856,90 a	6	0,69 a	40	56,00 a	25	36,95 a
41	882,21 a	3	0,70 a	29	60,67 b	27	37,37 a
29	898,12 a	7	0,77 a	23	61,83 b	29	37,88 a
27	906,85 a	18	0,78 a	34	63,33 b	22	38,36 a
2	930,29 b	9	0,78 a	33	63,33 b	36	39,44 a
40	940,52 b	20	0,81 a	13	65,33 b	2	39,50 a
9	986,35 b	19	0,83 a	27	65,56 b	3	39,74 a
7	1017,54 b	36	0,83 a	31	66,00 b	17	39,83 a
5	1020,67 b	29	0,83 a	14	66,67 b	10	40,45 b
21	1049,85 b	27	0,85 a	3	67,50 b	39	40,70 b
38	1055,27 b	35	0,86 a	18	67,78 b	38	41,29 b
6	1070,83 b	32	0,87 a	37	68,83 b	35	41,44 b
3	1088,98 b	12	0,91 b	35	69,17 b	13	41,73 b
36	1115,60 b	2	0,93 b	41	70,11 b	7	41,77 b
32	1119,64 b	21	0,95 b	19	70,83 b	5	41,89 b
14	1141,90 b	37	0,97 b	39	72,00 b	6	41,95 b
22	1165,96 b	22	0,98 b	36	79,00 c	41	41,99 b
20	1178,57 b	17	0,99 b	7	79,17 c	31	42,22 b
19	1181,10 b	14	0,99 b	26	80,00 c	34	42,31 b
34	1237,04 b	26	1,01 b	15	80,00 c	28	43,13 b
37	1306,42 c	23	1,01 b	9	82,33 c	9	43,24 b
33	1353,75 c	25	1,05 b	30	82,67 c	14	43,35 b
26	1377,72 c	33	1,05 b	5	83,00 c	23	43,41 b
31	1462,34 c	40	1,07 b	21	84,44 c	19	43,56 b
23	1467,99 c	34	1,10 b	32	85,33 c	24	44,02 b
17	1517,69 c	31	1,10 b	28	87,83 c	11	44,35 b
13	1567,83 c	38	1,11 b	6	88,33 c	1	44,37 b
10	1609,18 c	28	1,13 b	20	89,43 c	32	44,65 b
24	1626,38 c	24	1,14 b	17	90,00 c	33	44,69 b
12	1700,24 c	41	1,14 b	11	92,17 c	40	44,75 b
28	1844,38 c	13	1,19 b	12	94,67 c	12	45,59 b
30	2013,38 c	30	1,34 b	10	96,67 c	30	47,89 b
Média	1150,48	Média	0,90	Média	71,91	Média	40,98

^{1/} Médias para tratamento seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974) a 1% de probabilidade.

Tabela 4. Ranqueamento dos híbridos, em ordem decrescente para produtividade de grãos, avaliados no Experimento 1, quanto aos parâmetros produtividade de grãos (PG), altura de plantas (AP), porcentagem de flores femininas (%F) e teor de óleo (TO), Botucatu, SP, 2005/2006.

Híbridos	PG	AP	%F	TO
30	1°	1°	11°	1°
28	2°	5°	7°	13°
12	3°	20°	2°	2°
24	4°	4°	34°	8°
10	5°	33°	1°	24°
13	6°	2°	27°	20°
17	7°	15°	4°	25°
23	8°	12°	30°	10°
31	9°	7°	25°	15°
26	10°	13°	14°	38°
33	11°	10°	28°	4°
37	12°	17°	21°	35°
34	13°	8°	29°	14°
19	14°	26°	18°	9°
20	15°	27°	5°	33°
22	16°	16°	33°	29°
14	17°	14°	24°	11°
32	18°	21°	8°	5°
36	19°	25°	16°	28°
3	20°	31°	23°	26°
6	21°	32°	6°	17°
38	22°	6°	36°	22°
21	23°	18°	9°	36°
5	24°	34°	10°	18°
7	25°	30°	15°	19°
9	26°	28°	12°	12°
40	27°	9°	32°	3°
2	28°	19°	35°	27°
27	29°	23°	26°	31°
29	30°	24°	31°	30°
41	31°	3°	19°	16°
25	32°	11°	38°	32°
11	33°	37°	3°	7°
15	34°	35°	13°	34°
35	35°	22°	20°	21°
39	36°	36°	17°	23°
18	37°	29°	22°	37°
1	38°	38°	37°	6°

Pode-se observar que todos os híbridos avaliados eram de porte anão (<90cm) ou muito baixo (90 a 150cm), de acordo com escala de classificação de NÓBREGA et al. (2001). Portanto, todos os híbridos avaliados apresentaram porte adequado para colheita mecanizada. Os híbridos testemunha, 40 e 41 situaram-se ambos no grupo **b**, com 1,07 m e 1,14 m respectivamente, grupo com maiores médias de altura, porém ainda considerada adequada para a mecanização, e a maior média de altura encontrada foi do híbrido 30, com 1,34 m.

Foi possível detectar 3 grupos pelo teste de Scott-Knott para a parâmetro porcentagem de flores femininas. Os híbridos testemunha (40 e 41) foram agrupados nos grupos **a** e **b** respectivamente. Grande parte dos híbridos avaliados obteve médias de porcentagem de flores femininas maiores que as médias das testemunhas, resultado interessante, visto que este parâmetro está diretamente relacionado ao aumento de produtividade, quanto mais flores femininas, mais sementes produzidas e conseqüentemente maior produção. Observou-se também que ambos híbridos testemunhas tiveram médias inferiores à média geral de 71,9%.

Para o parâmetro teor de óleo o teste de Scott-Knott detectou dois grupos, os híbridos testemunha, 40 e 41, situaram-se no grupo **b**, com 44,75% e 41,99% de teor de óleo, respectivamente. Grande parte dos híbridos avaliados classificou-se com teor médio de óleo (40% – 50%). Deve-se notar que o híbrido 30, que obteve maior média de produtividade de grãos também obteve maior média de teor de óleo.

Os valores médios de número de internódios até o racemo primário, altura de inserção do racemo primário (cm), produtividade de grãos do racemo primário (kg ha⁻¹) e massa de 100 grãos do racemo primário (g), dos 38 híbridos do experimento 1, estão apresentados na Tabela 5 e o ranqueamento dos mesmos na Tabela 6.

Tabela 5. Médias de número de internódios (NI), altura de inserção do racemo primário (IR), produtividade de grãos do racemo primário (PGp) e massa de 100 grãos (M100) avaliados em híbridos de mamona derivados de diferentes cruzamentos, Experimento 1, Botucatu, SP, 2005/2006.

Híbridos	NI	Híbridos	IR	Híbridos	PGp	Híbridos	M100
25	6,5 a ^{1/}	9	16,18 a ^{1/}	1	113,3 a	15	24,85 a
17	6,7 a	19	17,43 a	7	188,3 a	3	25,97 a
2	6,8 a	25	17,50 a	18	204,8 a	27	26,43 a
9	6,9 a	11	17,72 a	3	208,5 a	19	26,93 a
37	7,1 a	20	18,00 a	39	210,4 a	7	27,33 a
20	7,1 a	10	18,33 a	19	226,2 a	2	27,60 a
14	7,1 a	15	18,33 a	6	234,2 a	1	28,13 a
36	7,4 a	17	18,39 a	35	256,5 a	11	28,70 a
19	7,5 a	21	18,39 a	2	259,4 a	21	28,93 a
29	7,5 a	39	18,70 a	11	272,6 b	39	30,37 a
23	7,6 a	2	18,74 a	9	281,8 b	6	30,50 a
35	7,6 a	1	19,22 a	24	291,9b	18	30,60 a
33	7,6 a	36	19,28 a	29	296,7 b	5	30,73 a
12	7,6 a	37	19,37 a	22	304,3 b	22	31,20 a
21	7,6 a	23	19,45 a	14	309,2 b	32	31,23 a
38	7,7 a	6	19,77 a	40	314,2 b	12	31,80 a
34	7,7 a	29	19,93 a	36	314,2 b	9	31,87 a
24	7,8 a	33	19,97 a	33	321,1 b	31	32,70 a
6	7,8 a	5	20,37 a	25	321,2 b	30	33,27 a
40	8,0 a	12	20,73 a	32	334,8 b	36	33,47 a
22	8,1 a	35	20,97 a	38	348,5 b	14	33,90 a
11	8,2 a	26	21,33 a	26	360,0 b	13	34,60 a
5	8,3 a	7	21,74 a	15	373,0 b	24	34,80 a
39	8,3 a	3	22,46 a	41	375,7 b	33	34,90 a
26	8,3 a	32	22,47 a	5	388,9 b	35	35,73 a
13	8,6 b	34	23,67 a	37	406,7 c	10	35,77 a
7	8,7 b	18	23,74 a	23	419,6 c	20	36,03 a
10	8,8 b	38	24,33 a	21	420,2 c	28	36,37 a
28	8,8 b	22	25,23 b	34	447,6 c	23	36,37 a
32	9,0 b	40	25,92 b	20	451,9 c	41	36,50 a
18	9,2 b	24	26,20 b	27	461,4 c	34	36,77 a
1	9,3 b	14	26,94 b	12	477,6 c	38	37,07 a
15	9,4 b	27	27,94 b	31	479,3 c	40	37,60 a
30	9,5 b	41	29,16 b	17	482,2 c	26	38,55 a
31	9,6 b	28	29,42 b	13	500,5 c	17	39,53 a
41	10,1 c	31	29,43 b	30	609,3 d	29	40,17 a
3	10,3 c	13	34,90 b	10	627,8 d	37	42,10 a
27	11,4 c	30	36,18 b	28	864,9 d	25	70,63 b
Média	8,19	Média	22,31	Média	362,1	Média	33,95

^{1/} Médias para tratamento seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Ranqueamento dos híbridos, avaliados no Experimento 1, quanto aos parâmetros número de internódios (NI), altura de inserção do racemo primário (IR), produtividade de grãos do racemo primário (PGp) e massa de 100 grãos (M100), Botucatu, SP, 2005/2006.

Híbridos	NI	IR	PGp	M100
30	5°	1°	3°	20°
28	10°	4°	1°	11°
12	25°	19°	7°	23°
24	21°	8°	27°	16°
10	11°	33°	2°	13°
13	13°	2°	4°	17°
17	37°	31°	5°	4°
23	28°	24°	12°	10°
31	4°	3°	6°	21°
26	14°	17°	17°	5°
33	26°	21°	21°	15°
37	34°	25°	13°	2°
34	22°	13°	10°	8°
19	30°	37°	33°	35°
20	33°	34°	9°	12°
22	18°	10°	25°	25°
14	32°	7°	24°	18°
32	9°	14°	19°	24°
36	31°	26°	22°	19°
3	2°	15°	35°	37°
6	20°	23°	32°	28°
38	23°	11°	18°	7°
21	24°	30°	11°	30°
5	16°	20°	14°	26°
7	12°	16°	37°	34°
9	35°	38°	28°	22°
40	19°	9°	23°	6°
2	36°	28°	30°	33°
27	1°	6°	8°	36°
29	29°	22°	26°	3°
41	3°	5°	15°	9°
25	38°	36°	20°	1°
11	17°	35°	29°	31°
15	6°	32°	16°	38°
35	27°	18°	31°	14°
39	15°	29°	34°	29°
18	8°	12°	36°	27°
1	7°	27°	38°	32°

Pode-se observar uma amplitude de variação de 6,5 (híbrido 25) a 11,4 (híbrido 27) para número de internódios, 16,18 cm (híbrido 9) a 36,18 cm (híbrido 30) para altura de inserção do racemo primário, 113,3 kg ha^{-1} (híbrido 1) a 864,9 kg ha^{-1} (híbrido 28) para produtividade de grãos do racemo primário e 24,85 g (híbrido 15) a 70,63 (híbrido 25) para massa de 100 grãos do racemo primário.

Verificou-se que, entre os híbridos avaliados, o teste de Scott-Knott distinguiu 3 grupos para o parâmetro número de internódios, sendo que o tratamento testemunha, híbrido 40, encontrou-se no grupamento **a** (menor número de nós), e o segundo tratamento testemunha, híbrido 41, encontrou-se no grupo **c** (maior número de nós). Todos os híbridos avaliados, inclusive os tratamentos testemunha, classificaram-se, de acordo com escala descrita por NÓBREGA et al. (2001), como possuindo baixo número de internódios, <16.

Já para o parâmetro altura de inserção do racemo primário, o teste de Scott-Knott distinguiu 2 grupos, observou-se que os tratamentos testemunha (40 e 41) encontraram-se no grupo **b**, com 25,92 cm e 19,16 cm respectivamente, grupo com maior altura de inserção, mesmo assim classificam-se em altura de inserção muito baixa, <60cm, o que facilita a colheita mecanizada.

É interessante observar que segundo SEVERINO et al. (2006) a altura de inserção do primeiro racemo é um parâmetro ligado à precocidade da planta, sendo considerada mais precoce a planta que lança o primeiro racemo em menor altura. Observa-se que o híbrido 25 obteve a menor média de altura de inserção (Tabela 5 e 6), porém quando avaliado sua produção média (Tabela 3 e 4) ele encontrou-se entre os híbridos com menor produção, 856,9 kg ha^{-1} , isso mostra que não se deve levar em consideração apenas a parâmetro de precocidade do material, visto que a parâmetro produção é de suma importância, devendo existir um equilíbrio entre ambas.

Para o parâmetro produtividade de grãos do racemo primário foram distinguidos quatro grupos pelo teste de Scott-Knott. Os híbridos testemunha (40 e 41) encontram-se no grupo **b** com 314,2 kg ha^{-1} e 375,7 kg ha^{-1} respectivamente. Grande parte dos híbridos testados apresentou médias menores que a média geral, 362,1 kg ha^{-1} , inclusive o híbrido testemunha 40. Observou-se que a contribuição do racemo primário na produtividade

final, nos híbridos testemunha 40 e 41 equivalem a 33% e 42,6%, respectivamente, demonstrando a importância do racemo primário na produção final.

Foi possível detectar, pelo mesmo teste, dois grupos para o parâmetro massa de 100 grãos do racemo primário, o híbrido 25 foi o único que se agrupou no grupo **b**, com 70,63 g e, apesar de possuir sementes maiores, a sua produtividade em grãos ficou abaixo da média geral, com 856,9 kg ha^{-1} , contra 1115,48 kg ha^{-1} .

6.2. Experimento 2

Neste experimento houve aumento da precipitação pluviométrica (Figura 5) em períodos críticos, nas fases de formação dos racemos e desenvolvimento dos frutos, seguido de temperaturas amenas (Figura 4), o que elevou a umidade relativa do ar (Figura 6), tornando o ambiente favorável ao desenvolvimento de *Amphobotrytis ricini*.

Segundo SAVY FILHO (2005) o mofo cinzento, causado por *Amphobotrytis ricini* é uma das doenças que mais causa prejuízos econômicos, pois afeta diretamente a produção da planta por ocorrer na inflorescência e nos frutos em formação. Quando a infecção ocorre na época da emissão da inflorescência, o sistema reprodutivo é diretamente afetado, promovendo o aborto das flores ou mesmo inviabilizando o aparecimento da flor. A infecção dos frutos em desenvolvimento ou já formados causa sua queda ou aumento da porcentagem de frutos chochos respectivamente. As condições climáticas propícias ao desenvolvimento do fungo *Botrytis* são alta umidade relativa do ar, devida à precipitação pluvial ou ocorrência de neblina na fase reprodutiva e temperaturas em torno de 25°C.

A ocorrência do mofo cinzento no experimento 2 prejudicou o desenvolvimento das plantas, o que levou à diminuição da produtividade dos racemos primários e a perda dos racemos subsequentes impossibilitando a avaliação de produtividade de grãos e análise de teor de óleo.

6.2.1. Análise de variância

Os quadrados médios das análises de variância com respectivas significância pelo teste F ao nível de 1% de significância, do experimento 2 de avaliação de híbridos, Botucatu, 2005/2006, em blocos ao acaso, para os parâmetros altura de plantas (m), porcentagem de flores femininas no racemo primário (%), número de internódios, altura de inserção do racemo primário (cm), produtividade de grãos do racemo primário (kg ha^{-1}) e massa de 100 grãos (g) estão apresentadas nas Tabelas 7 e 8.

Tabela 7. Quadrados médios obtidos das análises de variância para os parâmetros altura de plantas (AP), porcentagem de flores femininas no racemo primário (PF), número de internódios (NI) e altura de inserção do racemo primário (AI), avaliados em híbridos de mamona derivados de diferentes cruzamentos, Experimento 2, Botucatu, SP, 2005/2006.

F.V.	G.L.	AP (m)	%F	NI	AI
Bloco	2	0,07	111,23	6,01	3,53
Tratamento	35	0,19**	649,93**	3,66**	76,67**
Erro	70	0,018	32,12	0,82	7,98
Média		1,04	60,96	8,23	25,50
CV(%)		13,12	9,3	11,03	11,08

** significativo ao nível de 1% de significância; * significativo ao nível de 5% de significância; ns não significativo

Tabela 8. Quadrados médios obtidos das análises de variância para os parâmetros produtividade de grãos do racemo primário (PGp) e massa de 100 grãos (M100), avaliados em híbridos de mamona derivados de diferentes cruzamentos, Experimento 2, Botucatu, SP, 2005/2006.

F.V.	G.L.	PGp (kg ha ⁻¹)	M100 (g)
Bloco	2	6697,49	81,19
Tratamento	35	7002,31**	91,76**
Erro	70	1202,22	40,85
Média		204,25	36,79
CV(%)		16,97	17,37

** significativo ao nível de 1% de significância; * significativo ao nível de 5% de significância; ns não significativo.

Os quadrados médios obtidos nas análises de variância mostraram-se altamente significativos, a 1% de probabilidade pelo teste F, para os híbridos testados indicando grande variação para os parâmetros avaliados.

Verificou-se que os coeficientes de variação apresentaram amplitude de variação de 9,3%, para porcentagem de flores femininas (Tabela 7), a 17,37%, para massa de 100 grãos (Tabela 8).

6.2.2. Médias dos diferentes parâmetros avaliados nos híbridos, comparados pelo Teste de Scott-Knott (1974)

Os valores médios de altura de plantas (m), porcentagem de flores femininas no racemo primário (%) e massa de 100 grãos do racemo primário (g), do experimento 2, estão apresentados na Tabela 9 e, o ranqueamento dos mesmos na Tabela 10. Observou-se grande amplitude de variação para esses parâmetros, de 0,59 m (híbrido 7) a 1,69 m (híbrido 16) para altura de plantas, 40,89% (híbrido 11) a 95,33% (híbrido 6) para porcentagem de flores femininas no racemo primário e 25,17 g (híbrido 6) a 47,53 g (híbrido 31) para massa de 100 grãos do racemo primário.

Tabela 9. Médias de altura de plantas (AP), porcentagem de flores femininas do racemo primário (% F), e massa de 100 grãos (M100) avaliados em híbridos de mamona derivados de diferentes cruzamentos, Experimento 2, Botucatu, SP, 2005/2006.

Híbridos	AP	Híbridos	% F	Híbridos	M100 (g)
7	0,59 a	11	40,89 a	6	25,17 a
6	0,62 a	15	41,67 a	10	28,73 a
39	0,72 a	17	42,33 a	33	29,50 a
23	0,75 a	12	42,78 a	13	30,23 a
32	0,75 a	29	43,00 a	36	30,53 a
9	0,76 a	25	44,17 a	7	30,63 a
12	0,77 a	18	45,33 a	32	31,43 a
28	0,79 a	8	47,50 b	1	32,07 a
1	0,79 a	21	48,33 b	11	32,20 a
10	0,81 a	27	50,17 b	21	32,57 a
13	0,84 a	39	50,55 b	30	33,13 a
30	0,84 a	30	50,89 b	19	34,23 a
11	0,89 b	22	51,02 b	26	35,20 a
36	0,93 b	20	51,85 b	2	35,20 a
25	0,95 b	16	52,67 c	8	35,63 a
3	0,99 b	5	53,17 c	41	35,80 a
8	1,00 b	2	56,39 c	20	36,13 a
18	1,04 c	40	56,96 c	16	36,50 a
2	1,05 c	41	57,78 c	39	36,70 a
22	1,08 c	19	58,89 c	24	36,70 a
20	1,11 c	28	59,56 c	17	37,07 a
24	1,12 c	31	61,67 c	15	37,37 a
4	1,12 c	3	62,50 c	9	37,53 a
40	1,12 c	23	62,59 c	18	38,33 b
19	1,14 c	1	68,80 d	27	38,50 b
41	1,14 c	4	70,00 d	5	39,20 b
29	1,20 c	14	71,19 d	4	39,67 b
33	1,21 c	13	71,78 d	28	40,80 b
26	1,26 d	26	72,59 d	3	41,20 b
15	1,26 d	34	72,78 d	40	42,00 b
27	1,29 d	10	73,33 d	12	42,90 b
34	1,29 d	24	73,61 d	23	45,17 b
31	1,32 d	36	74,22 d	25	45,90 b
17	1,34 d	9	80,27 e	22	46,30 b
21	1,35 d	33	84,62 e	34	46,80 b
14	1,35 d	7	86,67 e	31	47,53 b
5	1,37 d	32	88,78 e		
16	1,69 e	6	95,33 e		
Média	1,04	Média	60,96	Média	36,79

^{1/} Médias para tratamento seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

Tabela 10. Ranqueamento dos híbridos, em ordem decrescente para altura de plantas, avaliados no Experimento 2, quanto aos parâmetros altura de plantas (AP), porcentagem de flores femininas no racemo primário (% F), massa de 100 grãos (M100), número de internódios (NI), altura de inserção do racemo primário (IR) e produtividade de grãos do racemo primário (PGp), Botucatu, SP, 2005/2006.

Híbridos	AP	%F	M100	NI	IR	PGp
16	1°	24°	19°	13°	2°	4°
5	2°	23°	11°	6°	6°	16°
14	3°	12°	parcela perdida*	18°	10°	*
21	4°	30°	27°	12°	11°	28°
17	5°	36°	16°	5°	5°	3°
31	6°	17°	1°	37°	26°	10°
34	7°	9°	2°	21°	19°	6°
27	8°	29°	12°	19°	13°	14°
15	9°	37°	15°	8°	7°	34°
26	10°	10°	24°	32°	14°	20°
33	11°	4°	34°	35°	34°	9°
29	12°	34°	*	36°	22°	*
41	13°	20°	21°	4°	4°	7°
19	14°	19°	25°	7°	17°	19°
40	15°	21°	7°	27°	8°	11°
4	16°	13°	10°	10°	16°	13°
24	17°	7°	17°	2°	1°	31°
20	18°	25°	20°	25°	23°	1°
22	19°	26°	3°	9°	3°	17°
2	20°	22°	23°	33°	25°	26°
18	21°	32°	13°	15°	12°	8°
8	22°	31°	22°	31°	31°	5°
3	23°	16°	8°	1°	15°	15°
25	24°	33°	4°	14°	20°	30°
36	25°	6°	32°	26°	37°	32°
11	26°	38°	28°	28°	32°	18°
30	27°	27°	26°	3°	9°	24°
13	28°	11°	33°	24°	21°	12°
10	29°	8°	35°	20°	27°	21°
1	30°	14°	29°	16°	35°	23°
28	31°	18°	9°	29°	36°	36°
12	32°	35°	6°	30°	33°	35°
9	33°	5°	14°	23°	24°	2°
32	34°	2°	30°	38°	38°	33°
23	35°	15°	5°	17°	30°	27°
39	36°	28°	18°	34°	18°	25°
6	37°	1°	36°	11°	28°	29°
7	38°	3°	31°	22°	29°	22°

Pode-se observar que a maioria dos híbridos avaliados eram de porte muito baixo (90 a 150cm), exceto o híbrido 16 com 1,69 m. Portanto, todos os híbridos, inclusive o 16, ranqueado em primeiro lugar (Tabela 10), de porte um pouco maior, possuem porte adequado para a colheita mecanizada. Os híbridos testemunha (40 e 41) obtiveram altura média de 1,12m e 1,14m respectivamente, valores maiores que a média geral de 1,04 m e agruparam-se no grupo **c**.

Foi possível detectar 4 grupos pelo teste de Scott-Knott para o parâmetro porcentagem de flores femininas no cacho primário. Os híbridos testemunha (40 e 41) foram agrupados no grupo **b** com 56,96% e 57,78% respectivamente, valores menores que a média geral obtida de 60,96%. Mais da metade dos novos híbridos avaliados obteve média maior que dos híbridos testemunha, novamente demonstrando a superioridade de grande parte dos novos híbridos avaliados.

Para o parâmetro massa de 100 grãos observou-se que metade dos híbridos obteve valores superiores à média geral, de 36,79 g. Foram divididos em dois grupos pelo teste de Scott-Knott, sendo que, o híbrido testemunha 40 se encontrou no grupo **b** com maior peso de grãos e, o híbrido testemunha 41 fixou-se no grupo **a**, com menor peso de grãos.

Os valores médios de número de internódios até o racemo primário, altura de inserção do racemo primário (cm) e produtividade de grãos do racemo primário (kg ha^{-1}), dos híbridos do experimento 2, estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11. Médias de número de internódios (NI), altura de inserção do racemo primário (IR) e produtividade de grãos do racemo primário (PGp), avaliados em híbridos de mamona derivados de diferentes cruzamentos, Experimento 2, Botucatu, SP, 2005/2006.

Híbridos	NI	Híbridos	IR	Híbridos	PGp
32	6,08 a	32	13,99 a	28	83,7 a
31	6,17 a	36	19,33 a	12	126,6 a
29	6,50 a	28	19,35 a	15	139,7 a
33	6,67 a	1	19,75 a	32	151,8 a
39	6,92 a	33	20,18 a	36	156,7 a
2	7,24 a	12	20,32 a	24	157,7 a
26	7,33 a	11	20,60 a	25	160,6 a
8	7,40 a	8	21,11 a	6	163,1 a
12	7,52 a	23	21,34 a	21	165,4 a
28	7,54 a	7	21,63 a	23	172,3 a
11	7,62 a	6	21,65 a	2	177,7 a
40	7,62 a	10	21,78 a	39	178,6 a
36	7,67 a	31	21,83 a	30	186,4 a
20	7,78 a	2	21,86 a	1	193,7 a
13	7,80 a	9	22,87 b	7	198,1 b
9	7,93 a	20	23,08 b	10	202,9 b
7	7,93 a	29	24,19 b	26	204,4 b
34	8,05 a	13	24,67 b	19	205,4 b
10	8,10 a	25	25,34 b	11	206,9 b
27	8,15 a	34	25,65 b	22	209,2 b
14	8,27 a	39	25,76 b	5	210,2 b
23	8,37 b	19	25,87 b	3	215,6 b
1	8,38 b	4	26,38 c	27	215,6 b
18	8,47 b	3	27,28 c	4	219,0 b
25	8,58 b	26	27,46 c	13	219,4 b
16	8,70 b	27	28,22 c	40	223,8 b
21	8,80 b	18	28,43 c	31	224,4 b
6	8,88 b	21	29,37 c	33	224,8 b
4	9,00 b	14	30,10 c	18	238,4 b
22	9,27 b	30	30,38 c	41	242,8 b
15	9,28 b	40	30,40 c	34	259,4 c
19	9,33 b	15	30,87 d	8	262,8 c
5	9,33 b	5	31,14 d	16	275,9 c
17	9,47 b	17	31,70 d	17	278,9 c
41	9,62 b	41	32,01 d	9	287,2 c
30	9,73 b	22	32,14 d	20	318,7 c
24	9,80 b	16	32,99 d		
3	11,29 b	24	37,89 e		
Média	8,23	Média	25,50	Média	204,3

^{1/} Médias para tratamento seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

Pode-se observar uma amplitude de variação de 6,08 (híbrido 32) a 11,29 (híbrido 3) para número de internódios até o racemo primário, 13,99 cm (híbrido 32) a 37,89 cm (híbrido 24) para altura de inserção do racemo primário e 83,7 kg ha^{-1} (híbrido 28) a 318,7 kg ha^{-1} (híbrido 20) para produtividade de grãos do racemo primário.

Observou-se que entre os híbridos avaliados, o teste de Scott-Knott distinguiu 2 grupos de híbridos para o parâmetro número de internódios, sendo que o tratamento testemunha, híbrido 40, encontrou-se no grupamento **a** (menor número de nós), e o híbrido testemunha 41, encontrou-se no grupo **b** (maior número de nós). Todos os híbridos avaliados, inclusive os tratamentos testemunha, classificaram-se em baixo número de internódios, <16.

Já para o parâmetro altura de inserção do racemo primário, o teste de Scott-Knott distinguiu 2 grupos. Observou-se que os tratamentos testemunha (40 e 41) se encontraram no grupo **b**, com 30,4 cm e 32,01 cm respectivamente, grupo com maior altura de inserção (Tabela 13), mesmo assim classificaram-se em altura de inserção muito baixa, <60cm.

Para o parâmetro produtividade de grãos do racemo primário o teste de Scott-Knott distinguiu três grupos. Os híbridos testemunha (40 e 41) encontraram-se no grupo **b** com 223,8 kg ha^{-1} e 242,8 kg ha^{-1} respectivamente. A maior parte dos híbridos avaliados apresentou médias maiores que a média geral de 204,3 kg ha^{-1} . Pode-se observar que os valores de produtividade de grãos do racemo primário, para todos os híbridos avaliados no experimento 2, foram baixos, provavelmente devido à excessiva ocorrência de chuva, seguida de temperaturas baixas, e alta umidade relativa do ar o que propiciou o desenvolvimento de *Botrytis* (mofo), prejudicando o desenvolvimento dos racemos, acarretando na menor produtividade de grãos. A ocorrência da doença não permitiu a avaliação da produtividade de grãos, pois impediu a formação de grãos nos cachos secundários e terciários, não sendo possível analisar o teor de óleo pela insuficiência de sementes.

7 CONCLUSÃO

Foram obtidos híbridos promissores, no município de Botucatu, tanto para alta produtividade de grãos quanto para estatura baixa, com potencial de utilização em colheita mecanizada.

Existe variabilidade genética para os parâmetros avaliados, o que possibilita novas combinações híbridas.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTMON, D. *Ricinus communis*. In: Halevy, A. H. (ed): **CRC handbook of flowering**, vol IV, 1985, p. 204-213.

ASTMON, D. Castor. In: Robbelen, G. et al. (ed): **Oil crops of the world- their breeding and utilization**. MCGRAW-HILL PUBLISHING COMPANY, 1989, p 438-447.

BELTRÃO, N. E. M.; SILVA, L. C.; VASCONCELOS, O. M.; AZEVEDO, D. M. P.; VIEIRA, D. J. Fitologia. In: Azevedo, D. M. P. de; Lima, E. F. (Ed.). **O Agronegócio da Mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Algodão, 2001, cap. 2, p. 37-61.

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

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

FERREIRA, D.F. **Sisvar versão 4.2**. DEX/UFLA, 2003.

FILKAUSKAS, J. Mercados para a mamona e importância da qualidade da matéria-prima. In: Simpósio do Agronegócio de Plantas oleaginosas, 1., 2001, Piracicaba. **Trabalhos apresentados...** Piracicaba: Ceralit, 2001. 11 p.

GURGEL, J. T. A. **Estudos sobre a mamoneira (*Ricinus communis* L)**. Piracicaba, 1945. 70p. Tese para concurso para Docente Livre da Cadeira de Citologia e Genética Geral - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric>>. Acesso em: 27 de outubro de 2006.

KRUG, C. A.; TEIXEIRA MENDES, P. Melhoramento da mamoneira (*Ricinus communis* L) I- plano geral dos trabalhos em execução nas seções de genética e plantas oleaginosas do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo. **BRAGANTIA**. v. 2, p.129-154, 1942 a.

KRUG, C. A., e TEIXEIRA MENDES, P. Melhoramento da mamoneira (*Ricinus communis* L) II- observações gerais sobre a variabilidade do genero *Ricinus*. **BRAGANTIA**, v. 2, p. 155-157, 1942 b.

LAURETI, D.; BRIGHAM, R. D. Genetica e miglioramento del ricino. In: **Ministero dell'Agricoltura e Foreste, ed. Il Ricino- obiettivi, Strategie e ricerca.** 1987, p. 11-22.

MIRANDA FILHO, J. B.; NASS, L. L. Hibridação no melhoramento. In: **Recursos Genéticos e Melhoramento-Plantas.** Rondonópolis: Fundação MT, 2001. 1183 p.

MOREIRA, J. DE A. N.; LIMA, E. F.; FARIAS, F. J. C.; AZEVÊDO, D. M. P. **Melhoramento da mamoneira (Ricinus communis L.).** Campina Grande: Embrapa Algodão, 1996. 30 p. (Documentos, 44).

MOSHKIN, V. A. **Castor.** A. A. BALKENMA. ROTTERDAM. 1986, 315p.

NAUFEL, F. Efeitos do farelo de mamona atoxicada, de soja e de algodão na dieta de vacas em lactação. **Bol. Ind. Anim.** Nova Odessa, n. 20, p.47-53, 1962.

NÓBREGA, M. B. M.; ANDRADE, F. P.; SANTOS, J. W.; LEITE, E. J. Germoplasma In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Ed.). **O Agronegócio da Mamona no Brasil.** Brasília: Embrapa Algodão, 2001. cap. 11, p. 257-81.

PIO CORREA, M. **Dicionário das plantas cultivadas no Brasil.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1962. v.5.

RAMOS, L. C. S.; SAVY FILHO, A.; TANGO, J. S. Peso e teor de óleo de sementes de mamoneira (*Ricinus communis L.*): efeito da posição de amostragem do racemo. **TURRIALBA**, v. 32, p. 490-492, 1982.

RAMOS, L. C. S.; TANGO, J. S.; SAVY FILHO, A.; LEAL, N. B. Variability for oil and fatty acid composition in castorbean varieties. **Journal of American Oil Chemistry Society**. v. 61, p. 1841-1843, 1984.

SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N. V. MAMONA, In: FURLANI, A. M. C. (ed): **O melhoramento de plantas no Instituto Agronômico**, vol. 1. Campinas, Instituto Agronômico. 1993, 524p.

SAVY FILHO, A. **Melhoramento de mamona**. In: Borém, A. (ed.) Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 1999a. p.398-399.

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

SAVY FILHO, A. Hibridação em mamoma. In: BORÉM, A. (Ed.). **Hibridação Artificial de Plantas**. Viçosa: UFV, 1999c. 546p.

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

SEVERINO, L. S. et al. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, p. 563-568, 2006.

SILVA, D. J. & QUEIRÓZ, A. C. **Análise de alimentos métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV. 2002. 235p.

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

VEIGA, R. A. F.; SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N. V. Descritores mínimos para a caracterização e avaliação de mamoneira (*Ricinus communis* L.) aplicados no Instituto Agronômico. Campinas: Instituto Agronômico, 1989. 16 p.