

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

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MAMONA SOB NÍVEIS DE
ADUBAÇÃO**

LAERTE GUSTAVO PIVETTA

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

BOTUCATU-SP

Fevereiro – 2011

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

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MAMONA SOB NÍVEIS DE
ADUBAÇÃO**

LAERTE GUSTAVO PIVETTA

Orientador: Prof. Dr. Maurício Dutra Zanotto

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

BOTUCATU-SP

Fevereiro – 2011

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

Pivetta, Laerte Gustavo, 1986-
P693a Avaliação de genótipos de mamona sob níveis de adubação / Laerte Gustavo
Pivetta. - Botucatu : [s.n.], 2011
ix, 48 f. : gráfs., tabs., fots. color.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual
Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu,
2011
Orientador: Maurício Dutra Zanotto
Inclui bibliografia

1. Mamona. 2. Híbridos. 3. Adubação. 4. Índice de eficiência agronômica.
5. Genótipos. I. Zanotto, Maurício Dutra. II. Universidade Estadual
Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de
Ciências Agrônomicas. III. Título.

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MAMONA SOB NÍVEIS DE
ADUBAÇÃO**

ALUNO: LAERTE GUSTAVO PIVETTA

ORIENTADOR: PROF. DR. MAURÍCIO DUTRA ZANOTTO

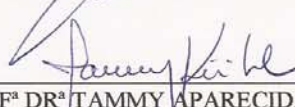
Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. MAURÍCIO DUTRA ZANOTTO



PROF. DR. ROGERIO PERES SORATTO



PROFª DRª TAMMY APARECIDA MANABE KIIHL

Data da Realização: 21 de fevereiro de 2011.

DEDICO

*Aos meus pais Valderi Luiz
Pivetta e Maria de Lurdes Pivetta,
pelo exemplo de dedicação à
família, à vida e ao trabalho.*

OFEREÇO

*À Deus, pela vida, fortaleza e por todas as
graças alcançadas.*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pelo apoio e por acreditar na continuidade aos estudos e por ensinar valores de honestidade, trabalho e idoneidade.

À Faculdade de Ciências Agronômicas - FCA/UNESP – pela oportunidade na realização do mestrado.

Ao Prof. Dr. Maurício Dutra Zanotto pela orientação e suporte na condução da dissertação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão da bolsa de estudo.

Aos professores da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Mônica Sarolli Silva de Mendonça Costa, Luiz Antônio de Mendonça Costa, Vanda Pietrowski, Emerson Fey, Flávio Gurgacz e especialmente ao meu orientador de graduação Vandeir Francisco Guimarães pela amizade e por todos os ensinamentos dentro e fora da sala de aula, exemplos de postura ética e profissional.

Aos amigos Dácio Olibone e Ana Paula Encide Olibone pela grande ajuda em Botucatu, nos períodos de estágio bem como na chegada à Botucatu no início do mestrado.

Ao técnico Milton pelo auxílio na condução do experimento.

Aos amigos Samuel Luiz Fioreze, Gustavo Castoldi e ao meu irmão Laércio Augusto Pivetta pela longa convivência e auxílio durante o experimento em todo período de mestrado.

Aos colegas do Grupo de Melhoramento, em especial à Ana Carolina da Costa Lara pela amizade e pelos ensinamentos, e aos estagiários Cristiane Okita (Bretera) e Henrique Trevisanuto (Cú de Burro) pela amizade e auxílio no experimento.

Aos docentes e funcionários do Departamento de Produção Vegetal.

Aos colegas de pós-graduação do Departamento de Produção Vegetal e de todos os programas de pós-graduação, pela amizade e convivência.

EPIGRAFE

“O degrau de uma escada não serve simplesmente para que alguém permaneça em cima dele, destina-se a sustentar o pé de um homem pelo tempo suficiente para que ele coloque o outro um pouco mais alto.”

Thomas Henry Huxley (1825-1895)

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	VII
LISTA DE FIGURAS	IX
RESUMO	1
SUMMARY	3
1 INTRODUÇÃO.....	4
2 REVISÃO DE LITERATURA	6
3.1 Aspectos econômicos da cultura da mamona	6
2.2 Aspectos gerais e características da mamona	8
2.3 Melhoramento da mamona	10
2.4 Adubação e ensaios de genótipos	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Materiais genéticos	16
3.2 Métodos	17
3.2.1 Localização e período de realização do experimento.....	17
3.2.2 Delineamento experimental e tratamentos	18
3.2.3 Instalação e condução do experimento.....	18
3.2.4 Avaliações	19
3.2.5 Análise dos resultados	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5 CONCLUSÕES	41
6 REFERÊNCIAS	42

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Análise química da área experimental. Botucatu-SP. 2010.....	19
Tabela 2. Altura de inserção do racemo primário (AI), altura de plantas (AP), número de nós até a inserção do racemo primário (NN), diâmetro de colmo (DC), comprimento médio do internódio (CI) em função de genótipos e níveis de adubação. Botucatu-SP.....	24
Tabela 3. Projeção da copa na linha (PCL), projeção da copa na entre linha (PCEL) e área da projeção da copa (APC) em função de genótipos e níveis de adubação. Botucatu-SP, 2010.....	25
Tabela 4. Número de racemos por planta (NR), número de grãos do racemo primário (NGRP), número de grãos dos racemos posteriores (NGRPost), contribuição relativa do número de grãos do racemo primário no total (CRNGRP) e número de grãos por racemo (NGR) em função de genótipos e níveis de adubação. Botucatu-SP, 2010.	26
Tabela 5. Desdobramento da interação genótipos x níveis de adubação para número de grãos no racemo primário (NGRP). Botucatu-SP, 2010.	27
Tabela 6. Massa de grãos no racemo primário (MGRP), massa de grãos nos racemos posteriores (MGRPost), contribuição relativa da massa de grãos do racemo primário no total (CRMGRP) e massa de grãos por racemo (MGR) em função de genótipos e níveis de adubação. Botucatu-SP, 2010.	29
Tabela 7. Desdobramento da interação genótipos x níveis de adubação para massa de grãos do racemo primário (MGRP). Botucatu-SP, 2010.....	30
Tabela 8. Comprimento da parte efetiva do racemo primário (CERP), comprimento total do racemo primário (CTRP), percentagem efetiva do racemo primário (PERP), comprimento da parte efetiva dos racemos posteriores (CFemRPost), comprimento total dos racemos posteriores (CTRPost), percentagem efetiva dos racemos posteriores (PFemRPost) em função de genótipos e níveis de adubação. Botucatu-SP, 2010.....	31
Tabela 9. Desdobramento da interação genótipos x níveis de adubação para comprimento da parte efetiva do racemo primário (CERP). Botucatu-SP, 2010.....	32
Tabela 10. Desdobramento da interação genótipos x níveis de adubação para percentagem efetiva do racemo primário (PERP). Botucatu-SP, 2010.	33
Tabela 11. Massa de cem grãos do racemo primário (MCGRP), massa de cem grãos dos racemos posteriores (MCGRPost), massa de cem grãos total (MCGT), densidade de grãos no racemo primário (DGRP), densidade de grãos nos racemos posteriores	

(DGRPost), densidade de grãos por racemo total (DGT) em função das fontes de genótipos e níveis de adubação. Botucatu-SP, 2010.	34
Tabela 12. Produtividade (PROD) em função dos genótipos e dos níveis de adubação. Botucatu-SP, 2010.	36
Tabela 13. Produtividade dos genótipos em função dos níveis de adubação. Botucatu-SP, 2010.	37
Tabela 14. Índice de Eficiência Agronômica (EA) dos genótipos no nível 2. Botucatu-SP, 2010.	37
Tabela 15. Correlação (valor de R) entre variáveis e produtividade para os quatro genótipos. Botucatu-SP, 2010.	39
Tabela 16. Teor de óleo do racemo primário (TORP), teor de óleo total (TOT), produtividade de óleo (PO) em função dos genótipos e dos níveis de adubação. Botucatu-SP, 2010.	40

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Dados da estação meteorológica do Departamento da Agricultura – Área 17. Botucatu-2010.	17
Figura 2. Ataque de mofo cinzento em racemo primário de híbrido de mamona. Botucatu-SP.	20

RESUMO

A mamona é uma cultura de grande importância econômica para o Brasil, porém a produtividade nacional é baixa, devido principalmente a reduzida tecnologia utilizada no cultivo. O objetivo do estudo foi avaliar a resposta de híbridos do Programa de Melhoramento de Mamona da UNESP-FCA e de cultivares de mamona a níveis de adubação. O experimento foi conduzido durante o ano agrícola 2009/ 2010 utilizando dois híbridos (A e B), e duas cultivares (FCA-PB e IAC 2028). Os genótipos foram cultivados em três níveis de adubação: 0, 50 e 100% da dose recomendada com base na análise de solo. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4x3, com quatro repetições. De acordo com a análise dos resultados as cultivares apresentaram médias maiores para as variáveis vegetativas altura total, altura de inserção do racemo primário, número de nós até o racemo primário, diâmetro do colmo e comprimento do internódio. Em relação aos níveis de adubação, com exceção do número de nós em que não houve diferença, todas as variáveis vegetativas apresentaram médias maiores no nível 100% em relação aos níveis 0 e 50%. As cultivares apresentaram maior contribuição do racemo primário na produção total do que os híbridos. Já estes obtiveram mais racemos por plantas que as cultivares, e consequentemente, tiveram maior contribuição dos racemos de ordem superior na produção total. Isso ocorreu porque os híbridos emitiram o racemo primário em época de grande incidência de chuvas, ocorrendo ataque de mofo-cinzeno (*Amphobotrys ricini*). Com relação à produtividade, dentre os genótipos, o híbrido B foi superior às cultivares e, dentro dos níveis de adubação, o nível 100% foi superior aos níveis 0 e 50%. Na avaliação da resposta de cada genótipo aos níveis de

adubação o híbrido B não apresentou resposta à adubação, mas com produtividade superior no nível 0%. Os demais genótipos apresentaram resposta à adubação com destaque para o híbrido A, com produtividade superior no nível 100%. Concluiu-se que os híbridos apresentaram porte inferior, favorecendo a colheita mecanizada, além de apresentarem características de estabilidade para o híbrido B e responsividade para o híbrido A. As cultivares também apresentaram responsividade aos níveis de adubação, porém em patamar inferior ao híbrido A.

EVALUATION OF CASTOR BEAN GENOTYPES UNDER FERTILIZATION LEVELS. Botucatu, 2011. 58p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista – UNESP.

Author: LAERTE GUSTAVO PIVETTA

Adviser: MAURÍCIO DUTRA ZANOTTO

SUMMARY

Castor bean is a crop of great economic importance for Brazil, but national productivity is low, mainly due to low technology applied. The aim of this study was to evaluate the response of hybrids Castor Bean Breeding Program of UNESP and castor bean cultivars to fertilizer levels. The experiment was conducted in 2010 season using two hybrids (A and B) and two cultivars (FCA-PB and IAC 2028). The genotypes were applied three fertilization levels 0, 50 and 100% rates recommended by soil analysis. The design was randomized blocks in factorial scheme 4x3, with four replications. The results show higher values for vegetative variables height, insertion height of raceme primary, stem diameter and internode length for 100% level of fertilization, but no response these factors to number of nodes until insertion of primary raceme. The cultivars showed higher contribution of the primary raceme in total production than hybrids. Hybrids had more racemes per plant than cultivars, and consequently had greater contribution of racemes of order higher in total production. This occurred because hybrids issued primary raceme in time of great rainfall, occurring gray mold (*Amphobotrys ricini*). The productivity of hybrid B was higher than others cultivars and genotypes in 100% of rate, only. In estimate of agronomic efficiency (AE), the hybrid B was higher efficient at level 0% than cultivars and not showed response to fertilization. Other genotypes had answers positively to fertilization, but the hybrid A had major yield in level of 100%. Concluded that hybrids have great characteristics for mechanized harvesting and great yields, that allows its use in crops technicality.

1 INTRODUÇÃO

Por dia no mundo nascem mais de 300 mil pessoas e são consumidos mais de 88 milhões de barris de petróleo e as perspectivas apontam que o petróleo poderá durar apenas 50 anos. Esses números ajudam a ter uma idéia de que o consumo de energia aumenta em ritmo acelerado e que a matriz energética atual está ameaçada.

Atualmente o grande substituto, pelo menos parcial do petróleo, é a biomassa, e dentre as opções está o biodiesel, que é obtido via uso de óleos vegetais ou oriundo de gordura animal, podendo ocupar milhões de pessoas na sua produção no mundo inteiro, com a vantagem de ser biodegradável e renovável. Os óleos vegetais aparecem como alternativa para a obtenção do biodiesel, sendo o óleo de mamona (*Ricinus communis* L.) um dos mais versáteis, devido à sua larga aplicação industrial, pois é empregado como matéria-prima de aproximadamente 650 produtos.

O Brasil, até a década de 70, era tido como maior produtor e exportador do óleo de mamona. Entretanto, o baixo nível tecnológico dos pequenos produtores e a falta de incentivo governamental para o crescimento e expansão dessa cultura, fez com que o país perdesse seu posto para a Índia e China. Atualmente, a cultura da mamona vem ganhando nova realidade, com a criação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB).

Apesar do incentivo ao cultivo com o advento do biodiesel, a mamona no Brasil é ainda cultivada em baixos níveis de tecnologia. A maioria das frustrações na

cultura da mamona é devida ao uso de sementes de cultivares registradas. Sem dúvida, a utilização de cultivares mais produtivas e adaptadas às condições da região, consiste em uma tecnologia essencial para melhorar a produtividade, especialmente por ser uma medida que não implica em aumento substancial do capital investido.

Aumentos na produtividade podem ser conseguidos com a utilização de técnicas mais adequadas ao cultivo da mamoneira. O fornecimento de nutrientes à cultura deve ser realizado de tal forma que esta obtenha resposta máxima. Porém, essa resposta está sujeita às características do material, sendo que a eficiência na absorção e utilização dos nutrientes varia conforme o genótipo utilizado.

Atualmente, no Brasil existem pesquisas relacionadas à cultura da mamona focando ensaios de cultivares e existem os trabalhos focados em adubação; porém, são poucos os que avaliam respostas de materiais genéticos divergentes à adubação. O sucesso no cultivo da mamona deve ser buscado a partir da combinação entre materiais mais adaptados ao ambiente de cultivo e o fornecimento adequado de nutrientes à cultura.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o comportamento produtivo e aspectos agronômicos de dois híbridos provenientes do Programa de Melhoramento de Mamona da UNSEP-FCA e duas cultivares, em cultivo de primavera-verão, e comparar as respectivas respostas destes materiais sob três níveis de adubação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aspectos econômicos da cultura da mamona

A mamona foi trazida para o Brasil pelos portugueses, com a finalidade de utilizar seu óleo para a iluminação e a lubrificação de eixos de carroças. O clima tropical, predominante no Brasil, facilitou sua dispersão. Assim, hoje encontramos a mamoneira, como se fosse uma planta nativa, distribuída em quase todo território nacional e também em cultivos destinados à produção de óleo (SANTOS et al., 2007).

O principal produto da mamona é o óleo extraído de suas sementes conhecido no Brasil como óleo de rícino ou, internacionalmente, como castor oil. Este óleo processado tem inúmeras aplicações, que incluem o uso medicinal e cosmético, fabricação de plásticos e lubrificantes. O produto também é utilizado na produção de fibra ótica, vidro à prova de balas e próteses ósseas. Além disso, é indispensável na aviação para impedir o congelamento de combustíveis e lubrificantes de aviões e foguetes espaciais a baixíssimas temperaturas (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2007).

A atual legislação que institui a adição de biodiesel ao diesel criou grande expectativa na produção de mamona, visto ser um dos óleos indicados para a produção

de biodiesel, gerando uma demanda por cultivares com adaptação em regiões onde o cultivo da mamona não é tradicional (EMBRAPA, 2006).

Como fonte de divisas para o país, a mamona perdeu importância, devido às dificuldades para utilização de melhor tecnologia, a concorrência internacional em relação à política comercial, ao incentivo que a pesquisa proporciona a outras culturas como a soja e, principalmente pela falta de cultivares melhoradas. Desta forma, o Brasil que foi o maior produtor em quantidade, no período de 1980/1985, quando participava com 26% da produção mundial de mamona em baga, em 1999 produziu apenas 2% do total (SANTOS et al., 2001).

Esse cenário está se alterando positivamente; após o lançamento do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel pelo Governo Federal verificou-se que nas safras 2003/2004 e 2004/2005 houve uma extraordinária recuperação da produção nacional em relação às safras dos últimos dez anos (EMBRAPA, 2006). De acordo com o 3º levantamento de grãos realizado pela Conab em dezembro/2010 para a safra 2010/11, a estimativa de produção de mamona é de 161 mil toneladas representando acréscimo de 60% em relação à safra de 2009/10. Em relação ao mesmo período a produtividade média do país obteve um incremento de 29,7%, indo de 637 kg ha⁻¹ para 826 kg ha⁻¹, sendo que a área cultivada que era de 157,7 mil hectares, passou para 194,9; um aumento de 23,7% (CONAB, 2011).

Os fatos que promoveram esse aumento na produção foram os aumentos de área e produtividade no Nordeste, de 26 e 32%, respectivamente, aumento de área e produtividade no Sudeste, de 9 e 16,4%, respectivamente; e aumento de área e produtividade no Sul, de 5 e 33%, respectivamente. Os preços da saca de 60 kg ficaram em aproximadamente R\$ 72,00 em 2010 em Irecê - BA, sendo 11% superior ao praticado em 2009.

Com a ampliação da utilização do óleo de mamona e as recentes iniciativas para a produção de biocombustíveis a produção da matéria prima precisa aumentar. Para atender a necessidade crescente de matéria prima e dificuldade de produção em escala industrial é imprescindível o desenvolvimento de materiais genéticos de porte adequado para facilitar a colheita, com maturação precoce e uniforme, visando utilização de alta tecnologia que possibilitem a produção da oleaginosa em maior escala (OLIVEIRA, 2007).

Para que os problemas da mamona sejam resolvidos no curto prazo e a cultura se consolide e se mantenha sustentável em prazo mais longo, torna-se essencial a adoção de algumas medidas como o estabelecimento de um melhor relacionamento entre os produtores da matéria-prima e os empresários da indústria de esmagamento, de modo que sejam respeitadas as necessidades de continuação deles como importantes agentes da cadeia produtiva da mamona. Também é de fundamental importância o comprometimento governamental em níveis federal, estadual e municipal através de políticas agrícola e industrial adequadas, dada a importância social de todo o agronegócio da mamona no Brasil (KOURI, 2006)

2.2 Aspectos gerais e características da mamona

O centro de diversidade da mamona está localizado na Etiópia e no leste da África, com existência de centros secundários. De sua origem africana, a mamoneira se espalhou por quase todo o mundo, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais (POPOVA E MOSHKIN, 1986).

A mamona pertence ao gênero monotípico *Ricinus* e à família *Euphorbiaceae*. Tem sido sugerido que a espécie *R. communis* é dividida em várias sub-espécies, baseado na morfologia e distribuição geográfica. Contudo, é duvidoso se tal classificação é justificada, uma vez que as diferenças morfológicas são geralmente hereditárias. Além disso, os tipos mais distantes são livremente intercruzáveis e seus híbridos são plenamente férteis (ATSMON, 1989).

O sistema radicular da planta da mamona é vigoroso, do tipo pivotante, profundo. O caule, enquanto jovem, é brilhante, tenro e suculento e apresenta grande variação na coloração, podendo ser verde, arroxeado e vermelho, apresenta cera, rugosidade e nós bem definidos, com cicatrizes foliares proeminentes. As folhas são simples, grandes, do tipo digitolobadas, denticuladas, de pecíolos longos (EMBRAPA, 2007).

A mamoneira é uma planta monóica que apresenta inflorescência do tipo panicular, denominada de racemo, com flores femininas acima e masculinas na parte inferior (que possuem estames ramificados de cor amarela) (PACHECO, 2008). Nenhuma das

flores possui pétalas. As plantas possuem sistema de reprodução misto, com autofecundação e polinização cruzada. O pólen é carregado das flores masculinas até as flores femininas principalmente pelo vento. As flores femininas fecundadas desenvolvem as sementes dentro de uma cápsula tricarpelar, que geralmente possuem espinhos, sendo que essa cápsula contém tipicamente três sementes (ROETHELI, 1990).

Após o aparecimento do primeiro racemo, ramos originam-se nos nós abaixo dele. O número de ramos depende do espaçamento e em alguns casos da cultivar. Sob condições de campo, dois ou três ramos surgem quase ao mesmo tempo, mas geralmente na seguinte ordem: o primeiro ramo no nó imediatamente abaixo do primeiro racemo. Os primeiros racemos formados nos ramos são comumente chamados de “segunda série” de racemos. Ramos subseqüentes surgem dos nós justamente abaixo dos racemos de segunda série. Essa sequência de desenvolvimento continua enquanto a planta permanecer viva e em atividade de crescimento. Deste modo, o desenvolvimento dos racemos ao longo do eixo é seqüencial, tornando possível para a planta ter racemos em todos os estágios de desenvolvimento a partir de estágios iniciais até a maturação completa (BRIGHAM, 1993).

A germinação da mamona é lenta. As plântulas emergem de 10 a 21 dias após a semeadura. Variedades comerciais crescem a uma altura de 0,9 m a 3 metros (OPLINGER, 1990). A mamona é uma cultura de fácil adaptabilidade crescendo com sucesso nos trópicos, sub-trópicos e igualmente em algumas zonas temperadas, porém, é particularmente suscetível à geada nos estágios iniciais do crescimento. A planta não é tolerante a solos salinos ou mal drenados e requer 600 a 700 mm de chuva ou irrigação suplementar durante o período de crescimento. Muitos tipos de pragas e doenças têm sido identificadas em mamona, mas somente em casos extremos de infestação o controle químico seria viável (ATSMON, 1989).

Apesar da mamoneira possuir boa capacidade de adaptação e ser encontrada vegetando desde o Rio Grande do Sul até a Amazônia (BELTRÃO et al., 2007), a mamona necessita de um alto requerimento de nutrientes para obtenção de produtividades elevadas (SEVERINO, 2006). Segundo Canecchio Filho e Freire (1958) e Nakagawa e Neptune (1971), para cada 2000 kg ha⁻¹ de baga produzida, a mamoneira exporta cerca de 80 kg ha⁻¹ de N; 7,85 kg ha⁻¹ de P; 25,6 kg ha⁻¹ de K; 8,81 kg ha⁻¹ de Ca e 6 kg ha⁻¹ de Mg e a quantidade de nutrientes absorvida aos 133 dias após a germinação chega a 156; 5,24; 172; 13,6 e 12,6 kg ha⁻¹ de N, P,

K, Ca e Mg, respectivamente. Segundo Nascimento (2009), híbridos de mamona exportam para cada 2000 kg ha⁻¹ de grãos produzidos, 68; 28; 13; 8; 7,5 e 12 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente e a quantidade de nutrientes absorvida pela parte aérea durante o ciclo é de 170; 56,4; 71; 66,5; 29 e 30 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente.

Exigente em nutrientes e tolerante à seca, a mamona é sensível à deficiência mineral em qualquer fase de seu crescimento. Vale ressaltar, que devido ao seu crescimento indeterminado, ocorre uma grande extração de nutrientes do solo, sendo, portanto, muito exigente em fertilidade do solo (HERMELY, 1981). Tanto solos ácidos, como alcalinos são danosos ao bom crescimento e ao desenvolvimento das plantas, devendo ser cultivadas em solos de reações próximas a neutralidade, geralmente em solos com pH entre 6,0 e 7,0 (BELTRÃO et al. 2007).

2.3 Melhoramento da mamona

Maior produtividade é um dos principais objetivos almejados em programas de melhoramento de plantas. Além de selecionar plantas mais vigorosas, a estratégia do melhoramento inclui seleção para maior proporção de flores femininas por racemo, maior número de racemos por planta e/ou aumentar o peso das sementes. Outros objetivos incluem maturação precoce e/ou redução da altura da plantas, juntamente com cápsulas indeiscentes, todos os quais farão a cultura melhor adaptada para colheita mecânica (ATSMON, 1989).

Para Zimmerman (1958), o objetivo fundamental do melhoramento é alta produção de óleo por hectare visto que mamona é cultivada devido ao óleo presente nas sementes. Contudo, características que facilitam a colheita mecânica são objetivos importantes no melhoramento de mamona devido à importância da colheita mecânica na produção comercial. Indeiscência da cápsula, resistência à queda da cápsula, altura de plantas reduzida, um mínimo de ramos na base e altura suficiente do primeiro racemo são todas características desejadas para colheita mecânica. Uma vasta variabilidade das características importantes para colheita mecânica ainda existe na maioria dos materiais para seleção. O melhorista que trabalha com qualquer uma dessas ou com outras características está geralmente confrontando

com o problema da incorporação ou manutenção de características desejáveis em níveis já alcançados, ou melhores.

A redução da altura de plantas pode ser alcançada pela utilização do alelo recessivo brasileiro para o nanismo, e/ou pela maturação precoce, através do florescimento determinado com poucos nós (5 a 7) na inflorescência primária. O gene do nanismo *per se* tende a retardar o desenvolvimento da planta, medido pelo número de nós primários. A deiscência da cápsula ocorre ao longo de suturas no meio de cada borda da parede exterior. Algumas raças indeiscentes têm sido desenvolvidas com suturas fortemente fechadas em uma parede da cápsula muito espessa e resistente. Outra raça indeiscente tem uma parede da cápsula relativamente fina a qual pode flexionar durante a secagem e deste modo reduzir a possibilidade da cápsula explodir. Esta solução é preferível uma vez que cápsulas espessas e duras são difíceis de debulhar (ATSMON, 1989).

Para o mesmo autor a variabilidade no caráter teor de óleo em materiais que compõem o banco de germoplasma da mamona é restrita. Além disso, uma vez que a mamona é comercializada com base no peso ao invés de base percentual de óleo, há pouco incentivo para melhorar essa característica.

Dentre os caracteres que devem ser considerados no melhoramento genético da mamoneira para lançar cultivares e híbridos de alto valor para o produtor, sem dúvida a produtividade é o mais trabalhado. Segundo Laureti & Brigham (1987), a produtividade é uma característica complexa, pois depende 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 da semente, tendo essa ordem de influência. Todos esses caracteres são modificáveis pela seleção de plantas, porém, produtividade é uma característica quantitativa, sendo governada por muitos genes que agem conjuntamente.

As características da planta também devem ser diferenciadas de acordo com a tecnologia de cultivo utilizada. 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, da semeadura à colheita. Para o produtor de maior porte os conceitos para o desenvolvimento de cultivares mudam radicalmente. Nestes casos, em regiões em que há dominância da prática de agricultura tecnificada, os híbridos encaixam

perfeitamente devido a sua melhor uniformidade, ciclo precoce, resposta aos insumos agrícolas e permitindo a colheita mecanizada (SAVY FILHO, 1999).

White (1918) citado por Zimmerman (1958) observou híbridos F1 de mamona que produziram quantidade maior de sementes do que qualquer um dos progenitores. A superioridade dos híbridos em relação aos progenitores é a manifestação da heterose ou vigor híbrido detectada para várias culturas (MONTEIRO et al., 2000; DUARTE e PARTENIANI, 1997) e também para a mamona (HOOKS et al., 1971; MANIVEL et al., 1999). Kiihl (2006) realizando avaliações para obtenção preliminar de novos híbridos de mamona obteve híbridos promissores, tanto para alta produtividade de grãos quanto para estatura baixa, com potencial de utilização em colheita mecanizada.

O programa de instituições públicas de pesquisa do Brasil tem como objetivo o desenvolvimento de cultivares, não sendo a produção de híbridos ainda a prioridade. Um dos motivos da ausência de híbridos no Brasil é que a mamoneira é cultivada por pequenos produtores e, principalmente na Região Nordeste, com baixa tecnologia (Kiihl, 2006). E esse também é um dos motivos da baixa produtividade média nacional, que foi de 826 kg ha⁻¹ em 2010/11, sendo que a média da Região Sudeste foi de 1293 kg ha⁻¹, enquanto que no Nordeste a média foi de 797 kg ha⁻¹ (CONAB, 2010).

2.4 Adubação e ensaios de genótipos

Na agricultura moderna, o custo com fertilizantes contribui em média com aproximadamente 30% do custo total de produção. O aumento da produtividade com a adubação depende das características químicas e físicas do solo e da cultura utilizada, além de outros fatores, como disponibilidade de água, controle de doenças, pragas e invasoras e do uso de cultivares (FAGERIA, 1998).

A eficiência de recuperação de nutrientes pelas culturas anuais é muito baixa; em média a eficiência de N é de 50%, de P de 10% e de K de 40% (BALIGAR e BENNETT, 1986). A baixa eficiência nutricional está relacionada com condições adversas de clima, solo e planta. Para aumentar a eficiência nutricional é necessário entender melhor o efeito desses fatores na absorção e na utilização de nutrientes pela planta (FAGERIA, 1998).

Segundo o mesmo autor, existe variabilidade genética entre espécies e cultivares da mesma espécie, na absorção e utilização de nutrientes; entretanto, é preciso conhecer melhor os mecanismos de absorção e utilização de nutrientes e, também, a natureza e herança da eficiência. Em experimento de campo, a produtividade de grãos é o melhor parâmetro para avaliação da eficiência nutricional em culturas anuais; em caso de experimento em condições controladas, tanto a produtividade de grãos como a produtividade de matéria seca podem ser usadas como parâmetro de avaliação da eficiência nutricional.

O aumento no consumo bem como o uso mais eficiente de fertilizantes minerais ocorrido no Brasil e mantido nos últimos anos, é certamente um componente importante no aumento da produção e da produtividade da maioria das culturas, principalmente aquelas consideradas de exportação. Essa foi uma tendência também para outros países, tendo sido o Brasil o único, em comparação com a China, a Índia e os países em desenvolvimento, que no período entre 1984-1994, apresentou aumento médio da produção de grãos significativamente superior ao aumento médio no consumo de fertilizantes. Esse fato é uma prova inquestionável de aumento da eficiência do uso de fertilizantes, nesse período, no País. O manejo da fertilidade do solo por meio do uso eficiente de corretivos e fertilizantes é responsável, dentre os diversos fatores de produção, por cerca de 50% dos aumentos de produção e produtividade das culturas (LOPES e GUILHERME, 2007).

Severino et al. (2006), em ensaio de adubação N-P-K com a cultivar de mamona BRS Nordestina, observam considerável aumento da produtividade com o uso de fertilizantes químicos. A maior resposta da produtividade foi atribuída ao nitrogênio. Os nutrientes nitrogênio e potássio promoveram aumento do comprimento da inflorescência feminina e a adubação fosfatada promoveu aumento do teor de óleo. Gondim et al. (2008) em experimento com espaçamentos, níveis de adubação e lâminas de irrigação em mamona encontraram dependência entre lâminas de irrigação e adubação para teor de óleo, porém não obteve respostas em produtividade para nenhum dos fatores.

Um genótipo, de qualquer cultura, antes de ser lançado (recomendado) passa por ensaios de competição a campo e este deverá possuir alta produtividade e estabilidade. Esses parâmetros serão utilizados para a indicação de cultivares mais adaptadas as diferentes regiões de cultivo. A presença de interação entre genótipos e ambientes (G x A) é

decorrente do comportamento diferenciado de materiais genéticos frente a condições ambientais distintas (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

Diniz Neto et al. (2009) avaliaram níveis de adubação N-P-K e épocas de plantio das cultivares de mamona BRS Nordestina e Mirante 10 em Pentecostes-CE e Limoeiro do Norte-CE. Ambas responderam à adubação, mas apresentaram resposta diferenciada em relação aos locais. Em Pentecostes, a cultivar BRS Nordestina produziu 1584 kg.ha⁻¹ e a cultivar Mirante 10 produziu 1128 kg.ha⁻¹. Em Limoeiro do Norte a BRS Nordestina produziu apenas 842 enquanto que a Mirante 10 produziu 1152 kg.ha⁻¹. A cultivar BRS Nordestina apresentou boa produtividade em Pentecostes, porém, produziu pouco em Limoeiro do Norte, enquanto que a cultivar Mirante 10 apresentou boa produtividade nos dois locais.

Fageria et al. (1995), avaliando a resposta de genótipos de arroz de sequeiro em vários níveis de fertilidade do solo, encontraram diferenças significativas na produção de grãos entre os genótipo a diferentes níveis de fertilidade. Os genótipos avaliados apresentaram diferenças na absorção e utilização dos nutrientes N, P e K. Peixoto et al. (2002) avaliando a adaptabilidade e a estabilidade de linhagens e cultivares de feijão-vagem em função de diferentes níveis de fertilidade do solo, encontraram comportamentos distintos em cada nível de fertilidade, determinando assim genótipos mais adaptáveis a níveis inferiores bem como genótipos responsivos a níveis de fertilidade elevados.

O suprimento de nutrientes para as plantas implica não apenas seu conteúdo nos solos, mas também seu transporte até a superfície das raízes para serem absorvidos. A chegada dos nutrientes junto às raízes não é necessariamente garantia de absorção plena pelas plantas. Há espécies de plantas mais eficientes em absorver determinado nutriente que outras (NOVAIS e MELLO, 2007).

As diferentes respostas dos genótipos frente a mudanças das condições ambientais representam um problema para os agricultores e um grande desafio para os melhoristas. É de interesse para ambos que as plantas cultivadas apresentem, além de alta produtividade, a estabilidade na qualidade e quantidade do produto comercial. Além disso, a planta deve apresentar uma responsividade positiva aos diferentes ambientes, com capacidade de aproveitar as condições favoráveis ou de responder aos fatores ambientais limitantes (desfavoráveis) (YAMAMOTO, 2006).

Estudos comparativos realizados por Aires (2008) entre genótipos de mamona foram realizados no Rio Grande do Sul em diferentes locais e épocas de semeadura. Os híbridos se destacaram em produtividade, precocidade e maior estabilidade nas diferentes regiões do Estado.

Beltrão et al. (2005), avaliando a estimativa da produtividade primária e partição de assimilados na cultura da mamona no semi-árido brasileiro, observaram que a cultivar BRS Nordestina foi mais produtiva que a BRS 188 Paraguaçu, apresentando folhas maiores, maior produtividade de fitomassa de raízes, caules, ramos, folhas e produtividade total; além disto, observaram-se maiores estimativas de produtividades biológica e de carbono na cultivar BRS 149 Nordestina, quando comparada com a cultivar BRS 188 Paraguaçu.

Veríssimo et al. (2008b), em estudo da interação genótipo x ambiente, estabilidade e adaptabilidade entre genótipos de mamona, concluíram que os híbridos Sara e Savana possuem adaptabilidade a ambientes favoráveis, sendo mais responsivos. As cultivares Al Guarany 2002, IAC 80 e Vinema T1 apresentaram comportamento adaptado às condições desfavoráveis de ambiente. O híbrido Lyra e os cultivares IAC Guarani e IAC 226 possuem adaptabilidade ampla.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Materiais genéticos

Os materiais utilizados no experimento foram dois híbridos desenvolvidos no Programa de Melhoramento de Mamona da UNESP-FCA, e duas cultivares, FCA-PB e IAC 2028. A cultivar FCA-PB apresenta porte baixo (140–180 cm), frutos indeiscentes, suscetibilidade ao mofo-cinzeno, doença causada pelo fungo *Amphobotrys ricini*, teor de óleo em torno de 47% e ciclo precoce, que varia de 130 a 150 dias (ZANOTTO, 2007)¹.

A cultivar IAC-2028 adapta-se às condições edafoclimáticas do Estado de São Paulo, apresenta porte baixo (150–180 cm), frutos indeiscentes, moderada suscetibilidade a doenças, em especial ao mofo-cinzeno, teor de óleo em torno de 47% e ciclo precoce, que varia de 150 a 180 dias. Nos quatro anos de avaliação apresentou, em três municípios paulistas, média de produtividade de grãos de 2.000 kg ha⁻¹ (SAVY FILHO et al, 2007).

¹ ZANOTTO, M. D. Características da cultivar de mamona FCA de porte baixo (FCA-PB). (Comunicação pessoal, 2011).

3.2 Métodos

3.2.1 Localização e período de realização do experimento

O experimento foi conduzido na área da Fazenda Experimental Lageado, Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP – em Botucatu, em um Nitossolo Vermelho distroférico, estruturado, de textura argilosa (EMBRAPA, 1999), no período de 21 de outubro de 2009 a 15 de abril de 2010. Os dados meteorológicos estão apresentados na Figura 1.

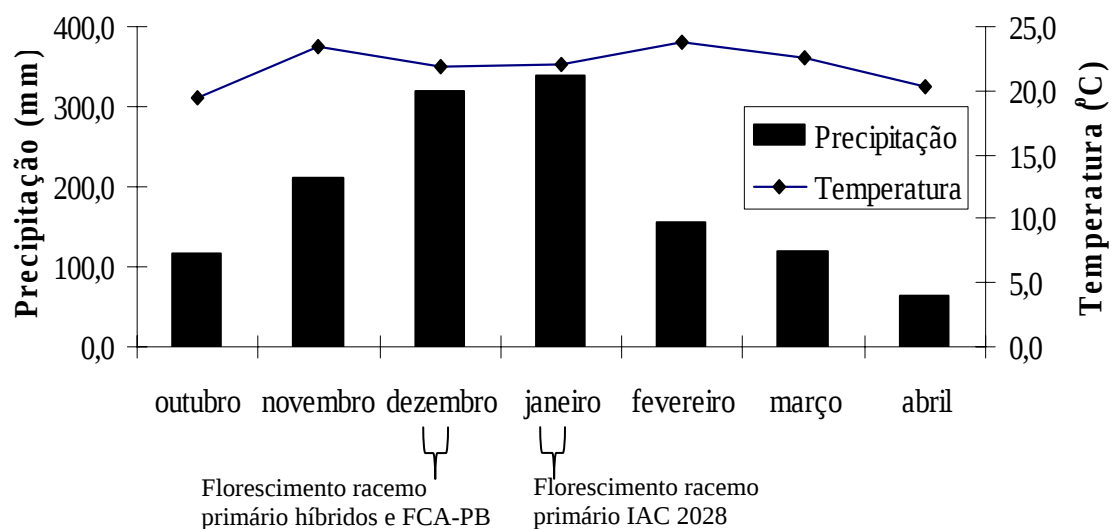


Figura 1. Dados da estação meteorológica do Departamento da Agricultura – Área 17. Botucatu-2010.

A localização da área experimental foi definida pelas coordenadas geográficas: 22°49'19" Latitude Sul e 48°25'30" Longitude Oeste de Greenwich, com altitude média de 770 metros e declividade variável de 0 a 3%, com clima Cwa, pela classificação de Köppen, caracterizado como subtropical úmido, com precipitação média anual em torno de 1400 mm e temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C e a do mês mais frio entre 3 a 18 °C.

3.2.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4x3, com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído por quatro genótipos e o segundo fator por três níveis de adubação. Os quatro genótipos utilizados foram dois híbridos provenientes do Programa de Melhoramento de Mamona da UNESP-FCA (híbrido A e híbrido B) e duas cultivares (FCA-PB e a cultivar comercial IAC 2028). Com base na análise de solo e de acordo com recomendação proposta por Savy Filho (2005) foram estabelecidos três níveis de adubação baixo, médio e alto, que correspondem a 0, 50 e 100% da dose recomendada com base na análise de solo, sendo denominados níveis 0, 1 e 2, respectivamente.

3.2.3 Instalação e condução do experimento

Iniciou-se o preparo da área experimental em fevereiro de 2009; no dia 06/02/2009 foi realizada amostragem de solo para calcular a necessidade de calagem e no dia 11/02/2009 foi realizada a dessecação da área.

A partir da análise de solo e do cálculo da necessidade de calagem baseado em um V% de 60%, foram aplicadas 2,34 t ha⁻¹ no dia 19/03/2009 utilizando calcário com 18% de CaO, 29% de MgO com PRNT de 96%. Após a calagem foi realizada semeadura da aveia no dia 01/04/2009 como cobertura para a semeadura da mamona, sendo que a aveia foi manejada com triton no mês de julho.

Cada parcela experimental foi formada por cinco linhas de 4,25 m espaçadas em 0,75 m e as plantas foram espaçadas 0,53 m correspondendo à uma população de 25 mil plantas ha⁻¹ e abrangendo uma área de 15,95 m². A parcela útil foi formada pelas três linhas centrais e foram descontados em cada linha 0,35 m de cada extremidade. As pequenas dimensões da parcela foram necessárias devido ao restrito número de sementes de híbridos disponíveis. Cada bloco foi formado por 12 parcelas, e os blocos foram separados por

corredores de três metros para facilitar os tratos culturais mecanizados. A área total utilizada pelo experimento foi de aproximadamente 800 m².

Antes da semeadura foi realizada nova amostragem de solo da área com intuito de calcular as quantidades dos nutrientes N, P e K necessárias para a cultura. De acordo com a análise de solo (Tabela 1) e segundo recomendação de Savy Filho (2005), foram definidas como doses necessárias à cultura as quantias de 60-60-20 kg ha⁻¹ de N-P-K. O P e o K foram aplicados todos na semeadura e o N foi parcelado, aplicando 15 kg ha⁻¹ na semeadura e 45 kg ha⁻¹ em cobertura.

A semeadura foi realizada no dia 21/10/2009, utilizando uma semeadora - adubadora para abrir os sulcos. Tanto o adubo como as sementes foram distribuídos manualmente. Foram realizadas duas colheitas nos dias 08/03/2010 e 15/04/2010.

Tabela 1. Análise química da área experimental. Botucatu-SP. 2010.

pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	H+Al	SB	Al ³⁺	V(%)	P	M.O.
(CaCl ₂)	----- mmol _c dm ⁻³ -----			-----			%	mg dm ⁻³	g dm ⁻³
4,6	19	14	4,9	53,2	38,01	3	41,7	9	28

3.2.4 Avaliações

Após o completo desenvolvimento da parte vegetativa da planta, no dia 27 de janeiro de 2010 foram realizadas as avaliações:

-altura de inserção do racemo primário (AI);

-altura total de plantas (AT);

-número de nós até a inserção do racemo primário (NN);

-diâmetro do colmo (DC): realizada com paquímetro a uma altura de 10cm da base do colo;

-comprimento médio do internódio (CI): AI dividida pelo NN;

-projeção da copa na linha (PCL);

-projeção da copa na entre linha (PCEL);

-área da projeção da copa (APC): PCL multiplicada pela PCEL.

A colheita foi realizada utilizando 10 plantas úteis, que estivessem sem falhas na linha e entre linha. No dia 08/03/2010 foi realizada a colheita do racemo primário e no dia 09/03/2010 foi realizada a colheita dos racemos de ordem superior. Foi realizada uma segunda colheita dos demais racemos de ordem superior no dia 15/04/2010. Apesar do ciclo dos híbridos ser mais curto a colheita ocorreu no mesmo período, pois houve ataque de mofo-cinzeno no racemo primário dos híbridos e da cultivar FCA-PB (Figura 2) porque o florescimento desses materiais iniciou em dezembro de 2009, sendo que durante dezembro de 2009 e janeiro de 2010 houve alto índice pluviométrico (Figura 1).



Figura 2. Ataque de mofo cinzeno em racemo primário de híbrido de mamona. Botucatu-SP.

Os racemos eram acondicionados em sacos de papel catalogados e posteriormente foram realizadas as seguintes avaliações:

- número de racemos por planta (NR);**
- número de grãos no racemo primário (NGRP);**
- número de grãos nos racemos posteriores (NGRPost):** soma de todos os grãos dos racemos de ordem superior;
- contribuição relativa do número de grãos no racemo primário em relação ao total (CRNGRP);**
- número de grãos por racemo (NGRP):** NGRP somado ao NGRPost e dividido pelo NR;
- massa de grãos no racemo primário (MGRP);**
- massa de grãos nos racemos posteriores (MGRPost);**
- contribuição relativa da massa de grãos no racemo primário em relação ao total (CRMGRP);**
- massa de grãos por racemo (MGR):** MGRP somado ao MGRPost e dividido pelo NR;
- comprimento efetivo do racemo primário (CERP):** medição da parte que apresentava frutos;
- comprimento total do racemo primário (CTRP);**
- percentagem efetiva do racemo primário (PERP):** CERP dividido pelo CTRP;
- comprimento efetivo dos racemos posteriores (CERPost):** comprimento médio da parte que apresentava frutos de todos os racemos de ordem superior;
- comprimento total dos racemos posteriores (CTRPost):** comprimento médio total de todos os racemos de ordem superior;
- percentagem efetiva dos racemos posteriores (PERPost):** CERPost dividido pelo CTRPost;
- massa de 100 grãos do racemo primário (MCGRP);**
- massa de 100 grãos dos racemos posteriores (MCGRPost);**
- massa de 100 grãos totais (MCGT);**
- densidade de grãos no racemo primário (DGRP):** NGRP dividido pelo CERP;

-densidade de grãos no racemo posterior (DGRPost): NGRPost dividido pelo CERPost;

-densidade de grãos totais (DGT);

-produtividade (PROD): estimada a partir das 10 plantas úteis e corrigida a 13% de umidade. Nas parcelas que não obtiveram 10 plantas úteis foi realizada correção para número de plantas;

-teor de óleo do racemo primário (TORP);

-teor de óleo total (TOT);

-produtividade de óleo (PO): PROD multiplicado pelo TOT.

Para a determinação do teor de óleo, amostras dos grãos foram secadas em estufa a 65 °C por 24 horas e submetidas à análise por ressonância magnética nuclear (RMN), realizadas na Embrapa Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento da Instrumentação Agropecuária (CNPDIA), em São Carlos-SP.

A partir dos dados de produtividade foi realizado o cálculo de eficiência agrônômica (EA) baseada na fórmula proposta por Fageria (1998):

$$EA = \frac{\text{produtividade com adubação} - \text{produtividade sem adubação}}{\text{quantidade de nutriente aplicado (kg)}}$$

A quantidade de nutriente aplicado correspondeu à soma das doses recomendadas para cada nutriente, que foi de 60-60-20 de N-P-K, totalizando 140 kg ha⁻¹.

3.2.5 Análise dos resultados

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi realizada também correlação de Pearson entre as variáveis e a produtividade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os híbridos apresentaram as menores alturas, tanto de AI quanto de AT (Tabela 2). A cultivar FCA-PB apresentou AI maior que os híbridos e menor que a cultivar IAC 2028, caracterizando também seu porte baixo. Valores maiores para altura de plantas dos cultivares em relação aos híbridos também foi constatada por Lopes et al. (2008), em ensaio de crescimento inicial de genótipos de mamona, estes observaram maior crescimento em altura de plantas da cultivar BRS Nordestina em relação aos híbridos Lyra e Savana.

Ferreira et al. (2009) encontraram maior altura de plantas e altura de inserção do primeiro racemo das cultivares BRS Nordestina e BRS Paraguaçu em relação aos híbridos Lyra e Savana. Como a altura de inserção é uma característica ligada à precocidade da planta, os híbridos, que possuem seleção para precocidade no florescimento, possuem alturas de inserção do racemo primário menores que as cultivares. Cargnelutti Filho et al. (2010) encontraram valores de altura de inserção do racemo primário para os híbridos Sara e Lyra de 26,62 e 25,95cm, respectivamente, sendo semelhantes aos híbridos do Programa de Melhoramento da UNESP.

Para DC observa-se valor maior da cultivar IAC 2028 em relação aos demais materiais, corroborando dados encontrados por Lopes et al. (2008) e Ferreira et al. (2009), em que encontraram maiores médias de diâmetro de colmo nas cultivares. O NN apresentou o mesmo comportamento encontrado para AI, sendo que os dois híbridos obtiveram as menores médias, seguidos da cultivar FCA-PB, e da cultivar IAC 2028, que

apresentou o maior NN (Tabela 2). Para CI as duas cultivares apresentaram médias maiores do que os híbridos.

Tabela 2. Altura de inserção do racemo primário (AI), altura de plantas (AP), número de nós até a inserção do racemo primário (NN), diâmetro de colmo (DC), comprimento médio do internódio (CI) em função de genótipos e níveis de adubação. Botucatu-SP.

Fonte variação	AI	AT	NN	DC	CI
Genótipos	(cm)	(cm)		(mm)	(cm)
Híbrido A	25,37 c	97,98 b	10,60 c	2,17 b	2,40 b
Híbrido B	27,17 c	106,78 b	10,26 c	2,16 b	2,64 b
FCA-PB	43,82 b	150,11 a	12,01 b	2,22 b	3,28 a
IAC 2028	58,28 a	153,60 a	17,75 a	2,50 a	3,68 a
DMS	6,58	14,10	0,63	0,24	0,53
Níveis de adubação					
1	34,00 b	118,27 b	12,91 a	2,08 b	2,57 b
2	36,40 b	123,44 b	12,63 a	2,21 b	2,84 b
3	45,57 a	139,64 a	12,42 a	2,49 a	3,58 a
DMS	5,17	11,07	0,49	0,19	0,41
Teste F					
Genótipos (G)	81,18**	61,22**	450,60**	6,6**	17,94**
Níveis de adubação (N)	16,79**	12,22**	2,97 ^{ns}	14,81**	19,29**
G x N	2,07 ^{ns}	0,81 ^{ns}	3,88 ^{ns}	0,71 ^{ns}	1,26 ^{ns}
CV (%)	15,41	10	4,49	9,6	15,91

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** significativo e ^{ns} não significativo, a 5% de probabilidade pelo teste F.

Em relação aos níveis de adubação, com exceção do NN, todas as variáveis apresentaram a mesma resposta, em que o nível 2 foi significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; ou seja, 100% da adubação recomendada proporcionou incremento nos valores da maioria dos caracteres (Tabela 2).

O crescimento de estruturas vegetativas em função do aumento da adubação N-P-K foram também observadas por Diniz Neto et al. (2009a). Com doses de 0, 50, 100 e 150% do nível base 80-50-30, os autores encontraram ajuste linear para altura de plantas e diâmetro caulinar da cultivar Mirante sob cultivo irrigado, ou seja, a resposta vegetativa da planta é observada em níveis superiores aos recomendados pela análise de solo. Severino et al.

(2006) encontraram aumento da altura de inserção do primeiro racemo, comprimento do internódio e diâmetro do caule na aplicação de adubação de referência (50-60-40 kg ha⁻¹ de N-P-K) em relação a testemunha sem adubação. Severino et al. (2005) encontraram diferença significativa apenas para altura de inserção na parcela com adubação referência (25-60-40 kg ha⁻¹ de N-P-K) em relação à testemunha.

Com relação ao NN, não houve diferença entre os níveis de adubação. A ausência de resposta à adubação desta variável também foi observada por Severino et al. (2006), e Severino et al. (2005) demonstrando ser esta uma característica com baixa influência ambiental (Tabela 2).

Para PCEL os materiais tiveram o mesmo comportamento das outras variáveis vegetativas observadas na tabela 2, sendo que os híbridos apresentaram valores menores do que as cultivares. Para APC somente houve diferença significativa entre o híbrido B e a cultivar IAC 2028 (Tabela 3).

Tabela 3. Projeção da copa na linha (PCL), projeção da copa na entre linha (PCEL) e área da projeção da copa (APC) em função de genótipos e níveis de adubação. Botucatu-SP, 2010.

Fonte variação	PCL	PCEL	APC
	(cm)	(cm)	(cm ²)
Genótipos			
Híbrido A	91,13a	95,65b	8800,80 ab
Híbrido B	86,27a	93,08b	8118,51 b
FCA-PB	91,74a	100,98a	9333,72 ab
IAC 2028	95,93a	110,18a	10606,10 a
DMS	11,04	10,85	1858,23
Níveis de adubação			
1	91,89a	97,99a	9101,79 a
2	87,28a	97,81a	8611,14a
3	94,63a	104,12a	9931,44a
DMS	8,67	8,52	1459,82
Teste F			
Genótipos (G)	1,88 ^{ns}	7,11**	4,7**
Níveis de adubação (N)	2,21 ^{ns}	2,14 ^{ns}	2,52 ^{ns}
G x N	0,92 ^{ns}	1,35 ^{ns}	1,14 ^{ns}
CV (%)	10,95	9,82	18,25

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** significativo e ^{ns} não significativo, a 5% de probabilidade pelo teste F.

O menor crescimento dos híbridos é um dos objetivos mais importantes nos programas de melhoramento, visando à obtenção de materiais com menor dreno vegetativo e com características que possibilitem seu adensamento e favoreça a colheita mecanizada. Conforme pode se observar na Tabela 3 não houve efeito dos níveis de adubação das variáveis de projeção de copa.

O híbrido B apresentou maior NR em relação às cultivares; já o híbrido A foi superior apenas à cultivar IAC 2028, que apresentou valor baixo de emissão de racemos. Com exceção do racemo primário, nem todas as plantas da cultivar IAC 2028 emitiram racemos secundários (Tabela 4).

Tabela 4. Número de racemos por planta (NR), número de grãos do racemo primário (NGRP), número de grãos dos racemos posteriores (NGRPost), contribuição relativa do número de grãos do racemo primário no total (CRNGRP) e número de grãos por racemo (NGR) em função de genótipos e níveis de adubação. Botucatu-SP, 2010.

Fonte variação	NR	NGRP	NGRPost	CRNGRP	NGR
Genótipos				(%)	
Híbrido A	4,39 ab	47,54 b	256,84 a	18,18 c	68,77 b
Híbrido B	5,16 a	47,96 b	273,70 a	15,31 c	63,39 b
FCA-PB	3,45 b	67,62 b	149,62 b	31,72 b	65,10 b
IAC 2028	1,39 c	143,39 a	29,96 c	83,64 a	127,69 a
DMS	1,15	44,83	74,28	10,7	20,99
Níveis de adubação					
1	3,51 a	75,79 a	159,59 b	40,38 a	73,69 a
2	3,25 a	81,11 a	141,09 b	42,04 a	84,18 a
3	4,11 a	70,52 a	237,68 a	27,18 b	84,09 a
DMS	0,9	41,17	58,31	8,4	16,48
Teste F					
Genótipos (G)	29,16**	45,79**	33,28**	126,37**	31,45**
Níveis de adubação (N)	2,82 ^{ns}	0,837 ^{ns}	9,22**	11,24**	1,66 ^{ns}
G x N	0,94 ^{ns}	4,34**	0,65 ^{ns}	1,88 ^{ns}	1,13 ^{ns}
CV (%)	27,97	29,59	36,61	25,74	23,01

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** significativo e ^{ns} não significativo, a 5% de probabilidade pelo teste F.

Conforme observado na Figura 2, a perda do racemo primário ocasionada pelo mofo-cinzeno possivelmente promoveu aumento da emissão de racemos secundários, conforme observado no NR (Tabela 4). Ferreira et al. (2009) observou maior número de racemos nos híbridos Lyra e Savana, média de 2 por planta, enquanto as cultivares BRS Nordestina e BRS Paraguaçu apresentaram média de 1,6 racemos por planta.

No desdobramento do NGRP dos genótipos dentro de cada nível de adubação observa-se que, com exceção do híbrido B no nível 0, todos os materiais diferiram da cultivar IAC 2028 (Tabela 5). Para os híbridos e a cultivar FCA-PB essa variável foi prejudicada devido ao excesso de chuvas no mês de dezembro de 2009 (Figura 1). Nessa época os híbridos e a cultivar FCA-PB, por serem mais precoces, já estavam emitindo o racemo primário. O excesso de chuvas permaneceu até janeiro durante o desenvolvimento do racemo ocorrendo ataque de mofo-cinzeno (Figura 2). A cultivar IAC iniciou o florescimento do racemo primário em meados de janeiro, não apresentando problemas com a doença.

Tabela 5. Desdobramento da interação genótipos x níveis de adubação para número de grãos no racemo primário (NGRP). Botucatu-SP, 2010.

Genótipos	Níveis de adubação			DMS
	0	1	2	
Híbrido A	45,28 bA	69,83 bA	33,08 bA	41,17
Híbrido B	79,16 abA	34,72 bB	30,02 bB	
FCA	61,04 bA	70,88 bA	70,95 bA	
IAC	117,72 aB	146,20 aAB	173,90 aA	
DMS		44,83		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No desdobramento dos níveis dentro de cada genótipo, o híbrido B apresentou menor número de grãos no nível 2, indicando uma possível suscetibilidade à doença do genótipo sob condições de maior adubação (Tabela 5). Já a cultivar IAC 2028, que não apresentou problemas com ataque de mofo-cinzeno, houve resposta positiva com o aumento do nível de adubação.

Em virtude do maior NR, o NGRPost dos híbridos foi maior do que das cultivares e a cultivar FCA-PB também obteve maior NGRPost que a cultivar IAC 2028, resultando em uma pequena CRNGRP para os híbridos e a cultivar FCA-PB. Sendo assim a

cultivar IAC 2028 foi o genótipo em que o racemo primário foi o principal responsável pela formação de grãos, com mais de 80% (Tabela 4).

Devido ao baixo NR por planta da cultivar IAC 2028, a média de NGR foi maior do que nos demais materiais (Tabela 4). Cargnelutti Filho et al. (2010) encontraram valores similares ao cultivar IAC 2028 com os híbridos Sara e Lyra, com 115 e 128 número de grãos por racemo; porém, nesse referido ensaio, a população utilizada foi de apenas 13889 plantas.ha⁻¹. Conforme Souza-Schlick et al. (2009a; 2009b), a redução da população promove aumento do número de grãos por racemo. Já Ferreira et al. (2009) encontraram maior valor de grãos por racemo dos híbridos Lyra e Savana, com respectivamente 120 e 105, em relação às cultivares BRS Nordestina e BRS Paraguaçu, com 55 e 57 grãos por racemo, respectivamente.

Em relação aos níveis de adubação observa-se resposta para NGRPost e CRNGRP. Para NGRPost houve resposta positiva somente no nível de adubação 2, ou seja, 100% da dose recomendada (Tabela 4). De acordo com Ceretta et al. (2007), a adubação é um procedimento realizado com o propósito de “complementar” o que o solo tem para disponibilizar às plantas. Dessa forma infere-se que o nível de adubação 1, ou seja, 50% da dose recomendada, não forneceu quantidade de nutrientes suficiente para haver resposta da planta.

Para CRNGRP observa-se maior contribuição do racemo primário no total do número de grãos nos níveis baixos de adubação, 0 e 1 (Tabela 4). Isso ocorre provavelmente em função de uma resposta da planta a baixos níveis de nutrientes, priorizando a formação de grãos no racemo primário, reduzindo o gasto de fotoassimilados na formação de grãos nos racemos de ordem superior.

Os níveis de adubação não influenciaram o NR (Tabela 4), corroborando os dados observados por Severino et al. (2005), porém discordando de Chiaradia et al. (2009), que encontraram resposta linear positiva desta variável para a cultivar IAC Guarani em função do aumento da aplicação de lodo de esgoto nas taxas de 0; 50; 100 e 200% da necessidade de N pela cultura. Diniz Neto et al. (2009a) também constataram aumento do número de racemos por planta com o aumento dos níveis de adubação para a cultivar Mirante 10. Com relação ao NGR houve ausência de resposta aos níveis de adubação; porém Diniz Neto et al. (2009a) observaram resposta positiva para número de frutos por racemo em função do aumento do nível de adubação na cultivar BRS Nordestina em cultivo irrigado.

A MGRP sofreu influência da interação entre genótipos e níveis de adubação (Tabela 6). No desdobramento dos genótipos dentro de cada nível para MGRP o comportamento é similar ao observado para NGRP (Tabela 5), sendo que a cultivar IAC 2028 foi superior aos demais genótipos em todos os níveis de adubação (Tabela 7).

Tabela 6. Massa de grãos no racemo primário (MGRP), massa de grãos nos racemos posteriores (MGRPost), contribuição relativa da massa de grãos do racemo primário no total (CRMGRP) e massa de grãos por racemo (MGR) em função de genótipos e níveis de adubação. Botucatu-SP, 2010.

Fonte variação	MGRP	MGRPost	CRMGRP	MGR
Genótipos	g	g	%	g
Híbrido A	13,29 ^{bc}	66,6 ^a	18,85 ^c	18,71 ^b
Híbrido B	12,74 ^c	75,51 ^a	14,91 ^c	17,37 ^b
FCA-PB	21,96 ^b	45,13 ^b	33,58 ^b	20,14 ^b
IAC 2028	52,25 ^a	9,51 ^c	85,71 ^a	45,44 ^a
DMS	15,46	20	11,48	6,81
Níveis de adubação				
1	24,00 ^a	43,43 ^b	41,83 ^a	22,61 ^a
2	27,12 ^a	39,69 ^b	43,26 ^a	26,80 ^a
3	23,10 ^a	68,51 ^a	27,59 ^b	26,15 ^a
DMS	14,2	15,7	9,02	5,39
Teste F				
Genótipos (G)	64,56 ^{**}	32,48 ^{**}	115,89 ^{**}	55,48 ^{**}
Níveis de adubação (N)	1,12 ^{ns}	11,91 ^{**}	11,05 ^{**}	2,20 ^{ns}
G x N	3,21 ^{**}	1,00 ^{ns}	0,05 ^{ns}	1,26 ^{ns}
CV (%)	31,29	35,02	26,91	23,93

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** significativo e ^{ns} não significativo, a 5% de probabilidade pelo teste F.

Em relação ao desdobramento dos níveis de adubação dentro de cada genótipo, observa-se que somente a cultivar IAC 2028 respondeu ao aumento da adubação, conforme observado para NGRP (Tabela 7).

Tabela 7. Desdobramento da interação genótipos x níveis de adubação para massa de grãos do racemo primário (MGRP). Botucatu-SP, 2010.

Genótipos	Níveis de adubação			DMS
	0	1	2	
	----- g -----			
Híbrido A	12,42 bA	19,65 bA	9,39 bA	14,20
Híbrido B	20,45 bA	9,68 bA	8,08 bA	
FCA	20,72 bA	22,98 bA	22,17 bA	
IAC	42,40 aB	54,30 aAB	62,66 aA	
DMS		15,46		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O comportamento dos componentes de produção relacionadas à massa de grãos foi similar ao observado para os componentes ligados ao número de grãos (Tabela 4), com a cultivar IAC 2028 sendo superior em CRMGRP e MGR (Tabela 6). Ferreira et al. (2009) obtiveram valores superiores de massa de grãos por racemo dos híbridos Lyra e Savana, com 185 e 153 g por racemo, respectivamente; enquanto que as cultivares BRS Nordestina e BRS Paraguaçu produziram respectivamente, 76 e 80 g por racemo. Para MGRPost os híbridos foram superiores às duas cultivares e a cultivar FCA-PB foi superior à cultivar IAC 2028, confirmando a compensação das perdas do racemo primário com o aumento da massa de grãos dos racemos de ordem superior.

Entre os níveis de adubação pode-se observar resposta positiva para MGRPost (Tabela 6). A resposta negativa da CRMGRP confirma a hipótese de que sob menor suprimento de nutrientes, a planta prioriza a formação e enchimento de grãos do racemo primário. Segundo Rando e Quintanilha (1990) e Corrêa et al. (2006), a participação dos racemos na produção da planta decresce com o aumento da ordem dos racemos. Sendo assim a planta fornece mais fotoassimilados para os racemos de ordem inferior em condições de menor aporte de adubo aplicado. Sadras et al., (1997), observaram que sob condições mais estressantes (maior densidade e menor aporte de nitrogênio) houve redução do acúmulo de massa em estruturas vegetativas em algodão, reduzindo o gasto de assimilados com drenos vegetativos, priorizando os drenos reprodutivos.

A interação genótipos e níveis de adubação foi significativa somente para CERP e PERP (Tabela 8). No desdobramento dos genótipos dentro de cada nível para CERP observa-se que no nível 0 os híbridos se equipararam à cultivar IAC 2028, com

destaque para o híbrido B (Tabela 9). Já a FCA-PB apresentou o menor comprimento e se igualou somente ao híbrido A. Nos níveis 1 e 2 a cultivar IAC 2028 supera os demais genótipos.

Tabela 8. Comprimento da parte efetiva do racemo primário (CERP), comprimento total do racemo primário (CTRP), percentagem efetiva do racemo primário (PERP), comprimento da parte efetiva dos racemos posteriores (CFemRPost), comprimento total dos racemos posteriores (CTRPost), percentagem efetiva dos racemos posteriores (PFemRPost) em função de genótipos e níveis de adubação. Botucatu-SP, 2010.

Fonte variação	CERP	CTRP	PERP	CERPost	CTRPost	PERPost
Genótipos	cm	cm	%	cm	cm	(%)
Híbrido A	17,49b	20,91c	83,70a	37,48a	40,78a	92,01a
Híbrido B	17,92b	27,01bc	64,20b	27,36b	40,41a	68,22b
FCA-PB	14,92b	29,98b	49,56c	20,44bc	37,78a	53,34c
IAC 2028	34,77a	46,63a	73,78ab	18,07c	27,50b	66,44b
DMS	11,28	8,68	19,54	8,87	13,09	8,1
Níveis de adubação						
1	21,33a	30,32a	71,02a	24,41a	33,96a	70,41a
2	21,10a	31,83a	66,36a	24,63a	36,18a	69,48a
3	20,75a	30,95a	64,38a	28,30a	40,38a	68,86a
DMS	10,35	6,81	18,68	6,96	10,27	6,35
Teste F						
Genótipos (G)	29,10**	22,81**	23,53**	13,78**	3,06*	57,70**
Níveis de adubação (N)	0,04 ^{ns}	0,15 ^{ns}	1,75 ^{ns}	1,18 ^{ns}	1,23 ^{ns}	0,19 ^{ns}
G x N	5,84**	1,72 ^{ns}	4,33**	0,92	0,71	1,85 ^{ns}
CV (%)	26,79	24,69	15,11	30,39	31,4	10,26

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** significativo e ^{ns} não significativo, a 5% de probabilidade pelo teste F.

Com relação ao desdobramento dos níveis de adubação dentro de cada genótipo somente o híbrido B e a cultivar IAC 2028 apresentaram diferenças (Tabela 9). Para o híbrido B o nível 0 foi superior ao nível 1 e 2 tendo resposta negativa com o aumento do nível de adubação. Já a cultivar IAC 2028 apresentou resposta positiva, com o nível 2 sendo superior ao nível 0 e 1, corroborando os dados de Severino et al. (2006), em que a aplicação da adubação de referência aumentou o comprimento da parte feminina, onde estão localizados os frutos. A cultivar IAC apresentou aumento da parte efetiva de 61% comparando o nível 0 com

o nível 2, enquanto Severino et al. (2006) obtiveram aumento de 75% na parte feminina com a cultivar BRS Nordestina.

Tabela 9. Desdobramento da interação genótipos x níveis de adubação para comprimento da parte efetiva do racemo primário (CERP). Botucatu-SP, 2010.

Genótipos	Níveis de adubação			DMS
	0	1	2	
	----- cm -----			
Híbrido A	18,80 abA	20,22 bA	14,13 bA	10,35
Híbrido B	25,55 aA	14,88 bB	13,32 bB	
FCA	12,48 bA	17,22 bA	15,08 bA	
IAC	28,48 aB	31,86 aB	47,06 aA	
DMS		11,28		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A cultivar IAC 2028 foi superior aos demais genótipos para CTRP (Tabela 8), corroborando os dados de NGRP e PGRP, e destaca-se a grande importância do racemo primário nesta cultivar, uma vez que esta apresenta apenas 1,39 racemos por planta (Tabela 4). Desta forma este racemo não compete por fotoassimilados com outros racemos apresentando um maior crescimento observado nas variáveis ligadas ao racemo primário. Dados divergentes foram observados por Ferreira et al. (2009) com comprimento médio do racemo de 33,5 para o híbrido Lyra e de 34,1 para o híbrido Savana, enquanto as cultivares BRS Nordestina e BRS Paraguaçu obtiveram 14,9 e 15,6 cm, respectivamente.

No desdobramento dos genótipos dentro de cada nível para PERP, observa-se que no nível 0 o híbrido A e o híbrido B são superiores, com destaque para o híbrido A, com mais de 90% (Tabela 10). A cultivar IAC 2028 apresenta percentagem equivalente ao híbrido B e a cultivar FCA-PB é inferior a todos os genótipos. No nível 1 o híbrido A é superior apenas ao híbrido B e à cultivar FCA-PB. Já no nível 2 a cultivar IAC 2028 apresenta o maior valor sendo superior ao híbrido B e à cultivar FCA-PB.

O desdobramento dos níveis de adubação dentro de cada genótipo mostra que o híbrido A responde negativamente ao aumento do nível de adubação, com o nível 2 sendo inferior aos níveis 0 e 1 (Tabela 10). Analisando os dados da Tabela 9, como não houve resposta em CERP do híbrido A, o que ocorreu foi um aumento do comprimento da parte sem frutos do racemo primário. O híbrido B obteve maior percentagem no nível 0, sendo

superior ao nível 1 e a cultivar FCA-PB não apresentou resposta à adubação. A cultivar IAC 2028 apresentou comportamento similar ao observado na Tabela 9, com aumento da percentagem efetiva com o aumento do nível de adubação. Severino et al. (2006) não obtiveram resposta na proporção parte feminina/masculina dos racemos em relação à ausência e presença de adubação de referência.

Tabela 10. Desdobramento da interação genótipos x níveis de adubação para percentagem efetiva do racemo primário (PERP). Botucatu-SP, 2010.

Genótipos	Níveis de adubação			DMS
	0	1	2	
	----- % -----			
Híbrido A	92,30 aA	90,27 aA	70,17 abB	18,68
Híbrido B	77,24 abA	55,10 bB	60,28 bcAB	
FCA	47,35 cA	54,88 bA	46,45 cA	
IAC	67,20 bB	71,16 abAB	86,04 aA	
DMS	19,54			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na variável CERPost o híbrido A foi superior aos demais seguido do híbrido B, que se igualou à cultivar IAC 2028 mas foi superior à cultivar FCA-PB. Já esta se igualou apenas à cultivar IAC 2028. Para o CTRPost a cultivar IAC 2028 apresentou o menor valor, caracterizando seu baixo potencial em desenvolvimento de racemos posteriores. Para PERPost o híbrido A foi superior aos demais genótipos; o híbrido B e a cultivar IAC 2028 apresentam os mesmos valores e a cultivar FCA-PB obteve o menor valor (Tabela 8).

Nenhuma das variáveis apresentou resposta aos níveis de adubação (Tabela 8), divergindo dos resultados encontrados por Severino et al. (2006), em que encontraram aumento do comprimento total e do comprimento da parte feminina da cultivar BRS Nordestina, quando esta recebeu o tratamento com adubação de referência. O comprimento total aumentou de 38,8 para 49,4; enquanto que o comprimento feminino aumentou de 29 para 38,5.

Para MCGRP a cultivar IAC 2028 foi superior aos demais genótipos, e a cultivar FCA-PB foi superior aos dois híbridos, que apresentaram o mesmo comportamento (Tabela 11). Conforme citado anteriormente, houve incidência de mofo-cinza nos racemos primários dos híbridos e na cultivar FCA-PB. De acordo com Massola e Bedendo (1997), o

fungo ataca as inflorescências e os frutos da mamoneira em qualquer fase de desenvolvimento. Em consequência, ocorre completa deterioração das inflorescências e dos frutos e os cachos tornam-se frouxos e com as cápsulas pendentes. As sementes das cápsulas afetadas apresentam desde redução no teor de óleo até chochamento completo.

Tabela 11. Massa de cem grãos do racemo primário (MCGRP), massa de cem grãos dos racemos posteriores (MCGRPost), massa de cem grãos total (MCGT), densidade de grãos no racemo primário (DGRP), densidade de grãos nos racemos posteriores (DGRPost), densidade de grãos por racemo total (DGT) em função das fontes de genótipos e níveis de adubação. Botucatu-SP, 2010.

Fonte variação	MCGRP	MCGRPost	MCGT	DGRP	DGRPost	DGT
Genótipos	g	g	g	grãos cm ⁻¹	grãos cm ⁻¹	grãos cm ⁻¹
Híbrido A	28,00c	26,72 a	27,10c	2,84b	2,02 c	1,66 b
Híbrido B	27,17c	27,50 a	27,46c	2,68b	2,47 c	2,05 b
FCA-PB	32,75b	30,25 a	31,15b	4,50a	3,47b	2,77 a
IAC 2028	36,54a	29,73 a	35,63a	4,20a	4,95 a	3,00a
DMS	3,43	5,16	2,6	1,11	0,89	0,65
Níveis de adubação						
1	30,81 a	27,88 a	29,95 a	3,69 a	3,15 a	2,33 a
2	31,47 a	28,33 a	30,65 a	3,69 a	3,38 a	2,41 a
3	30,93 a	29,53 a	30,29 a	3,28 a	3,13 a	2,38 a
DMS	2,69	4,05	2,04	0,87	0,7	0,15
Teste F						
Genótipos (G)	23,67**	1,60 ^{ns}	33,63**	10,45**	30,66**	13,48**
Níveis de adubação (N)	0,20 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,87 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,09 ^{ns}
G x N	0,72 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,25 ^{ns}
CV (%)	9,74	15,93	7,57	27,62	24,33	24

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** significativo e ^{ns} não significativo, a 5% de probabilidade pelo teste F.

Para o MCGRPost não houve diferença entre os genótipos, evidenciando as perdas dos híbridos em peso grãos no racemo primário (Tabela 11). Com relação ao MCGT, as cultivares foram superiores aos híbridos, sendo que a cultivar IAC 2028 foi superior à cultivar FCA-PB. Esses resultados corroboram os encontrados Ferreira et al. (2009), onde o peso de cem grãos das cultivares BRS Nordestina e BRS Paraguaçu foi superior ao dos híbridos Lyra e Savana.

Com relação à DGRP, DGRPost e DGT observa-se que as cultivares apresentam valores superiores aos híbridos (Tabela 11). Essa resposta foi observada por Ferreira et al. (2009), em que os híbridos Lyra e Savana apresentaram, respectivamente, densidades de 3,6 e 3,1 grãos.cm⁻¹, enquanto as cultivares BRS Nordestina e BRS Paraguaçu apresentaram, respectivamente, 4,9 e 4,6 grãos.cm⁻¹.

Nenhuma variável respondeu ao aumento do nível de adubação (Tabela 11). Para peso de cem grãos, Diniz Neto et al. (2009b), também não encontraram respostas nas cultivares BRS Nordestina e da cultivar Mirante 10, tanto em Pentecoste-CE como em Limoeiro do Norte-CE. Em relação às variáveis de densidade de grãos por racemo Chiaradia et al. (2009) obteve os mesmos resultados, sem resposta em função do aumento da aplicação de lodo de esgoto nas taxas de 0; 50; 100 e 200% da necessidade de N pela cultura, sendo que a densidade variou entre 2,73 e 2,58.

A interação genótipos e níveis de adubação não foi significativa para PROD. Porém para ambas fontes de variação genótipos e níveis de adubação, houve significância (Tabela 12). Apesar da ausência de interação entre genótipos e níveis de adubação, os dados foram desdobrados para melhor visualizar a resposta produtiva, por ser esta a característica mais importante do ponto de vista agrônomo.

Observa-se que o híbrido B foi superior às duas cultivares e o híbrido A se equiparou a todos os genótipos. A produção do híbrido B é 37% superior a média das cultivares. Com relação aos níveis de adubação pode-se observar resposta do nível 2 em relação ao nível 0 e 1 (Tabela 12).

A superioridade de híbridos de mamona em relação às cultivares foi observada por vários autores (Ferreira et al., 2009; Aires, 2008; Silva et al, 2008; Cozer et al., 2008; Veríssimo et al., 2008a; Ferreira et al., 2006). Segundo Ferreira et al. (2009), os híbridos Lyra e Savana produziram ambos em média 1000 kg.ha⁻¹, e as cultivares BRS Nordestina e BRS Paraguaçu produziram ambas aproximadamente 700 kg.ha⁻¹, ou seja, os híbridos produziram 42% a mais que as cultivares.

Tabela 12. Produtividade (PROD) em função dos genótipos e dos níveis de adubação. Botucatu-SP, 2010.

Fonte variação	PROD
Genótipos	kg ha ⁻¹
Híbrido A	2072,21 ab
Híbrido B	2206,20 a
FCA-PB	1677,21 b
IAC 2028	1544,17 b
DMS	548,58
Níveis de adubação	
0	1685,67 b
1	1670,26 b
2	2290,43 a
DMS	430,60
Teste F	
Genótipos (G)	4,86**
Níveis de adubação (N)	8,09**
G x N	1,23 ^{ns}
CV (%)	25,78

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** significativo e ^{ns} não significativo, a 5% de probabilidade pelo teste F.

Aires (2008) encontrou, na média de três locais, produtividades para os híbridos Lyra, Mara, Savana, Iris, Sara e Lara variando entre 1942 e 1558, com média de 1758 kg.ha⁻¹, enquanto as cultivares AL Guarany 2002, IAC Guarani, Nordestina, Vinema T1, IAC 226, IAC 80 e Mirante 10 variaram a produtividade entre 1629 e 855, com média de 1240 kg.ha⁻¹. Em relação a épocas de semeadura o mesmo autor observou que os híbridos apresentaram comportamento estável da produtividade. As semeaduras tardias, em novembro e dezembro, acarretaram redução da produtividade nas variedades, devido ao seu ciclo mais longo que os híbridos. Isso causou problemas com veranicos em janeiro e redução do fotoperíodo após fim de dezembro.

Veríssimo et al. (2008b) em estudo da interação genótipo x ambiente entre genótipos de mamona concluíram que os híbridos Sara e Savana possuem adaptabilidade a ambientes favoráveis, sendo mais responsivos. As cultivares Al Guarany 2002, IAC 80 e Vinema T1 apresentaram comportamento adaptado às condições desfavoráveis de ambiente.

A resposta dos genótipos aos níveis de adubação pode ser melhor visualizada na Tabela 13. Observa-se que o híbrido B foi o mais estável, com menor diferença entre os níveis 0 e 2. Isso é confirmado pelo valor do índice de Eficiência Agronômica (EA) (Tabela 14), que foi de 0,42, ou seja, o híbrido B não apresenta resposta à adubação. Apesar disso, os híbridos, em especial o híbrido B, obtiveram maior produtividade no nível 0. Os demais genótipos obtiveram aumentos da produtividade com o aumento do nível de adubação, obtendo valores de EA de 5,83; 5,07 e 5,47 para o híbrido A, cultivar FCA-PB e cultivar IAC 2028, respectivamente, porém, o híbrido A apresentou essa resposta em uma escala superior à observada pelas cultivares.

Tabela 13. Produtividade dos genótipos em função dos níveis de adubação. Botucatu-SP, 2010.

Genótipos	Níveis de adubação			DMS
	0	1	2	
	----- kg ha ⁻¹ -----			
Híbrido A	1901,72 abAB	1439,37 aB	2717,33 aA	888,26
Híbrido B	2312,67 aA	1934,12 aA	2371,80 aA	
FCA	1276,21 bA	1769,31 aA	1986,10 aA	
IAC	1252,10 bA	1480,52 aA	2018,52 aA	
DMS	929,29			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 14. Índice de Eficiência Agronômica (EA) dos genótipos no nível 2. Botucatu-SP, 2010.

Genótipo	EA
Híbrido A	5,83
Híbrido B	0,42
FCA	5,07
IAC	5,47

EA=(produtividade com adubação - produtividade sem adubação)/ kg de nutriente aplicado. (Fageria, 1998).

Severino et al. (2006) utilizando a cultivar BRS Nordestina encontraram resposta positiva do tratamento com adubação de referência em relação à testemunha, com aumento de 114% na produtividade. Gondim et al. (2008) não obtiveram respostas na produtividade da cultivar BRS Nordestina com o aumento do nível de adubação do formulado 55-50-20 de N-P-K em quatro lâminas de irrigação. Porém neste ensaio os

tratamentos eram correspondentes a 100, 150 e 200% da dose referência, sem a existência de tratamento sem adubação.

Na Tabela 15 estão apresentados os valores de correlação entre as variáveis (que apresentaram significância) para produtividade em algum dos quatro genótipos. Entre as características ligadas ao porte, observamos respostas positivas do híbrido A para CI e AT, do híbrido B para AT e DC, da cultivar IAC 2028 para AI, DC e CI. Para o híbrido B observa-se resposta negativa da produtividade para NN. Ramos et al. (2008) encontrou correlação com produtividade para altura de inserção do racemo primário mas não obteve correlação para altura total utilizando o híbrido Lyra.

Em relação aos componentes de produção podemos observar significância em ambos híbridos nas variáveis NGRPost, MGRPost e NR. A cultivar IAC 2028 obteve significância nas variáveis ligadas ao racemo primário NGRP, MGRP, NR, CERP, CTRP; porém também possui significância para NR (Tabela 15). Ramos et al. (2008) utilizando híbrido Lyra não obtiveram correlação positiva entre comprimento do racemo e produtividade, corroborando os dados encontrados para os híbridos A e B (Tabela 8).

Conforme observado na Tabela 4, a cultivar IAC 2028 obteve o menor NR, e como apresentou correlação para NR, esta uma provável causa para a menor produtividade da IAC 2028 em relação ao híbrido B. No entanto Zuchi et al. (2010) em avaliação dos componentes do rendimento de cultivares de mamona segundo a ordem floral, não observaram relação entre número de racemos e produtividade.

A cultivar FCA-PB apresentou correlação para todos os componentes ligados ao racemo primário e aos ligados aos racemos posteriores. Como pode ser observado nas Tabelas 4 e 6, a cultivar FCA-PB teve um comportamento intermediário entre os híbridos e a cultivar IAC 2028 para os componentes citados anteriormente, sendo que todos foram importantes na composição da produção da cultivar.

Tabela 15. Correlação (valor de R) entre variáveis e produtividade para os quatro genótipos. Botucatu-SP, 2010.

Genótipo		Variáveis				
Híbrido A	AI	AT	NN	DC	CI	NGRP
	0,54 ^{ns}	0,68*	-0,32 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,57*	0,04 ^{ns}
	NGRPost	MGRP	MGRPPost	NR	CERP	CTRP
	0,97**	0,035 ^{ns}	0,97**	0,84**	0,21 ^{ns}	0,37 ^{ns}
Híbrido B	AI	AT	NN	DC	CI	NGRP
	0,275 ^{ns}	0,504 ^{ns}	-0,723**	0,562 ^{ns}	0,452 ^{ns}	0,238 ^{ns}
	NGRPost	MGRP	MGRPPost	NR	CERP	CTRP
	0,952**	0,286 ^{ns}	0,954**	0,760**	0,127 ^{ns}	0,193 ^{ns}
FCA-PB	AI	AT	NN	DC	CI	NGRP
	0,203 ^{ns}	0,319 ^{ns}	-0,404 ^{ns}	0,492 ^{ns}	0,300 ^{ns}	0,682*
	NGRPost	MGRP	MGRPPost	NR**	CERP	CTRP
	0,815**	0,607*	0,894**	0,634*	0,688**	0,694**
IAC 2028	AI	AT	NN	DC	CI	NGRP
	0,637*	0,273 ^{ns}	0,311 ^{ns}	0,642*	0,638*	0,723**
	NGRPost	MGRP	MGRPPost	NR	CERP	CTRP
	0,501 ^{ns}	0,741**	0,521 ^{ns}	0,522 ^{ns}	0,834**	0,652*

AI: Altura de inserção do racemo primário (cm); AT: Altura de plantas (cm); NN: Número de nós até a inserção do racemo primário; DC: Diâmetro de colmo (mm); CI: Comprimento médio do internódio (cm); NGRP: Número de grãos no racemo primário; NGRPost: Número de grãos nos racemos posteriores; MGRP: Massa de grãos no racemo primário (g); MGRPPost: Massa de grãos nos racemos posteriores (g); NR: Número de racemos por planta; CERP: Comprimento efetivo do racemo primário (cm); CTRP: Comprimento total do racemo primário (cm). ** significativo a 1%, * significativo a 5% e ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Para TORP a cultivar IAC 2028 foi superior ao híbrido B e a cultivar FCA-PB (Tabela 16). O ataque de mofo-cinzento é uma provável causa da redução do teor de óleo desses materiais, conforme citado por Massola e Bedendo (1997). Para TOT apenas a cultivar FCA-PB diferiu dos demais genótipos. A variável PO apresentou a mesma resposta que a produtividade, com o híbrido B produzindo mais óleo que as cultivares e o híbrido A se igualando aos três genótipos.

Tabela 16. Teor de óleo do racemo primário (TORP), teor de óleo total (TOT), produtividade de óleo (PO) em função dos genótipos e dos níveis de adubação. Botucatu-SP, 2010.

Genótipos	TORP (%)	TOT (%)	PO (kg.ha ⁻¹)
Híbrido A	53,54 ab	55,08 a	1151,86 ab
Híbrido B	51,04 b	55,30 a	1218,40 a
FCA-PB	51,89 b	52,47 b	879,50 b
IAC 2028	56,52 a	56,02 a	866,60 b
DMS	3,51	2,23	303,93
Nível adubação			
0	53,87 a	54,67 a	926,06 b
1	52,94 a	54,27 a	908,90 b
2	52,64 a	55,11 a	1261,84 a
DMS (N)	2,76	1,75	238,57
Genótipos (G)	6,91**	7,32**	5,35**
Níveis de adubação (N)	0,66 ^{ns}	0,69 ^{ns}	8,34**
G x N	1,07 ^{ns}	1,32 ^{ns}	1,44 ^{ns}
CV (%)	5,83	3,59	26,04

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** significativo e ^{ns} não significativo, a 5% de probabilidade pelo teste F.

Em relação aos níveis de adubação observa-se nenhuma resposta das variáveis TORP e TOT. O mesmo comportamento foi observado por Severino et al. (2006), Gondim et al. (2008) e Diniz Neto (2009b), porém divergem dos dados observados por Severino et al. (2005), com aumento do teor de óleo 43,46 para 47,40 quando aplicado a adubação de referência (25-60-40 kg.ha⁻¹ de N-P-K).

5 CONCLUSÕES

Os híbridos do Programa de Melhoramento de Mamona da UNESP-FCA apresentaram produtividade superior às cultivares, sendo que o número de racemos foi o componente de produção mais responsável pela diferença.

O híbrido A apresentou aumento da produtividade com o aumento do nível de adubação, obtendo a maior produtividade com o suprimento adequado de nutrientes.

O híbrido B apresentou comportamento estável em relação ao incremento da adubação e foi superior aos cultivares sob ausência de adubação.

Os cultivares FCA-PB e IAC 2028 apresentaram boa resposta a adubação em produtividade, porém em patamares inferiores ao híbrido A.

Os híbridos A e B apresentaram valores inferiores de altura de inserção do racemo primário, caracterizando altura de colheita reduzida, favorecendo a colheita mecanizada.

6 REFERÊNCIAS

AIRES, R. F. **Desempenho agrônômico de cultivares de mamona no Rio Grande do Sul**. 2008. 60 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção Agrícola Familiar)-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

ATSMON, D. Castor. In: ROBBELEN, G.; DOWNEY, R. K.; ASHRI A. (Eds). **Oil crops of the world: their breeding and utilization**. New York: McGraw-Hill Publishing Company, 1989. p. 438-447.

BALIGAR, V. C.; BENNETT, O. L. NPK - fertilizer efficiency - a situation analysis for the tropics. **Fertilizer Research**, Dordrecht, v. 10, p. 147-164, 1986.

BELTRÃO, N. E. M. et al. Estimativa da produtividade primária e partição de assimilados na cultura da mamona no semi-árido brasileiro. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 9, n. 1/3, p. 925-930, 2005.

BELTRÃO, N. E. M. et al. Clima e solo. In: AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M. (Eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Algodão, 2007. p. 73-93.

BRIGHAM, R. D. Castor: return of an old crop. In: JANICK, J.; SIMON, J. E. **New crops**. New York: Wiley, 1993. p. 380-383.

CANECCHIO FILHO, V.; FREIRE, E. S. Adubação da mamoneira: experiências preliminares. **Bragantia**, Campinas, v. 17, n. 19, p. 243-259, 1958.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de amostra de caracteres em híbridos de mamoneira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 2, p. 280-287, 2010.

CERETTA, C. A.; SILVA, L. S.; PAVINATO, A. Manejo da adubação. In: NOVAIS, R. F. et al. (Eds). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 851-873.

CHIARADIA, J. J. et al. Produtividade e nutrição de mamona cultivada em área de reforma de canavial tratada com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 701-709, 2009.

CONAB. Conjuntura mensal. Mamona. Dezembro 2010. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/10_12_17_17_23_51_mamonadezembro2010.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2011.

CORRÊA, M. L. T.; TÁVORA, F. J. A. F.; PITOMBEIRA, J. B. Comportamento de cultivares de mamona em sistemas de cultivo isolados e consorciados com caupi e sorgo granífero. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 2, p. 200-207, 2006.

COZER, M. et al. Pesquisas com cultivares de mamona em Erechim. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DE AGROENERGIA, 2., 2008, Porto Alegre. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 1 CD-ROM.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. 585 p.

DINIZ NETO, M. A. et al. Adubação NPK e épocas de plantio para mamoneira. II - Componentes das fases vegetativas e reprodutivas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 3, p. 417-426, 2009a.

DINIZ NETO, M. A. et al. Adubação NPK e épocas de plantio para mamoneira. I – Componentes da produção e produtividade. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 578-587, 2009b.

DUARTE, A. P.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. **Cultivares de milho no Estado de São Paulo: resultados das avaliações regionais**. Campinas: IAC, 1997. 98 p. (IAC. Documentos, 58).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: EMBRAPA/DPI, 1999. 412 p. 200.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Cultivo da mamona. 2006. Disponível em:
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/CultivodaMamona_2ed/index.html>. Acesso em: 03 jun. 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema de produção da mamona, 2007. Disponível em:
<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/SistemaProducaoMamona/index.htm>>. Acesso em: 03 jun. 2009.

FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, p. 6-16, 1998.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Screening crop genotypes for mineral stresses. In: WORKSHOP ON ADAPTATION OF PLANTS TO SOIL STRESS, 1993, Lincoln. **Proceedings...** Lincoln: University of Nebraska, 1993. p. 142-159.

FAGERIA, N. K.; SANT'ANA, E. P.; MORAIS, O. P. Resposta de genótipos de arroz de sequeiro favorecido à fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 9, p. 1155-1161, 1995.

FERREIRA, G. B. et al. Comportamento de alguns híbridos e variedades de mamona em Santa Cruz de la Sierra, Bolívia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

FERREIRA, M. G. C.; MARUYAMA, W. I.; SORATTO, R. P. Avaliação de cultivares de mamona em dois arranjos de plantas no outono-inverno em Cassilândia - MS. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 13, n. 2, p. 53-60, 2009.

GONDIM, T. M. S. et al. Teor de óleo e rendimento de mamona BRS Nordestina em sistema de otimização da produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Anais...** Salvador: EBDA, 2008. 1 CD-ROM.

HEMERLY, F. X. **Mamona:** comportamento e tendências no Brasil. Brasília, DF: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Departamento de Informação e Documentação. 1981. 63 p.

HOOKS, J. A.; WILLIAMS, J. H.; GARDNER, C. O. Estimates of heterosis from a diallel cross of inbred lines of castors, *Ricinus communis* L. **Crop Science**, Nebraska, v. 11, p. 651-655, set-out. 1971.

KIIHL, T. A. M. **Obtenção e avaliação preliminar de novos híbridos de mamona (*Ricinus communis* L.).** 2006. 66 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

KOURI, J.; SANTOS, R. F. Aspectos econômicos do agronegócio da mamona no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

LAURETI, D.; BRIGHAM, R. D. Genetica e miglioramento del ricino. In: Ministero dell'Agricoltura e Foreste. 2. ed. **Ricino:** obiettivi, strategie e ricerca, 1987. p. 11-22.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: NOVAIS, R. F. et al. (Eds.). **Fertilidade do solo.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 1-64.

LOPES, F. F. M. et al. Crescimento inicial de genótipos de mamoneira com sementes submetidas ao envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 12, n. 2, p. 69-79, 2008.

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

MASSOLA JUNIOR, N. S.; BEDENDO, I. P. Doenças da mamoneira. In: KIMATI, H. et al. **Manual de fitopatologia.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. p. 497-500.

MONTEIRO, M. A. R. et al. Desempenho de cultivares de milho para produção de grãos no Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 881-888, 2000.

NASCIMENTO, M. S. Marcha de absorção de nutrientes em dois híbridos de mamona de porte baixo. 2009. 116 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

NAKAGAWA, J.; NEPTUNE, A. M. L. Marcha de absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L.) cultivar Campinas. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 28, p. 323-337, 1971.

NOVAIS, R. F.; MELLO, J. W. V. Relação solo-planta. In: NOVAIS, R. F. et al. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 133-204.

OLIVEIRA, I. J. **Eficiência da seleção recorrente para redução da altura de plantas em mamoneira (*Ricinus communis* L.)**. 2007. 55 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

OPLINGER, E. S. et al. Castorbeans. In: OPLINGER, E. S. **Alternative field crops manual**. 1990. Disponível: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/castor.html>>. Acesso em: 03 jun. 2009.

PACHECO, A. C. Mamoneira. In: CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; SESTARI, I. **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2008. p. 315-335.

PEIXOTO, N. et al. Resposta de feijão-vagem a diferentes níveis de fertilidade. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 4, p. 593-596, 2002.

POPOVA, G. M.; MOSKIN, V. A. Botanical classification. In: MOSKIN, V. A. (Ed.). **Castor**. New Delhi: Amerind, 1986. p. 11-27.

RAMOS, N. P. et al. Semeadura do híbrido Lyra de mamona (*Ricinus communis* L.) sob plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 481-486, 2008.

RANDO, E. M.; QUINTANILHA, A. C. Crescimento e produção da mamona em consórcio com culturas e adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 11, p. 1569-1575, 1990.

ROETHELI, J. C.; GLASER, L. K.; BRIGHAM, R. D. Castor: assessing the feasibility of U.S. production. **Workshop Summary**. Plainview: USDA/ CSRS Office of Agricultural Materials, 1991.

SADRAS, V. O.; BANGE, M. P.; MILROY, S. P. Reproductive allocation of cotton in response to plant and environmental factors. **Annals of Botany**, London, v. 80, p. 75-81, 1997.

SANTOS, A. B.; FAGERIA, N. K. Manejo do nitrogênio para eficiência de uso por cultivares de feijoeiro em várzea tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 9, p.1237-1248, 2007.

SANTOS, R. F. et al. Análise econômica. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (Eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 17-35.

SANTOS, R. F. et al. Aspectos econômicos do agronegócio da mamona. In: AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M. (Ed). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 21-42.

SAVY FILHO, A. Hibridação em mamoma. In: BORÉM, A. (Ed.). **Hibridação artificial de plantas**. Viçosa: UFV, 1999. p. 321-342.

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

SAVY FILHO, A. et al. IAC-2028: nova cultivar de mamona. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 3, p. 449-452, 2007.

SEVERINO, L. S. et al. Crescimento e produtividade da mamoneira sob fertilização química em região semi-árida. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** 62, Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 20 p.

SEVERINO, L. S. et al. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 4, p. 563-568, 2006.

SILVA, S. D. A. et al. Épocas de plantio de mamona em Cruz Alta, RS. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DE AGROENERGIA, 2., 2008, Porto Alegre. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 1 CD-ROM.

SOUZA-SCHLICK, G. D. et al. Espaçamento entre fileiras e população de plantas para a cultivar de mamona IAC 2028 na safrinha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 6., 2009, Montes Claros. **Anais...** Lavras: UFLA, 2009a. 1 CD-ROM.

SOUZA-SCHLICK, G. D. et al. Espaçamento entre fileiras e população de plantas para a cultivar de mamona FCA-PB na safrinha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 6., 2009, Montes Claros. **Anais...** Lavras: UFLA, 2009b. 1 CD-ROM.

VERÍSSIMO, M. A. A. et al. Avaliação de genótipos de mamona para a região de Lages-SC, safra 2007/2008. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DE AGROENERGIA, 2., 2008, Porto Alegre. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008a. 1 CD-ROM.

VERÍSSIMO, M. A. A. et al. Interação genótipo x ambiente, estabilidade e adaptabilidade de mamona, no município de Lages, SC. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DE AGROENERGIA, 2, 2008, Porto Alegre. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008b. 1 CD-ROM.

YAMAMOTO, P. Y. **Interação genótipo x ambiente na produção e composição de óleos essenciais de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br.** 2006. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical)-Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2006.

ZIMMERMAN, L. H. Castorbeans: a new oil crop for mechanized production. **Advances in Agronomy**, San Diego, n. 10, p. 257-288, 1958.

ZUCHI, J. et al. Componentes do rendimento de mamona segundo a ordem floral e época de semeadura no Rio Grande do Sul. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 380-386, 2010.