

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS
CURSO DE MESTRADO**

**TAMANHO ÓTIMO DE PARCELA EXPERIMENTAL E
SELEÇÃO DE DESCRITORES MORFOAGRONÔMICOS EM
Ricinus communis L.**

Gilmara de Melo Araújo Silva

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
2018**

TAMANHO ÓTIMO DE PARCELA EXPERIMENTAL E SELEÇÃO DE DESCRITORES MORFOAGRONÔMICOS EM *Ricinus communis* L.

Gilmara de Melo Araújo Silva

Engenheira Agrônoma
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2016

Dissertação apresentada ao Colegiado de Curso do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais. Área de concentração: Fitotecnia.

Orientadora: Prof(a). Dr(a). Simone Alves Silva
Coorientadora: Prof(a). Dr(a). Laurenice Araújo dos Santos
Coorientador: Prof. Dr. Sérgio Luiz Rodrigues Donato

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
2018**

FICHA CATALOGRÁFICA

S586t

Silva, Gilmara de Melo Araújo

Tamanho ótimo de parcela experimental e seleção de descritores Morfoagronômicos em *Ricinus communis* L / Gilmara de Melo Araujo Silva . – Cruz das Almas, BA, 2018.

74f.; il.

Orientador: Profª. Drª. Simone Alves Silva

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrária, Ambientais e Biológicas, Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais.

1. Mamona. 2. Melhoramento Genético
3. Produtividade. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrária, Ambientais e Biológicas.
II.Título.

CDD: 633.85

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS
CURSO DE MESTRADO**

**TAMANHO ÓTIMO DE PARCELA EXPERIMENTAL E SELEÇÃO DE
DESCRITORES MORFOAGRONÔMICOS EM *Ricinus communis* L.**

**Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de
Gilmara de Melo Araújo Silva**

Realizada em 30 de agosto de 2018

Prof(a). Dr(a). Simone Alves Silva
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB
Examinador Interno (Orientadora)

Prof. Dr. Sebastião de Oliveira e Silva
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB
Examinador Interno

Prof(a). Dr(a). Adriana Queiroz de Almeida
Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS
Examinador Externo

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo o dom da vida, e por estar ao meu lado sempre, dando-me força, coragem, determinação e perseverança na busca dos meus ideais.

Aos meus pais Gildete e Antônio pelo apoio e amor incondicional, orações e torcida e por me ensinarem que com fé e determinação os sonhos se tornam realidade.

Aos meus irmãos Anderson e Jerry Adriane, pelas palavras de incentivo e carinho.

Ao meu esposo Maurício, pelo companheirismo, pelas palavras de encorajamento, compreensão, paciência. Por me acalmar nos momentos de aflição e por estar ao meu lado em todos os momentos, ser o meu “porto seguro”.

Aos meus sogros Crispim e Marlene pelo carinho e cuidado que sempre têm me tratado.

As minhas cunhadas Cristiene e Cristiane pelos conselhos, palavras de conforto e incentivo.

Aos meus cunhados Márcio e Marivaldo por sempre estarem disponíveis incondicionalmente.

À minha orientadora, Profa. Dra. Simone Alves Silva, à quem serei eternamente grata pelos ensinamentos, compreensão e incentivos, sem os quais esse sonho não seria possível.

Aos meus coorientadores Sérgio Donato e Laurenice Araújo pela ajuda na construção desse trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), por sempre entenderem a minha situação.

À Capes, pela concessão da bolsa de Mestrado.

Ao Antônio Leandro pela grande ajuda na análise dos dados.

A todos do grupo NBIO pelos momentos de descontração e aprendizagem durante os anos de convivência.

Ao grupo de oração Divino Espírito Santo, pelas orações, palavras de conforto e encorajamento.

Aos meus tios, tias, primos, primas, avós e bisavó pelo apoio e estímulo.

Aos meus médicos que se dedicaram em tornar os sintomas da Fibriomialgia mais suportáveis.

A todos da comunidade Canta Galo pela torcida e orações.

A todos os meus amigos, por sempre se preocuparem comigo e estarem sempre à disposição, tornando os meus dias mais agradáveis.

Enfim, a todos que de forma direta e indireta contribuíram para a realização de mais um sonho.

SUMÁRIO

Página

RESUMO

ABSTRACT

INTRODUÇÃO 1

REFERENCIAL TEÓRICO 2

ARTIGO 1

TAMANHO ÓTIMO DA PARCELA EXPERIMENTAL NA CULTURA DA MAMONEIRA 15

ARTIGO 2

SELEÇÃO DE DESCRITORES MORFOAGRONÔMICOS EM LINHAGENS E PARENTAIS DE MAMONEIRAS EM DOIS ANOS DE CULTIVO 41

CONSIDERAÇÕES FINAIS 68

Tamanho ótimo de parcela experimental e seleção de descritores morfoagronômicos em *Ricinus communis* L.

Autora: Gilmara de Melo Araújo Silva

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Simone Alves Silva

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi estimar o tamanho ótimo de parcelas experimentais para avaliação de descritores morfoagronômicos em mamoneira, bem como selecionar os descritores que melhor caracterize a espécie. Os experimentos foram realizados em área experimental pertencente ao Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO), vinculado ao Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), em Cruz das Almas - BA. Para a determinação do tamanho ótimo de parcela foi utilizado o método de máxima curvatura modificado e modelo linear de resposta platô e foram avaliados os caracteres: florescimento, inserção do racemo Primário, estatura da planta, número de sementes por planta, peso de sementes por planta e produtividade. E para a seleção dos descritores morfoagronômicos foram avaliados 18 descritores quantitativos e 22 qualitativos. O tamanho ótimo médio de parcela pelo método de máxima curvatura modificado é de 4,75 unidades básicas ou aproximadamente 5ub (15 m²). E pelo modelo linear de resposta platô é de 12,95ub (38,84 m²) ou aproximadamente 13ub (39 m²). O método de máxima curvatura modificado apresentou melhor qualidade de ajuste em relação aos dados, pelo coeficiente de determinação. Foram selecionados 13 descritores quantitativos na análise simultânea dos dois anos de cultivo pela metodologia proposta por Jolliffe e 11 descritores qualitativos pelo nível de entropia. O descarte de 28% dos descritores quantitativos não provocou perda considerável de informação, uma vez que os descritores redundantes estão correlacionados aos descritores remanescentes, com possibilidade de redução de custos e melhor dinâmica no manejo e caracterização da cultura. Dos 22 descritores qualitativos avaliados 59% foram relevantes na discriminação da população em estudo.

Palavras chave: Mamoneira; Máxima Curvatura; Modelo Linear

Optimum size of experimental plot and selection of morphoagronomic descriptors in *Ricinus communis* L.

Author: Gilmara de Melo Araújo Silva

Advisor: Prof^a. Dr^a. Simone Alves Silva

ABSTRACT: The aim of this work was to estimate the optimum size of experimental plots for the evaluation of morphoagronomic descriptors in castor bean, as well as to select the descriptors that best characterize the species. The experiments were carried out in an experimental area belonging to the Nucleus of Genetic Improvement and Biotechnology (NBIO), linked to the Agricultural, Environmental and Biological Sciences Center (CCAAB) of the Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), in Cruz das Almas - BA. For the determination of the optimal plot size, the modified maximum curvature method and linear model of plateau response were used and the following characteristics were evaluated: flowering, primary racemic insertion, plant height, number of seeds per plant, seed weight per plant and productivity. And for the selection of the morphoagronomic descriptors, 18 quantitative and 22 qualitative descriptors were evaluated. The average maximum plot size by the modified maximum curvature method is 4.75 basic units or approximately 5ub (15 m²). And by the linear model of plateau response is 12.95ub (38.84 m²) or approximately 13ub (39 m²). The modified maximum curvature method presented better adjustment quality in relation to the data, by the coefficient of determination. 13 quantitative descriptors were selected in the simultaneous analysis of the two years of cultivation by the methodology proposed by Jolliffe and 11 qualitative descriptors by the level of entropy. The discarding of 28% of the quantitative descriptors did not cause considerable loss of information, since the redundant descriptors are correlated to the remaining descriptors, with possibility of cost reduction and better dynamics in the management and characterization of the culture. Of the 22 qualitative descriptors evaluated, 59% were relevant in the discrimination of the study population.

Keywords: Castor bean tree; Maximum Curvature; Linear Model

INTRODUÇÃO

Cultivada comercialmente em mais de 30 países, a mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa pertencente à família das Euphorbiaceae, que tem provável origem na Etiópia (ANJANI, 2012), onde se encontra o maior centro de diversidade. De suas sementes é extraído um óleo de grande versatilidade industrial, sendo considerado o principal produto dessa espécie (OLIVEIRA, 2011).

Devido a sua importância econômica, diferentes centros de pesquisa têm se dedicado ao desenvolvimento de novos genótipos com características desejáveis quanto aos aspectos agronômicos e morfológicos, que no entanto, necessitam ser avaliados. E para que as avaliações obtenham resultados altamente confiáveis é necessário que sejam bem planejados de forma a detectar variação entre os tratamentos.

O planejamento experimental está diretamente relacionado com a determinação do tamanho de parcela e do número de repetições (CARGNELUTTI FILHO et al., 2014), visto que a determinação de ambos tem como principal finalidade reduzir o erro experimental e outorgar maior precisão ao experimento. Quanto ao tamanho de parcela, este pode variar de acordo com a natureza do material experimental, número de tratamentos e a variabilidade entre indivíduos dentro da parcela.

Os diferentes métodos empregados para estimar o tamanho ótimo de parcela podem fornecer diferentes resultados. Assim, fica evidente a importância de utilizar mais de um método para que sejam supridas as informações a partir do que se explora em cada um deles. Há na literatura poucos trabalhos determinando o tamanho ótimo de parcelas experimentais na cultura da mamoneira, o que torna importante as pesquisas nesse sentido, de forma a subsidiar futuros experimentos realizados com a cultura.

Além do correto planejamento experimental, outro fato relevante nos trabalhos de pesquisa com a cultura da mamoneira é o correto conhecimento e conservação da variabilidade das populações, que é fonte importante de genes para os programas de melhoramento. Porém, para que isso seja possível é preciso adotar métodos e processos confiáveis para caracterização de germoplasma (JUNIOR e SILVA et al., 2013), pois sem isso, não é possível conhecer a diversidade existente nas coleções o que torna reduzido o uso do germoplasma.

Nesse aspecto, os descritores morfoagronômicos são de grande importância, pois permitem a identificação das características morfológicas e agronômicas desejáveis. No entanto, avaliar em uma mesma população, todos os descritores disponíveis para a cultura da mamoneira, exige um grande dispêndio de tempo e esforço para coleta e análise de dados por parte dos pesquisadores, o que aumenta consideravelmente os custos de avaliação e o tempo necessário para descrições genóticas precisas (OLIVEIRA et al., 2012). Dessa forma, identificar os descritores que melhor caracterize e identifique a variabilidade genética da população em estudo é de grande importância.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo estimar o tamanho ótimo de parcelas experimentais para avaliação de descritores morfoagronômicos na caracterização de linhagens de mamoneira, bem como selecionar descritores morfoagronômicos e determinar sua importância relativa na caracterização dessas linhagens, assim como verificar a associação entre os descritores descartados e os aceitos.

REFERENCIAL TEÓRICO

1) A cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L.)

A mamoneira é classificada da seguinte forma: Subdivisão: Fanerogamae ou Espermatophita; Filo: Angiospermae; Subclasse: Archichlamydeae; Ordem: Geraniales; Família: Euphorbiaceae; Gênero: *Ricinus*; e Espécie: *R. communis*. (VIDAL; VIDAL, 1980).

Botanicamente a mamoneira possui um sistema radicular do tipo pivotante com raízes fistulosas, bastante ramificadas. As folhas são do tipo dígito lobadas, denticuladas e com pecíolos longos, de diferentes colorações. O caule pode apresentar diferentes colorações e com ausência ou presença de cera, com rugosidade, nó e cicatrizes foliares. Este se encerra com a inflorescência do tipo panícula denominada racemo, classificado como cacho principal ou primeiro racemo. Apresenta diferentes colorações de estigma, com flores masculinas localizadas na parte inferior e flores femininas na parte superior, sendo a planta classificada como monóica. Os racemos podem apresentar formas cilíndrica, globosa ou cônica, com fruto tricoca com três sementes, estes geralmente apresentam cerosidade e acúleos,

de diversas colorações, podendo ser deiscente ou indeiscente (MOSHKIN, 1986; AZEVEDO; BELTRÃO, 2007; MILANI, 2008; ANJANI, 2012).

A mamona é considerada como uma planta autógama (TÁVORA, 1982), no entanto apresenta alta taxa de alogamia, enquadrando-se melhor na classificação de plantas mistas ou intermediárias (MACHADO et al., 2016). É uma planta xerófila e heliófila, explorada comercialmente entre as latitudes 40 ° Norte e 40 ° Sul. Tem fotossíntese do tipo C3, com elevada taxa de fotorrespiração e baixa eficiência no uso da água e do nitrogênio (AMORIM NETO et al., 2001). É uma cultura de dias longos, necessitando de pelos menos 12 horas de luz por dia para produzir bem, mas pode produzir satisfatoriamente com no mínimo 9 horas (OLIVEIRA et al., 2008). Assim é recomendável cultivá-la exposta diretamente ao sol, pois não tolera sombreamento (SOUTO; SICSU, 2011).

Embora, a disponibilidade de água seja de fundamental importância para potencializar a produção dessa cultura (MIRANDA, 2016), ela apresenta grande resistência ao estresse hídrico, devido a mecanismos compensatórios de tolerância à seca, como: fechamento estomático, manutenção da capacidade fotossintética e integridade do aparelho fotossintético (SANTOS et al., 2017).

Sua maior exigência de água ocorre no início da fase vegetativa (RAMANJANEYULU et al., 2013). Por outro lado, a ocorrência de chuvas fortes no período da floração e frutificação (fase reprodutiva) pode provocar a queda das flores e frutos, ocasionando perdas na produtividade (AZEVEDO et al., 2006).

2) Importância socioeconômica da mamoneira

Ricinus communis L. é uma oleaginosa com grande importância econômica em vários países do mundo (FAO, 2016). Segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – FAO o maior produtor mundial da espécie é a Índia, seguido por Moçambique, China Continental e China. O Brasil ocupa o quinto lugar, com uma produção anual de 24.620 toneladas, possuindo uma área de 44.351 hectares ocupadas com a cultura (FAO, 2016).

Nacionalmente, a região Nordeste vem se destacando quanto ao cultivo da espécie. Na safra 16/17 foi a maior produtora e contribuiu com 88,6% da produção nacional. Das 11,6 mil toneladas produzidas nesta região 89,7% foram oriundas do estado da Bahia (CONAB, 2018).

No Nordeste, a maior detentora da exploração econômica da cultura é a agricultura familiar. Em 2010, foram cultivados pelo setor 72 mil hectares de mamona, que resultaram na venda de 32,8 mil toneladas. Ou seja, quase 50% da área total cultivada no Brasil vieram de agricultores familiares da região Nordeste e do Semiárido (MDA, 2010).

A importância desta cultura no cenário mundial, nacional e regional deu-se principalmente devido à utilidade do seu óleo, o único óleo vegetal que contém até 85% do ácido hidroxi-ácido, o ácido ricinoleico, o qual confere propriedades industriais distintas ao óleo, garantindo grande aplicabilidade em diversos segmentos da indústria (ANJANI, 2012). Além disso, é um óleo bastante estável em várias condições de pressão e temperatura (RAMANJANEYULU et al., 2013). Com essas propriedades, ele pode ser usado na fabricação de tintas, como lubrificante na aeronáutica, base na manufatura de cosméticos, drogas farmacêuticas e em vários processos industriais (SANTOS et al., 2014).

Não só o óleo, mas outras partes da planta também podem ser utilizadas para diversos fins. Sua haste, por exemplo, pode ser usada como celulose para a fabricação de papel, ou como matéria prima na confecção de tecidos e suas folhas podem ser usadas para alimentar bicho da seda e para elevar a secreção láctea das vacas (CAVALCANTE, 2004). Saadaoui et al. (2015) observaram elevados efeitos alelopáticos de extratos aquosos de *R. communis* na germinação e crescimento de raízes de seis culturas diferentes. Samuel et al. (2016), por sua vez, verificaram que extratos obtidos a partir da folha e da casca de *R. communis* mostraram efeitos satisfatórios na inibição do ciclo de vida de *Phlebotomus duboscqi*, o principal vetor da Leishmania.

Quanto à produção de biodiesel, a mamoneira tem se destacado principalmente pela grande quantidade de óleo existente em suas sementes, que varia de 45 a 50% (SILVEIRA et al., 2015). Essa elevada produção de óleo é de suma importância para a indústria de biodiesel porque podem reduzir o custo de produção. Geralmente, o custo das matérias-primas representa cerca de 70-80% do custo total do biodiesel (GUI et al., 2008)

A alta viscosidade do óleo de mamona, no entanto, é apontada como problemática para o biodiesel puro, pois resulta em uma queima incompleta do produto, o que provoca a formação e acúmulos de carbono nos bicos injetores e nos anéis de pistões. Entretanto, de acordo com a portaria 310/01 da Agência Nacional

do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis uma proporção de até 40% deste biocombustível pode ser adicionada ao diesel de petróleo sem alterar as especificações para o óleo diesel mineral (ANP, 2001).

O Programa Brasileiro Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) proporcionou uma grande demanda para o biodiesel no Brasil (CÉSAR; BATALHA, 2010). Após a introdução do PNPB, foi autorizada a mistura do biodiesel ao diesel fóssil, entrando em vigor em janeiro de 2008 a mistura obrigatória de 2% (B2) em todo o país. Então com a melhoria do mercado brasileiro o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) ampliou essa porcentagem, em janeiro de 2010, para 5% (B5) (ESTEVES; PEREIRA, 2016). Essa proporção foi aumentando com o decorrer do programa e em março de 2018 por decisão do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) foi autorizado a mistura de 10% (B10) do biodiesel ao diesel, o que para o Brasil trará benefícios imediatos, já que substituirá mais 2% do consumo de diesel mineral por biodiesel, que é mais saudável e renovável (ABIOVE, 2018). Além de possuírem maior eficiência de combustão, menor conteúdo de enxofre e maior biodegradabilidade (BALAT, 2011).

Para o cultivo de mamoneira o aumento da porcentagem de mistura do biodiesel e conseqüentemente, a maior aquisição de matéria prima repercute diretamente na agricultura familiar. Em 2010, quase 50% da área total cultivada no Brasil vieram de agricultores familiares da região Nordeste e do Semiárido (MDA, 2010).

3) Melhoramento genético

Devido à importância socioeconômica da mamoneira diferentes centros de pesquisa têm se dedicado ao estudo dos recursos genéticos disponíveis e desenvolvimento de novas variedades que possam atender as demandas existentes no que diz respeito aos aspectos agronômicos e morfológicos.

No Brasil, o primeiro programa de melhoramento genético da mamoneira, foi iniciado em São Paulo, pelo Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, em 1936 (KRUG et al., 1943). Naquele ano, a seção de genética deste Instituto lançou as bases de um plano de melhoramento, com o objetivo de desenvolver cultivares de mamoneira mais produtivas, com maiores níveis de resistência às doenças e pragas e com outras características agronômicas desejáveis. A partir de 1937 foram

instalados vários ensaios de competição de genótipos de mamoneira de portes alto e anão, visando a identificação de cultivares mais produtivas bem como a realização de trabalhos de melhoramento com a cultura (KRUG et al., 1943).

A partir de 1987, a Embrapa Algodão passou a pesquisar a cultura da mamoneira, visando a adaptação de cultivares à região semiárida do Nordeste, assim, foram introduzidos e avaliados vários acessos exóticos e nacionais (FREIRE et al., 1990).

Na Bahia, os trabalhos com o melhoramento da espécie iniciaram na década de 60 em Cruz das Almas, no Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Leste (IPEAL), órgão que foi alocado posteriormente para Centro de Mandioca e Fruticultura Tropical da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Em 1974, os trabalhos passaram a ser conduzidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia (EPABA), que depois foi transformada na Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA), com sede em Itaberaba, que passou a conduzir os experimentos a partir da década de 80 (SANTOS, 2013).

Em 2005, ainda na Bahia, visando obter genótipos superiores de mamoneira para regiões de baixa altitude, o Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO), pertencente à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), localizada em Cruz das Almas, iniciou seu programa de melhoramento genético, preliminarmente, com a avaliação da divergência genética entre cinco cultivares de mamoneira (Sipeal 28, BRS 149 Nordestina, BRS 188 Paraguaçu, Mirante 10 e EBDA MPA 17) a partir dos caracteres adaptativos, dos componentes de produção e de rendimento (BAHIA et al., 2008).

Para garantir o sucesso de um programa de melhoramento genético é necessário a adoção de algumas medidas que propiciem maiores ganhos e melhor precisão ao experimento (SILVA, 2016). Para que isso seja possível, é fundamental um correto planejamento experimental que pode ser conseguido, dentre outros fatores, com a adoção de um correto tamanho de parcela (CARGNELUTTI FILHO et al., 2014). Para isso torna-se imprescindível pesquisas que determinem qual tamanho de parcela proporciona maior precisão experimental.

4) Tamanho da parcela ou unidade experimental para mamoneira

Ao final de um programa de melhoramento, as diferenças entre linhagens, tendem a ser cada vez menores. Portanto, a manutenção dos ganhos genéticos com seleção depende, dentre outros aspectos, do aumento na precisão experimental (SOUSA et al., 2016).

Sabe-se, na teoria, que é possível aumentar a precisão experimental aumentando o número de repetições, pois o incremento do grau de liberdade dos resíduos assegura estimativas mais precisas dos efeitos de tratamentos. Porém, tal procedimento pode se tornar dificultoso ou impraticável quando se adotam grandes tamanhos de parcelas. Em geral, parcelas pequenas permitem maior número de repetições em uma área, mas parcelas grandes frequentemente têm menor variância e são estatisticamente mais desejáveis (HENRIQUES NETO et al., 2004).

Nesse aspecto, o pesquisador deve obter o máximo de informações sobre a área e a cultura utilizada. O erro experimental consiste na variação entre as parcelas (unidades experimentais), depois de retirados os efeitos controlados (tratamentos, blocos, filas, colunas, dentre outros), que pode ser reduzido ou minimizado, mas nunca totalmente, eliminado (STORCK et al., 2011).

Para conhecer a variabilidade na área experimental, podem ser conduzidos ensaios em branco (ensaios sem tratamentos), específicos para a identificação da variabilidade ou do índice de heterogeneidade da característica avaliada (BRUM et al., 2016). Os dados coletados em unidades experimentais básicas desses ensaios podem ser utilizados para a determinação do tamanho ótimo de parcela, por distintas metodologias (CARGNELUTTI FILHO et al., 2016).

Essas metodologias têm sido empregadas por diferentes autores como, por exemplo: método máxima curvatura, máxima curvatura modificado e método de comparação de variâncias (DONATO et al., 2008), regressão antitônica (BRITO et al., 2012), método da máxima curvatura modificado, regressão linear e quadrática com resposta platô (SILVA et al., 2012), modelo linear de resposta a platô e da curvatura máxima (LEONARDO et al., 2014), máxima curvatura modificada, máxima curvatura e o método de Hatheway (PALUDO et al., 2015), curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação (CARGNELUTTI FILHO et al., 2016; SANTOS et al., 2016; FACCO et al., 2017 e LAVEZO et al., 2017), entre outros.

O método da curvatura máxima modificada sugerido por Lessman e Atkins (1963) propõe uma fórmula de determinação do ponto de máxima curvatura, dessa maneira elimina a inspeção visual e subjetiva do tamanho ótimo da amostra desenvolvido posteriormente por Federer (1977).

No método do modelo linear segmentado com platô é estabelecido uma relação entre o coeficiente de variação e o tamanho de parcela. Esta relação é obtida por meio de dois segmentos, dos quais o primeiro descreve uma reta crescente ou decrescente, dependendo do valor do coeficiente angular, até uma determinada altura em que o coeficiente de variação se estabiliza e este valor do coeficiente de variação é verificado como o ponto correspondente ao platô. O tamanho ótimo de parcela corresponde ao ponto em que o modelo linear se transforma em platô.

5) Descritores morfoagronômicos para mamoneira

O correto conhecimento e conservação da variabilidade das populações em um programa de melhoramento só é possível a partir da adoção de métodos e processos confiáveis para a caracterização do germoplasma (JUNIOR e SILVA, et al., 2013). A utilização de descritores morfoagronômicos, nesse aspecto, têm se mostrado eficiente (SILVA et al., 2017b), porém, com o grande número de descritores disponíveis para a cultura da mamoneira, torna-se inviável avaliar todos eles em uma mesma população, devido, principalmente, ao elevado custo na coleta de dados (OLIVEIRA et al., 2012).

Desta forma, identificar e selecionar descritores que melhor caracterize a variabilidade genética da população em estudo é de grande importância, pois repercute na diminuição dos custos de avaliação e no tempo necessário para descrições genotípicas precisas (OLIVEIRA et al., 2012).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIOVE - Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. **B10 entra em vigor hoje e indústria atenderá demanda por biodiesel de 5,5 bilhões de litros.** Disponível em: <http://www.abiove.org.br/site/_FILES/Portugues/01032018-104859-01_03_2018_-_nota_b10.pdf>. Acesso em: 10 de Abr. de 2018.

AMORIM NETO, M. da S.; ARAÚJO, A. E. de; BELTRÃO, N. E. de M. Clima e solo. In: AZEVEDO, D. M. P. de; Lima, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, p. 63-88, 2001.

ANJANI, K. Castor genetic resources: A primary gene pool for exploitation. **Industrial Crops and Products**, v.35, p.1-14, 2012.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Portaria n. 310**, de 27 de dezembro de 2001. Estabelece as especificações para comercialização de óleo diesel automotivo em todo o território nacional e define obrigações dos agentes econômicos sobre o controle de qualidade do produto.

AZEVEDO, D. M. P. e BELTRÃO, N. E. M. O Agronegócio da Mamona no Brasil. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2007.

AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M. e LEÃO, A. B. Arranjo de plantas no rendimento de mamoneira. In: Trabalhos do II Congresso Brasileiro de Mamona. Aracajú, Brasil, Embrapa Algodão. 2006.

BAHIA, H. F.; SILVA, S. A.; FERNANDEZ, L. G.; LEDO, C. A. da S.; MOREIRA, R. F. C. Divergência genética entre cinco cultivares de mamoneira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.43, n.3, p.357-362, 2008.

BALAT, M. Potential alternatives to edible oils for biodiesel production – A review of current work. **Energy Conversion and Management**, Jordânia, v.52, p.1479-1492, 2011.

BRITO, M. C. M.; FARIA, G. A.; MORAIS, A. R.; SOUZA, E. M.; DANTAS, J. L. L. Estimação do tamanho ótimo de parcela via regressão antitônica. **Revista Brasileira Biometria**, São Paulo, v.30, n.3, p.353-366, 2012.

BRUM, B.; BRANDELERO, F. D.; VARGAS, T. de O.; STORCK, L.; ZANINI, P. P. G. Tamanho ótimo de parcela para avaliação da massa e diâmetro de cabeças de brócolis. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.46, n.3, p.447-453, 2016.

CARGNELUTTI FILHO, A.; ALVES, B. M.; TOEBE, M. e FACCO, G. Tamanhos de unidades experimentais básicas e de parcelas em tremoço branco. **Ciência rural**, Santa Maria, v.46, n.4, p.610-618, 2016.

CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L.; TOEBE, M.; BURIN, C.; ALVES, B. M.; FACCO, G.; NEU, I. M. M. Precisão experimental relacionada a tamanhos de parcelas, números de tratamentos e repetições em nabo forrageiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.49, n.6, p.428-439, 2014.

CAVALCANTE, F. S. A importância da mamona para a agricultura familiar no Estado da Paraíba. **Revista Eletrônica de Ciências**, n.27, 2004. Disponível em: <http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_27/mamona.html> Acesso em: 11 de Mai. 2018.

CÉSAR, A. da S.; BATALHA, M. O. Biodiesel production from castor oil in Brazil: A difficult reality. **Energy Policy**, V.38, n.8, p.4031-4039, 2010.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acomp. safra bras. grãos, v. 6 Safra 2017/18 - Sexto levantamento, Brasília, p.1-140, março 2018.

DONATO, S. L. R.; SIQUEIRA, D. L. de; SILVA, S. de O. E; CECON, P. R.; SILVA, J. A. da; SALOMÃO, L. C. C. Estimativas de tamanho de parcelas para avaliação de descritores fenotípicos em bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.8, p.957-969, 2008.

ESTEVES, R. A.; PEREIRA, R. G. Análise sobre a Evolução do Biodiesel no Brasil. **Espacios**, v.37, n.2, p.5, 2016.

FACCO, G.; FILHO, A. C.; ALVES, B. M.; LAVEZO, A.; FOLLMANN, D. N.; de BEM, C. M.; SCHABARUM, D. E.; KLEINPAUL, J. A.; CHAVES, G. G.; SILVEIRA, D. L.; SIMÕES, F. M.; ULIANA, D. B.; WARTHA, C. A. Basic experimental unit and plot sizes with the method of maximum curvature of the coefficient of variation in sunn hemp. **African Journal of Agricultural Research**, v.12, n.6, p.415-423, 2017.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>> Acesso em 15 Jan. 2018.

FEDERER, W. T. Experimental design: theory and application. 3.ed. Nova York: Oxford & IBH Publishing, p.593, 1977.

FREIRE, E.C.; ANDRADE, F.P.; MEDEIROS, L.C.; LIMA, E.F.; SOARES, J.J. Competição de cultivares e híbridos de mamona no Nordeste do Brasil. Campina Grande, EMBRAPA/CNPA, 1990.

GUI, M. M.; LEE, K.T.; BHATIA, S. Feasibility of edible oil vs. non-edible oil vs. waste edible oil as biodiesel feedstock. **Energy**, v.33, n.11, p.1646-1653, 2008.

HENRIQUES NETO, D.; SEDIYAMA, T.; SOUZA, M. A.; CECON, P. R.; YAMANAKA, C. H.; SEDIYAMA, M. A. N.; VIANA, A. E. Tamanho de parcelas em experimentos com trigo irrigado sob plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.6, p.517-524, 2004.

JUNIOR E SILVA, W. C.; CARVALHO, S. I. C.; DUARTE, J. B. Identification of minimum descriptors for characterization of Capsicum spp. germplasm. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.31, n.2, p.190-202, 2013.

KRUG, C.A.; MENDES, P.T.; SOUZA, G.F. de. Melhoramento da mamoneira (*Ricinus communis* L.) III. Primeira série de ensaios de variedades (1937/38 – 1938/39). **Bragantia**, Campinas v.3, n.5, p.85-122. 1943.

LAVEZO, A.; CARGNELUTTI FILHO, A.; BEM, C. M.; BURIN, C.; KLEINPAUL, J. A.; PEZZINI, R.V. Plot size and number of replications to evaluate the grain yield in oat cultivars. **Bragantia**, Campinas, v.76, n.4, p.512-520, 2017.

LEONARDO, F. D. A. P.; PEREIRA, W. E.; SILVA, S. D. M.; ARAÚJO, R. D. C.; MENDONÇA, R. M. N. Optimum size of the experimental plot of pineapple 'Victory'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36, n.4, p.909-916, 2014.

LESSMAN, K.J.; ATKINS, R.E. Optimum plot size and relative efficiency of lattice designs for grain sorghum yield test. **Crop Science**, Madison, v.3, p.477-481, 1963.

MACHADO, E. L.; SILVA, S. A.; FERNANDES, L. dos S.; BRASILEIRO, H. S. Variabilidade genética e homozigose em uma população F4 de mamoneira por meio de marcadores microssatélites. **Bragantia**, Campinas, v.75, n.3, p.307-313, 2016.

MDA - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. **Cartilha do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, Inclusão Social e Desenvolvimento Territorial**. Book Final, v.38, p.6-7, 2010. Disponível em Acessado em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/sites/sitemda/files/user_arquivos_64/Biodiesel_Book_final_Low_Completo.pdf>. Acesso em: 13 de Abr. de 2018.

MILANI, M. **Descritores de Mamona utilizados pela Embrapa Algodão**. Campina Grande: Embrapa Algodão, Documentos 192, 2008. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Descritores+de+mamona+utilizados+pela+embrapa+algodao_000h4tvry6m02wx7ha0awymty2vut27z.pdf> Acesso em: 16 Abr. 2018.

MIRANDA, W. L.; CARVALHO, L. G.; NETO, P. C.; SANTOS, P. A. B. Utilização do lisímetro de drenagem para obtenção do “Kc” da mamoneira em plantio adensado. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.11, n.1, p.08-13, 2016.

MOSHKIN, V.A. de. **Castor**. New Delhi: Amerind Publishing, p.315, 1986.

OLIVEIRA, E. J. de; DIAS, N. L. P.; DANTAS, J. L. L. Selection of morpho agronomic descriptors for characterization of papaya cultivars. **Euphytica**, Wageningen, v.185, p.253–265, 2012.

OLIVEIRA, E. M. de. Avaliação do teor de óleo e peso em sementes de mamona utilizando diversos acessos. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.8, n.1, p.205-211, 2011.

OLIVEIRA, I. J. de; ZANOTTO, M. D. Eficiência da seleção recorrente para redução da estatura de plantas em mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.4, p.1107-1112, 2008.

PALUDO, A. L.; LOPES, S. J.; BRUM, B.; STORCK, L.; SANTOS, D. dos; HAESBAERT, F. M. Tamanho de parcela e número de repetições para mamoneira em diferentes espaçamentos entre plantas. **Caatinga**, Mossoró, v.28, n.4, p.253-258, 2015.

RAMANJANEYULU, A.V.; REDDY, A. V.; MADHAVI, A. The impact of sowing date and irrigation regime on castor (*Ricinus communis* L.) seed yield, oil quality

characteristics and fatty acid composition during post rainy season in South India. **Industrial Crops and Products**, v.44, p.25–31, 2013.

SAADAOU, E.; MARTÍN, J. J.; GHAZEL, N.; ROMDHANE, C.; MASSOUDI, N.; CERVANTES E. Allelopathic Effects of Aqueous Extracts of *Ricinus communis* L. on the Germination of Six Cultivated Species. **International Journal of Plant & Soil Science**, v.7, n.4, p.220-227, 2015.

SAMUEL, M.; ZIPPORAH, N.; PHILIP, N.; INGONGA, J.; PETER, N. Ovicidal and Larvicidal Effects of *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) Extracts on *Phlebotomus duboscqi*. **European Journal of Medicinal Plants**, v.11, n.3, p.1-14, 2016.

SANTOS, C. M. dos; ENDRES, L.; FERREIRA, V. M.; SILVA, J. V.; ROLIM, E. V.; WANDERLEY FILHO, H. C. L. Photosynthetic capacity and water use efficiency in *Ricinus communis* (L.) under drought stress in semi-humid and semi-arid areas. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.89, n.4, p.3015-3029, 2017.

SANTOS, F. F. P. D.; ALMEIDA, F. D. L.; MOTA, F. D. A. D. S.; RIOS, M. A. D. S.; LIMA, A. A. D. S. Análise de superfície de resposta dos blends do óleo de mamona e babaçu. **GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, Aracaju, v.4, n.3, p.1139-1149, 2014.

SANTOS, G. O.; CARGNELUTTI FILHO, A.; ALVES, B. M.; BURIN, C.; FACCO, G.; TOEBE, M.; KLEINPAUL, J. A.; NEU, I. M. M.; STEFANELLO, R. B. Tamanho de parcela e número de repetições em feijão guandu. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.46, p.44-52, 2016.

SANTOS, L. A. **Caracterização e seleção de linhagens elites de mamoneira (*Ricinus communis* L.) por meio do desempenho morfoagrônomo e molecular no estado da Bahia**. 77 F. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Cruz das Almas – BA. 2013.

SILVA, A. R. da; SILVA, S. A.; SANTOS, L. A. dos; SOUZA, D. R. de; ARAUJO, G. de M.; MOREIRA, R. F. C. Genetic divergence among castor bean lines and

parental strains using ward's method based on morpho-agronomic descriptors. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.39, n.3, p.307-313, 2017b.

SILVA, L. F. de O. da; CAMPOS, K. A.; MORAIS, A. R. de; COGO, F. D.; ZAMBON, C. R. Tamanho ótimo de parcela para experimentos com rabanetes. **Ceres**, Viçosa, v.59, n.5, p.624-629, 2012.

SILVA, W. de M. **Tamanho de parcelas experimentais e seleção simultânea de caracteres em progênies de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.** 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia - UNESP, Ilha Solteira, 2016.

SILVEIRA, T. C.; PEGORARO, R. F.; PORTUGAL, A. F.; RESENDE, A. V. de. Produção da mamoneira submetida a combinações com fontes de fósforo e calagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.1, p.52-57, 2015.

SOUSA, R. P. de; LIMA E SILVA, P. S.; ASSIS, J. P. de. Tamanho e forma de parcelas para experimentos com girassol. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.47, n.4, p.683-690, 2016.

SOUTO, K. C. de; SICSÚ. A. B. **A Cadeia Produtiva da Mamona no Estado da Paraíba: uma Análise Pós-Programa do Biodiesel.** Documentos Técnico-Científicos, v.42, n.1, 2011. Disponível em: <<https://ren.emnuvens.com.br/ren/article/view/133/112>>. Acesso em: 19 de Mar. 2018.

STORCK, L.; GARCIA, D. C.; LOPES, S. J. **Experimentação vegetal.** 3. ed. Santa Maria: Editora UFSM, p.200, 2011.

TÁVORA, F. J. A. **A cultura da mamona.** Fortaleza: EPACE, 1982.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. **Fitossistemática: famílias de angiospermas.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1980. 59 p.

ARTIGO 1**TAMANHO ÓTIMO DA PARCELA EXPERIMENTAL EM *RICINUS COMMUNIS* L.¹**

¹Artigo a ser ajustado para posterior submissão ao Comitê Editorial do periódico científico XXXXXXXX, em versão na língua inglesa.

Tamanho ótimo da parcela experimental em *Ricinus communis* L.

RESUMO: A mamoneira (*Ricinus communis* L.) apresenta elevado destaque no mercado, principalmente relacionado às inúmeras descobertas sobre o uso industrial de seu óleo, assim como seus derivados. Por isso, diferentes centros de pesquisa têm se dedicado ao melhoramento genético dessa espécie, para tanto, precisam adotar procedimentos que proporcionem aos experimentos maior precisão. As determinações de tamanho de parcela é uma das formas de se aumentar a precisão experimental, possibilitando minimizar recursos e maximizar as informações obtidas na pesquisa. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi estimar o tamanho ótimo de parcela para a cultura da mamoneira por meio do método da máxima curvatura modificado e do modelo linear de resposta platô, nas condições edafoclimáticas do Recôncavo da Bahia. O experimento foi realizado na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Foram utilizadas sementes da linhagem UFRB 248, oriunda do programa de melhoramento genético do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, constituído de um ensaio de uniformidade, com espaçamento de 3 m x 1 m, formado de 10 fileiras de 37 plantas cada e consideradas como úteis às oito fileiras centrais com 35 plantas por fileira, num total de 280 plantas e área útil de 840 m². Nas avaliações aferidas, cada planta foi considerada como uma unidade básica, área de 3 m², perfazendo assim, 280 unidades básicas (ub) definidas a partir do mapa do ensaio em branco, cujas combinações foram obtidas 16 arranjos de parcelas com tamanhos e formas diferentes. Foi avaliado o florescimento, inserção do racemo primário, estatura da planta, número de sementes por planta, peso de sementes por planta e produtividade. Os valores das estimativas dos tamanhos de parcela pelo método de máxima curvatura modificado e pelo modelo linear de resposta platô oscilaram de acordo com a característica avaliada. O tamanho ótimo médio de parcela pelo método de máxima curvatura modificado é de 4,75 unidades básicas ou aproximadamente 5ub (15 m²). E pelo modelo linear de resposta platô é de 12,95ub (38,84 m²) ou aproximadamente 13ub (39 m²). O método de máxima curvatura modificado apresentou melhor qualidade de ajuste em relação aos dados, pelo coeficiente de determinação.

Palavras chave: Unidade básica, melhoramento genético, produtividade.

Optimum size of the experimental plot in *Ricinus communis* L.

ABSTRACT: The castor bean (*Ricinus communis* L.) has a high profile in the market, mainly related to the innumerable discoveries about the industrial use of its oil, as well as its derivatives. Therefore, different research centers have been dedicated to the genetic breeding of this species, therefore, they must adopt procedures that give the experiments greater precision. Particle size determinations are one of the ways to increase experimental precision, making it possible to minimize resources and maximize the information obtained in the research. Therefore, the objective of this work was to estimate the optimal plot size for the castor bean crop by means of the modified maximum curvature method and the linear plateau response model, under the soil and climatic conditions of the Recôncavo da Bahia. The experiment was carried out at the Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Seeds of strain UFRB 248, from the breeding program of the Center for Genetic Improvement and Biotechnology (NBIO), were used. The design was a completely randomized design, consisting of a uniformity test with a spacing of 3 m x 1 m, consisting of 10 rows of 37 plants each and considered as useful to the eight central rows with 35 plants per row, in a total of 280 plants and floor area of 840 m². In the evaluated evaluations, each plant was considered as a basic unit, area of 3 m², thus making 280 basic units (ub) defined from the map of the blank, whose combinations were obtained 16 parcel arrangements of different sizes and shapes. Flowering, primary racemic insertion, plant height, number of seeds per plant, seed weight per plant and yield were evaluated. The values of estimates of the plot size by the modified maximum curvature method and the linear plateau response model oscillated according to the evaluated characteristic. The average maximum plot size by the modified maximum curvature method is 4.75 basic units or approximately 5ub (15 m²). And by the linear model of plateau response is 12.95ub (38.84 m²) or approximately 13ub (39 m²). The modified maximum curvature method presented better adjustment quality in relation to the data, by the coefficient of determination.

Key words: Basic unit, genetic breeding, productivity.

INTRODUÇÃO

O cultivo da mamoneira vem ganhando destaque nos últimos anos devido, principalmente, as inúmeras descobertas sobre o uso industrial de seu óleo, a exemplos: revestimentos protetores (tintas e vernizes), impermeabilizantes de superfície, fluidos hidráulicos, cosméticos, lubrificantes para aviões e naves espaciais, vidros à prova de bala, cabos de fibra óptica, lentes de contato, plastificantes e plásticos, entre outros (CARDOSO; BALABAN, 2013; DOMINGOS et al., 2012, RANA et al., 2012; ROCHA et al., 2013) No entanto, o destaque maior ocorreu pela possibilidade de utilização do seu óleo como biodiesel (SOUSA et al., 2011).

Devido à sua grande importância socioeconômica e a versatilidade de utilização de seu óleo, diferentes pesquisadores têm se dedicado ao estudo dessa oleaginosa (LAVANYA et al., 2012; RANA et al., 2012; SALIMON et al., 2010). Sendo uns dos principais objetivos a obtenção de materiais que apresentem características agrônômicas superiores às de seus genitores. Para isso, os pesquisadores necessitam realizar diversos experimentos, os quais devem apresentar, para uma melhor confiabilidade dos dados, o menor erro experimental possível.

Com base nisso, vêm utilizando diferentes métodos, em culturas agrícolas, com o intuito de minimizar o erro experimental (KEMPTON; FOX; CEREZO, 2012), o qual pode ser decorrente de vários fatores como o delineamento, perda de parcelas, ciclo da cultura, número de tratamentos, tratos culturais e o tamanho de parcelas. A determinação do tamanho da parcela é uma das formas de aumentar a precisão experimental, além disso, o correto tamanho de parcela possibilita minimizar tempo, reduzir custos e maximizar as informações obtidas em um experimento, sendo importante para os trabalhos de experimentação (OLIVEIRA et al., 2010; SILVA et al., 2012).

Dentre os métodos utilizados para essa determinação estão o método da máxima curvatura modificado (MMCM) e o modelo linear de resposta platô (MLRP). O primeiro pode ser visto como um aperfeiçoamento do método da máxima curvatura (MMC), que não utilizava de determinação algébrica do ponto de máxima curvatura. Este método consiste em plotar os valores dos coeficientes de variação (CV), dos diferentes caracteres avaliados, em relação aos tamanhos de parcelas

(X_{ub}) pré-estabelecidos, obtendo-se uma curva que representa a relação inversa entre estas variáveis (X_{ub} , CV), adotando-se como tamanho ótimo o valor correspondente à abscissa do ponto de máxima curvatura (X_0) (GONZÁLEZ, 2012).

O segundo é um método fundamentado no ajuste de modelos de regressão segmentado e tem sido utilizado com sucesso no dimensionamento de tamanho ótimo de parcela ou tamanho de amostra. O MLRP possui dois segmentos, dos quais, o primeiro descreve uma reta crescente ou decrescente, até uma altura P que é o platô, a partir desse ponto, o valor P é constante, caracterizando o segundo segmento (BRITO et al., 2012).

Em suma, o MLRP e MMCM buscam determinar um ponto considerado ideal e a partir deste relacionar o tamanho da parcela com a precisão do experimento, todavia, o aumento do tamanho da parcela não tem como resposta um comportamento linear decrescente das medidas de variabilidade, como a variância ou o coeficiente de variação, mas, uma função potencial negativa, pois ocorrem, inicialmente, melhorias relevantes na precisão com um pequeno aumento do tamanho e a partir de um determinado ponto (X_0), ocorre uma redução gradativa (SMITH, 1938; LORENTZ et al., 2012).

Objetivou-se com o presente trabalho estimar o tamanho ótimo de parcela para a cultura da mamoneira através do método da máxima curvatura modificado (MMCM) e do modelo linear de resposta platô (MLRP), nas condições edafo-climáticas do Recôncavo da Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

Implantação e condução do experimento

O experimento foi realizado entre o mês de abril de 2014 a março de 2015, em área experimental pertencente ao Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO), vinculado ao Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), em Cruz das Almas (BA), localizada a 12°39'37" de latitude Sul, 39°04'17" de longitude Oeste, altitude de 220 m, temperatura média de 24,5 °C, umidade relativa de 82%, precipitação média anual de 1.197 mm (EMBRAPA, 1993). Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Af, ou seja, clima quente, com o mês mais frio com temperatura superior a 18 °C e o mais seco com precipitação igual ou superior a 60

mm; a pluviosidade média anual é de 1.200 mm, sendo os meses de março a julho os mais chuvosos e outubro e janeiro os mais secos, com temperatura média anual de 24,2 °C (SANTOS et al., 2015b). As condições climáticas do período do experimento estão apresentadas na figura 1.

As sementes utilizadas para plantio foram da linhagem UFRB 248, oriunda do programa de melhoramento genético do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia - NBIO/UFRB. Esta linhagem possui uma média de Teor de óleo na semente de 57,62%, uma estatura média de 109,05 cm, uma produtividade média de 796,56 kg ha⁻¹, um ciclo vegetativo médio de 48 dias e ciclo reprodutivo de 134 dias.

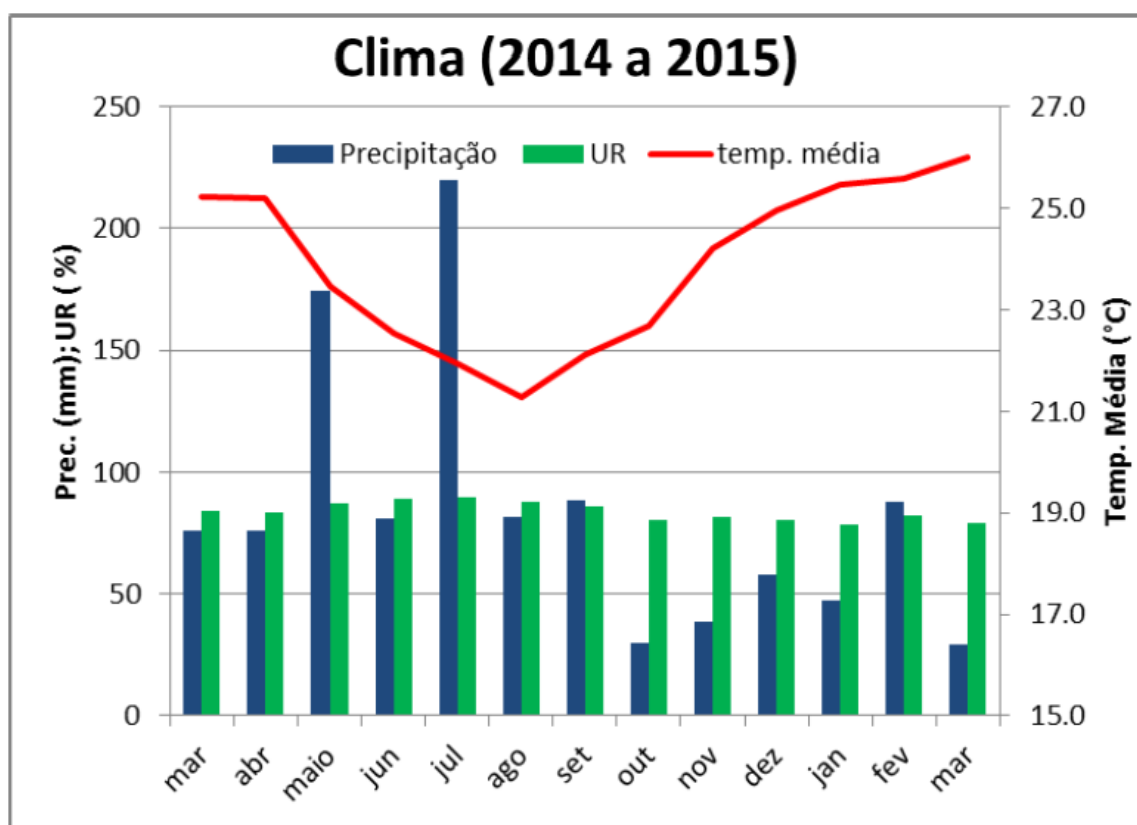


Figura 1. Valores médios mensais de temperatura do ar (°C), umidade relativa (%) e precipitação pluviométrica total (mm) durante os meses de março de 2014 a março de 2015, nas condições climáticas de Cruz das Almas, BA.

Para a correção do solo e adubação das plantas, seguiram-se as recomendações da análise química do solo, sendo aplicados 1.000 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico, 60 kg ha⁻¹ de N (30 kg ha⁻¹ 30 dias após a emergência da cultura

(DAE) e 30 kg ha⁻¹ aos 60 DAE), 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O no plantio. A cultura foi conduzida em regime de sequeiro, a semeadura foi realizada com três sementes por cova e o desbaste aos 10 dias após a emergência, deixando uma planta por cova. O controle de plantas espontâneas foi realizado mensalmente com capina manual.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, constituído de um ensaio de uniformidade (Figura 2) com espaçamento de 3 m x 1 m e formado por 10 fileiras de 37 plantas cada. As oito fileiras centrais foram consideradas como úteis e continham 35 plantas por fileiras num total de 280 plantas e área útil de 840 m².

Nº de plantas/ fileiras	Fileiras de plantas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	X	X	X	X	X	X	X	X
2	X	X	X	X	X	X	X	X
3	X	X	X	X	X	X	X	X
4	X	X	X	X	X	X	X	X
5	X	X	X	X	X	X	X	X
6	X	X	X	X	X	X	X	X
7	X	X	X	X	X	X	X	X
8	X	X	X	X	X	X	X	X
9	X	X	X	X	X	X	X	X
10	X	X	X	X	X	X	X	X
11	X	X	X	X	X	X	X	X
12	X	X	X	X	X	X	X	X
13	X	X	X	X	X	X	X	X
14	X	X	X	X	X	X	X	X
15	X	X	X	X	X	X	X	X
16	X	X	X	X	X	X	X	X
17	X	X	X	X	X	X	X	X
18	X	X	X	X	X	X	X	X
19	X	X	X	X	X	X	X	X
20	X	X	X	X	X	X	X	X
21	X	X	X	X	X	X	X	X
22	X	X	X	X	X	X	X	X
23	X	X	X	X	X	X	X	X
24	X	X	X	X	X	X	X	X
25	X	X	X	X	X	X	X	X
26	X	X	X	X	X	X	X	X
27	X	X	X	X	X	X	X	X
28	X	X	X	X	X	X	X	X
29	X	X	X	X	X	X	X	X
30	X	X	X	X	X	X	X	X
31	X	X	X	X	X	X	X	X
32	X	X	X	X	X	X	X	X
33	X	X	X	X	X	X	X	X
34	X	X	X	X	X	X	X	X
35	X	X	X	X	X	X	X	X

Figura 2. Mapa do ensaio em branco (área útil) para a caracterização da mamoneira, com os 16 tamanhos de parcelas derivados dos agrupamentos das unidades básicas adjacentes.

Nas avaliações aferidas, cada planta foi considerada como uma unidade básica (ub), área de 3 m², perfazendo assim, 280 unidades básicas (ub) definidas a partir do mapa do ensaio em branco, de cujas combinações foram obtidos 16 tipos de parcelas com tamanhos e formas diferentes, como demonstrado na tabela 1:

Tabela 1. Representação dos 16 tipos de parcelas, com seus respectivos tamanhos e formas.

Nº de parcelas	Formato da parcela	Nº de fileiras	Quantidade de plantas	Total
1	retangular	8	35	280 plantas (840 m ²)
2	retangulares	4	35	140 plantas (420 m ²)
4	retangulares	2	35	70 plantas (210 m ²)
8	lineares	1	35	35 plantas (105 m ²)
5	retangulares	8	7	56 plantas (168 m ²)
10	retangulares	4	7	28 plantas (84 m ²)
20	retangulares	2	7	14 plantas (42 m ²)
40	lineares	1	7	07 plantas (21 m ²)
7	retangulares	8	5	40 plantas (120 m ²)
14	retangulares	4	5	20 plantas (60 m ²)
28	retangulares	2	5	10 plantas (30 m ²)
56	lineares	1	5	05 plantas (15 m ²)
35	lineares	8	1	08 plantas (24 m ²)
70	lineares	4	1	04 plantas (12 m ²)
140	lineares	2	1	02 plantas (6 m ²)
280	lineares	1	1	01 planta (3 m ²)

A colheita dos frutos foi realizada manualmente após, em média, 182 dias após emergência. Após secagem ao sol, as sementes que não foram removidas dos frutos por deiscência, foram extraídas manualmente com alicate de poda.

Avaliações fitotécnicas

Os caracteres avaliados para ambas metodologias aplicadas nesse trabalho foram: FLO – florescimento; IRP – inserção do racemo primário; EP – estatura da planta; NSP – número de sementes por planta; PSP – peso de sementes por planta e PROD – produtividade.

As avaliações dos caracteres FLO, IRP e EP seguiram as instruções sugerida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2008) para execução dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de mamona (*Ricinus communis L.*). Assim o caráter FLO foi determinado a partir da subtração do número de dias da data de florescimento (abertura da primeira

flor feminina) pela data de germinação da semente. Os caracteres IRP e EP foi aferido com o auxílio de uma trena, sendo o IRP correspondente à medida do solo até o ponto de inserção do racemo primário, e o caráter EP correspondente à medida do solo até o ápice do ramo mais alto da planta.

Já os caracteres NSP, PSP e PROD foram avaliados seguindo metodologias adotadas pelo NBIO, sendo o NSP o resultado da contagem do número de sementes dos três primeiros racemos, o PSP a soma do peso de sementes dos três primeiros racemos com o auxílio de uma balança de precisão digital, e o caráter PROD a estimativa do peso de sementes em kg ha^{-1} em função da área útil da planta.

Análise dos dados

Para as observações dos caracteres componentes do rendimento, realizadas na época da colheita, as plantas, consideradas cada uma como uma unidade básica, foram combinadas, de modo a formar os diferentes tamanhos de parcelas denominados blocos (B), parcelas (P), subparcelas (SSP), fileiras (F) e plantas (PIn) (ORTIZ, 1995). Foram obtidos, com essa classificação hierárquica, cinco tamanhos de parcelas, formados por uma, cinco, 10, 20 e 40 unidades básicas, a partir da divisão do conjunto (280 plantas úteis) em sete blocos de 40 plantas, da subdivisão de cada bloco em duas parcelas de 20 plantas e da subdivisão de cada parcela em duas subparcelas de duas fileiras com cinco plantas cada.

Destarte, para análise de variância do ensaio de uniformidade para cada característica avaliada consideraram-se as seguintes fontes de variação: os efeitos de bloco (B), parcelas (P)/B, subparcelas (S)/P/B, fileiras (F)/S/P/B, e plantas (PIn)/F/S/P/B de forma semelhante ao adotado por Ortiz (1995).

Para estimação do tamanho ótimo de parcelas foram utilizados os métodos da máxima curvatura modificada e o método do modelo de resposta linear de resposta platô.

Método da Máxima Curvatura Modificado (MMCM)

O método da máxima curvatura modificado, proposto por Lessman e Atkins (1963), consiste em determinar, o tamanho de parcela no qual a curvatura é máxima

no gráfico que relaciona coeficiente de variação com o tamanho de parcela. Essa relação entre CV e tamanho de parcela (X), segundo Meier; Lessman (1971), pode ser representada pela equação geral:

$$CV_{(X)} = aX^{-b} \quad 2.1$$

em que $CV_{(X)}$ é o coeficiente de variação entre as parcelas de tamanho X ; *em que* X representa o número de unidades experimentais básicas agrupadas; a e b são parâmetros a serem estimados usando a transformação logarítmica da função.

O ponto de máxima curvatura é estimado pela fórmula (MEIER; LESSMAN, 1971):

$$X_{MC} = \left[\frac{a^2 b^2 (2b + 1)}{(b - 2)} \right]^{\frac{1}{(2b+2)}} \quad 2.2$$

Tendo X_{MC} como valor da abscissa correspondente ao ponto de máxima curvatura e a e b são parâmetros do modelo.

Modelo linear segmentado com resposta platô (MLRP)

Este método apresenta duas linhas, uma inclinada ascendente ou descendente e outra horizontal (platô), onde a interseção entre essas linhas determina o ponto ótimo (ROBBINS, 1986). Foi inicialmente aplicado com finalidade de estimar requerimentos nutricionais, resultando de forma direta com a dosagem adequada do nutriente (MAMEESH et al., 1956).

Paranaíba et al. (2009) propuseram a utilização deste método partindo-se de ensaio em branco com diferentes culturas, para a estimação do tamanho de parcela. Baseado na principal expressão:

$$CV_{(X)} = \begin{cases} \beta_0 + \beta_1 X + \epsilon_x & \text{se } X \leq X_0 \\ CVP + \epsilon_x & \text{se } X > X_0 \end{cases}$$

em que $CV_{(X)}$ é o coeficiente de variação entre totais de parcela de tamanho X ; *em que* X é número de ub (unidade básica) agrupadas; X_0 é o tamanho ótimo de parcelas para o qual o modelo linear se transforma em um platô, em relação à abscissa; CVP é o coeficiente de variação no ponto correspondente ao platô (junção do segmento linear e platô); β_0 e β_1 são intercepto e coeficiente angular,

respectivamente, do segmento linear e $\mathcal{E}x$ é o erro associado ao $CV_{(x)}$ supostamente normal e independentemente distribuído com média 0 (zero) e variância $\sigma_{\mathcal{E}}^2$ constante.

Assim a continuidade dos dois segmentos, linear e platô, devem ser igualados no ponto X_0 . Assim, para $CVP = \beta_0 + \beta_1 X_0$, o tamanho ótimo da parcela é determinado pela expressão:

$$X_0 = \frac{(C\hat{V}P - \hat{\beta}_0)}{\hat{\beta}_1} \quad 2.3$$

Os valores dos coeficientes de variação, variâncias e demais determinações necessárias foram obtidos em ferramenta computacional, tipo planilha eletrônica, formato Microsoft Excel®. As equações e gráficos do modelo foram obtidos com o auxílio do software SAEG (RIBEIRO JUNIOR, 2001), tendo como variável dependente o coeficiente de variação e independente o tamanho da parcela em unidades básicas, para cada variável.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes médios de variação (Tabela 2) foram obtidos para cada variável em função da divisão da área em 15 formas distintas de tamanho de parcela. Verifica-se que os valores dos coeficientes de variação oscilaram de 1,80% a 47,28% correspondente aos caracteres FLO e PROD, respectivamente. Corroborando com os dados encontrados por Cargnelutti Filho et al. (2010) que, ao avaliarem dois híbridos de mamoneira encontraram valores para o caráter Florescimento de 12,01% e 12,47% e Produtividade de 49,84% e 45,05% para os híbridos Sara e Lyra, respectivamente. Segundo esses mesmos autores, o CV é diretamente proporcional ao tempo de permanência das plantas no campo sob os efeitos ambientais. O que explica esses valores encontrados, haja vista que, o caráter FLO foi avaliado em pleno florescimento do racemo primário, ou seja, no início do ciclo reprodutivo da planta e o caráter PROD no final do ciclo reprodutivo sendo exposto a uma maior influência do ambiente.

Tabela 2. Estimativas de coeficiente de variação (%), em função do tamanho de parcelas em unidades básicas (Xub), para os caracteres relacionados às características morfoagronômicas das plantas de mamoneira (*Ricinus communis* L.) pelo método MMCM.

Forma	Xub	Dimensões F x P/F	CV(%) ¹					
			PSP	NSP	PROD	EP	IRP	FLO
Planta	1	1 x 1	39,27	40,00	47,28	28,25	18,44	16,41
Fileira	2	2 x 1	29,09	28,48	36,56	21,63	14,05	12,36
Fileira	4	4 x 1	21,34	19,88	24,47	13,92	10,33	9,33
Fileira	5	1 x 5	23,08	22,76	31,00	21,96	13,3	8,33
Fileira	7	1 x 7	21,53	20,27	29,18	20,17	12,4	7,77
Fileira	8	8 x 1	15,83	14,70	18,56	11,19	7,10	7,01
Retangular	10	2 x 5	18,13	16,78	25,5	17,63	10,65	6,95
Retangular	14	2 x 7	17,56	15,4	24,92	16,26	9,39	5,14
Retangular	20	4 x 5	14,42	12,4	13,04	9,08	7,78	5,21
Retangular	28	4 x 7	14,17	11,23	12,41	7,70	6,47	3,22
Fileira	35	1 x 35	14,87	13,32	23,08	17,94	10,27	3,09
Retangular	40	8 x 5	8,99	8,37	8,27	7,14	5,02	4,16
Retangular	56	8 x 7	9,34	7,08	8,31	5,53	3,37	2,24
Retangular	70	2 x 35	13,85	12,57	23,02	15,82	8,68	1,80
Retangular	140	4 x 35	12,61	10,81	4,34	5,05	6,56	2,04

PSP: Peso de sementes por planta; NSP: Número de sementes por planta; PROD: Produtividade; EP: Estatura de Planta; IRP: Inserção do racemo primário; FLO: Florescimento.¹CV: Coeficiente de variação.

Analisando a Tabela 2 é possível perceber que os valores dos coeficientes de variação diminuíram conforme o aumento do tamanho da parcela, porém com taxas não lineares. Esses resultados corroboram com aqueles encontrados por Donato et al. (2008) e Brum et al. (2016), que ao calcularem o tamanho de parcela na cultura da bananeira e brócolis, respectivamente, verificaram reduções dos CV's, com taxa diferenciada de decréscimo, com o aumento da parcela. Percebe-se também, que a forma da parcela influenciou a precisão experimental, ou seja, parcelas com maior dimensão no sentido da fileira, independentemente, do formato, expressou de forma geral, menores coeficientes de variação.

A avaliação do coeficiente de variação como medida de precisão em experimentos tem sido realizada em diversas culturas: como guaranazeiro

(ATROCH; NASCIMENTO FILHO, 2005); pimenteiras (SILVA et al., 2011); milho (FRITSCHÉ-NETO, 2012); Cana de açúcar (COUTO et al., 2013); feijão (OLIVEIRA et al., 2009); Citros (AMARAL et al., 1997); meloeiro (LIMA et al., 2004); espécies florestais (GARCIA, 1989). E pode variar de acordo com a cultura considerada, variável resposta em estudo (OLIVEIRA et al., 2009), o número de repetições (PIMENTEL-GOMES, 1991), o tipo de ensaio, heterogeneidade do material, tipo de experimento, número de repetições e o tamanho das parcelas dos experimentos (GARCIA, 1989).

Não foi encontrado na literatura uma classificação de CV específica para a cultura da mamoneira, no entanto, Pimentel-Gomes (1985) propôs uma classificação para CV, em que o CV inferior a 10% é considerado baixo. E Ferreira (1991), considera que até esse valor (10%) o experimento possui ótima precisão. Vale salientar que são classificações abrangentes e não consideram as particularidades das culturas avaliadas (PIMENTEL-GOMES, 1985; FERREIRA, 1991).

Utilizando-se os dados de CV e Xub (Tabela 2), foram obtidas as estimativas para os parâmetros a e b (Tabela 3), onde a representa a variação entre as parcelas e b o índice de heterogeneidade do material genético.

Tabela 3. Estimativas dos parâmetros a e b baseadas na inferência por aproximação linear para os caracteres morfoagronômicos em mamoneira (*Ricinus communis* L.) pelo método MMCM¹.

Parâmetros	PSP	NSP	PROD	EP	IRP	FLO
a	33,22	33,44	51,30	28,10	16,62	17,93
b	0,26	0,30	0,38	0,29	0,24	0,47

PSP: Peso de sementes por planta; NSP: Número de sementes por planta; PROD: Produtividade; EP: Estatura de planta; IRP: Inserção do racemo primário; FLO: Florescimento.¹MMCM: Método da Máxima Curvatura Modificado.

Substituindo as estimativas dos parâmetros a e b na equação (2.2) obtém-se X_{MC} , que equivale ao valor considerado ótimo da parcela (Figura 3).

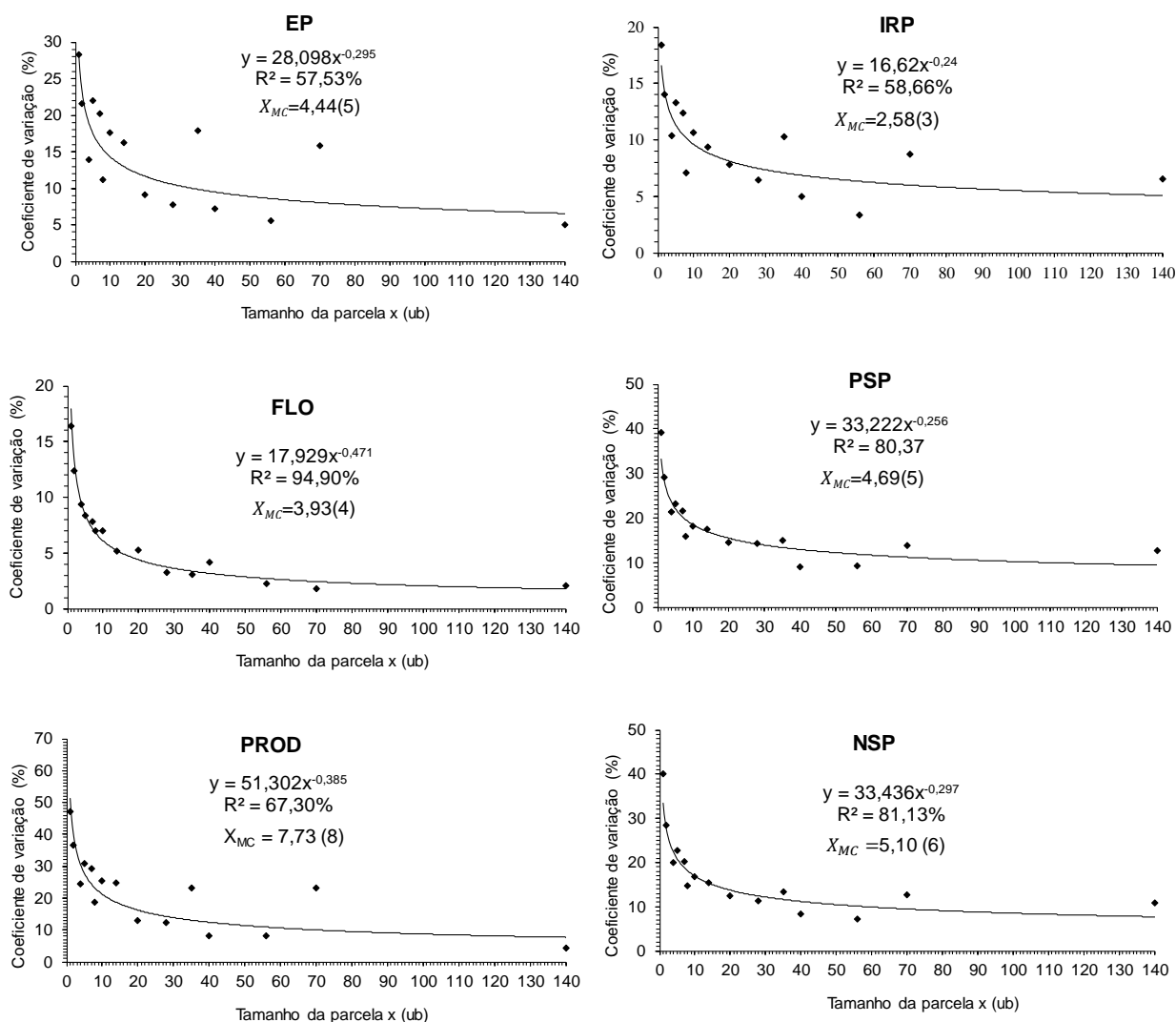


Figura 3. Relação entre coeficiente de variação (CV) e tamanho de parcela, em unidades básicas (UB), e valor da abscissa no ponto de máxima curvatura (X_{MC}), para as características morfoagronômicas em mamoneira (*Ricinus communis* L.) pelo método MMCM.

Sendo $\hat{y} = cv$, substituindo na equação ($\hat{y} = aX^b$) o valor de x pelo valor correspondente X_{MC} , obteve-se o \hat{y} (CV) para cada caráter (Tabela 4), valor a partir do qual o aumento no tamanho da parcela não altera o coeficiente de variação, portanto, não melhora a precisão experimental, ou seja, apesar da redução do CV ser expressiva quando se tem parcela maior, depois que ela atinge o tamanho ótimo pouco se ganha com o incremento de mais plantas na parcela, uma vez que atinge o ponto da máxima curvatura, tendendo a estabilidade (SANTOS et al., 2015a).

Sendo assim, o aumento do tamanho da parcela acima do ponto de máxima curvatura torna-se um adicional desnecessário e prejudicial, pois, além de não proporcionar um ganho na precisão demanda um trabalho aditivo com o aumento da área experimental, o que implica em maiores custos laborais (SANTOS et al., 2015a).

Tabela 4. Estimativas do Coeficiente de Variação (CV), Coeficiente de Determinação (R^2), Tamanho Ótimo e Prático de parcela para os caracteres morfoagronômicos em mamoneira (*Ricinus communis* L.) pelo método MMCM.

Parâmetros	Caráteres					
	PSP	NSP	PROD	EP	IRP	FLO
CV (%)	22,73	20,61	23,34	18,10	13,24	9,41
R^2 (%)	80,00	81,00	67,00	57,00	58,66	95,00
Tamanho Ótimo (ub) (X_0)	4,69	5,10	7,73	4,44	2,58	3,93
Tamanho Prático (ub)	5	6	8	5	3	4
Tamanho Ótimo (m ²)	14,07	15,30	23,21	13,33	7,75	11,79
Tamanho Prático (m ²)	15	18	24	15	9	12

PSP: Peso de sementes por planta; NSP: Número de sementes por planta; PROD: Produtividade; EP: Estatura de planta; IRP: Inserção do racemo primário; FLO: Florescimento.

O coeficiente de determinação (R^2) expressa a eficiência do ajuste do modelo à sequência de dados. Os valores de R^2 variaram de 57,53% a 94,90% (Figura 3) correspondentes as variáveis EP e FLO, respectivamente, no entanto, mesmo com uma diferença de 37,37% entre os R^2 , houve apenas uma diferença de 1ub, ou seja, 1,54 m² entre os tamanhos ótimos de parcela para essas duas variáveis.

A média do R^2 foi de 73,32% e pode ser considerado como bom. Valores de R^2 elevados mostram que o pesquisador teve os cuidados necessários com os aspectos relacionados, desde o planejamento à execução e coleta dos dados do experimento. Isso faz com que os resultados sejam confiáveis e retrate o mais próximo possível as condições em que se encontravam o objeto de estudo (SANTOS et al., 2015a).

O tamanho ótimo de parcela variou de 2,58ub (7,75 m²) a 7,73ub (23,21 m²). Pelo fato do tamanho de parcela ser estimado algebricamente, os valores obtidos não são necessariamente inteiros, o que leva a possibilidade de arredondamento, o que corresponde ao tamanho prático. Sendo assim, o maior tamanho prático observado foi de 8ub e o menor de 3ub, correspondentes as variáveis PROD e IRP, respectivamente.

Como na maioria dos experimentos a intenção não é apenas obter resultados para uma única variável e sim para o conjunto dessas, e ainda garantir a redução do erro experimental e consequente a diminuição da heterogeneidade de variância das parcelas, têm-se como alternativa a utilização do maior tamanho de parcela (FIRMINO et al., 2012), que, nesse caso, seria de $7,73u_b$ ($23,21 \text{ m}^2$) ou aproximadamente $X_{ub} = 8u_b$ (24 m^2). No entanto, por ser economicamente mais viável, sugere-se utilizar a média dos tamanhos de parcelas dos diferentes tratamentos, o que neste trabalho equivale a 4,75 unidades básicas ou aproximadamente $5u_b$ (15 m^2). Corroborando com Peixoto et al. (2011) que também utilizaram a média dos tratamentos na definição do tamanho ótimo de parcela.

O MMCM, apesar da precisão algébrica na determinação do tamanho ótimo de parcelas, estima tamanhos menores de parcelas em comparação a outros métodos, ou seja, com melhores ajustes expressos pelo coeficiente de determinação R^2 (PALUDO et al., 2015). Adicionalmente, como argumenta Facco et al. (2018), permite estimar tamanhos de parcelas intermediários em relação ao que foi pré-estabelecido na divisão da área.

Para se determinar o tamanho ótimo de parcela pelo modelo de regressão linear de resposta platô (MLRP) primeiramente foram determinados os parâmetros (β_0 e β_1) e o coeficiente de variação no platô de resposta (CVP) (Tabela 5), onde é possível observar que os valores encontrados são distintos de acordo com o caráter avaliado.

Nesse modelo, o tamanho ótimo de parcela é o valor onde o modelo linear se transforma em um platô em relação à abscissa (LEONARDO et al., 2014). Para todas as variáveis, o platô foi alcançado para um valor de CVP inferior a 14%, sendo o menor valor encontrado de 3,36% para o caráter Florescimento (FLO). Valores de CVP inferiores a 14% também foram encontrados por Sousa et al. (2015) na determinação do tamanho ótimo de parcela para avaliação de rendimento de grãos de girassol utilizando o mesmo modelo.

Tabela 5. Estimativas dos parâmetros do modelo de regressão linear segmentado com platô, do valor da abscissa ou tamanho ótimo (X_0) no ponto de platô, do tamanho prático (X_{ub}) e do coeficiente de determinação para os caracteres morfoagronômicos em mamoneira (*Ricinus communis* L.).

Variável ¹	Se	Parâmetros			X_0	$\approx X_{ub}$	R ² (%)
		β_0	β_1	CVP			
PROD	$X \leq X_0$	38,72	-1,42	—	18,00	18,00	38,64
	$X > X_0$	—	—	13,21			
NSP	$X \leq X_0$	37,26	-2,87	—	8,80	9,00	72,95
	$X > X_0$	—	—	12,00			
PSP	$X \leq X_0$	37,03	-2,67	—	8,72	9,00	75,09
	$X > X_0$	—	—	13,77			
FLO	$X \leq X_0$	14,76	-0,95	—	11,99	12,00	74,41
	$X > X_0$	—	—	3,36			
IRP	$X \leq X_0$	16,91	-0,84	—	11,13	12,00	27,05
	$X > X_0$	—	—	7,53			
EP	$X \leq X_0$	23,40	-0,71	—	19,04	20,00	45,75
	$X > X_0$	—	—	9,86			

¹PROD: Produtividade; NSP: Número de sementes por planta; PSP: Peso de sementes por planta; FLO: Florescimento; IRP: Inserção do racemo primário; EP: Estatura de planta.

As estimativas do tamanho ótimo de parcela (X_0) pelo modelo linear de resposta platô variaram de 8,72ub para a variável PSP, correspondente a um coeficiente de variação de 13,77 % no platô à 19,04ub para a variável EP, onde o CV foi de 9,86% no platô. A média de ub correspondente aos caracteres avaliados foi de 12,95, aproximadamente 13 ub, o que corresponde a uma área de 39 m² (espaçamento 3 m x 1 m). Quantidade de planta inferior ao utilizado por Rodrigues et al. (2010) e Sampaio Filho et al. (2011), que adotaram uma parcela composta por 25 e 30 plantas respectivamente. E superior ao adotado por Passos et al. (2010) e Bezerra Neto et al. (2010) que utilizaram uma parcela composta por dez e cinco plantas respectivamente.

O ajuste do modelo, segundo o coeficiente de determinação (R²), apresentou média de 55,65% com valores variando de 27,05% a 75,09% (Figura 4). Para os caracteres IRP e FLO, a diferença nos valores R² não influenciou no tamanho ótimo

de parcela, determinado em aproximadamente 12ub (36 m²) para ambos os descritores.

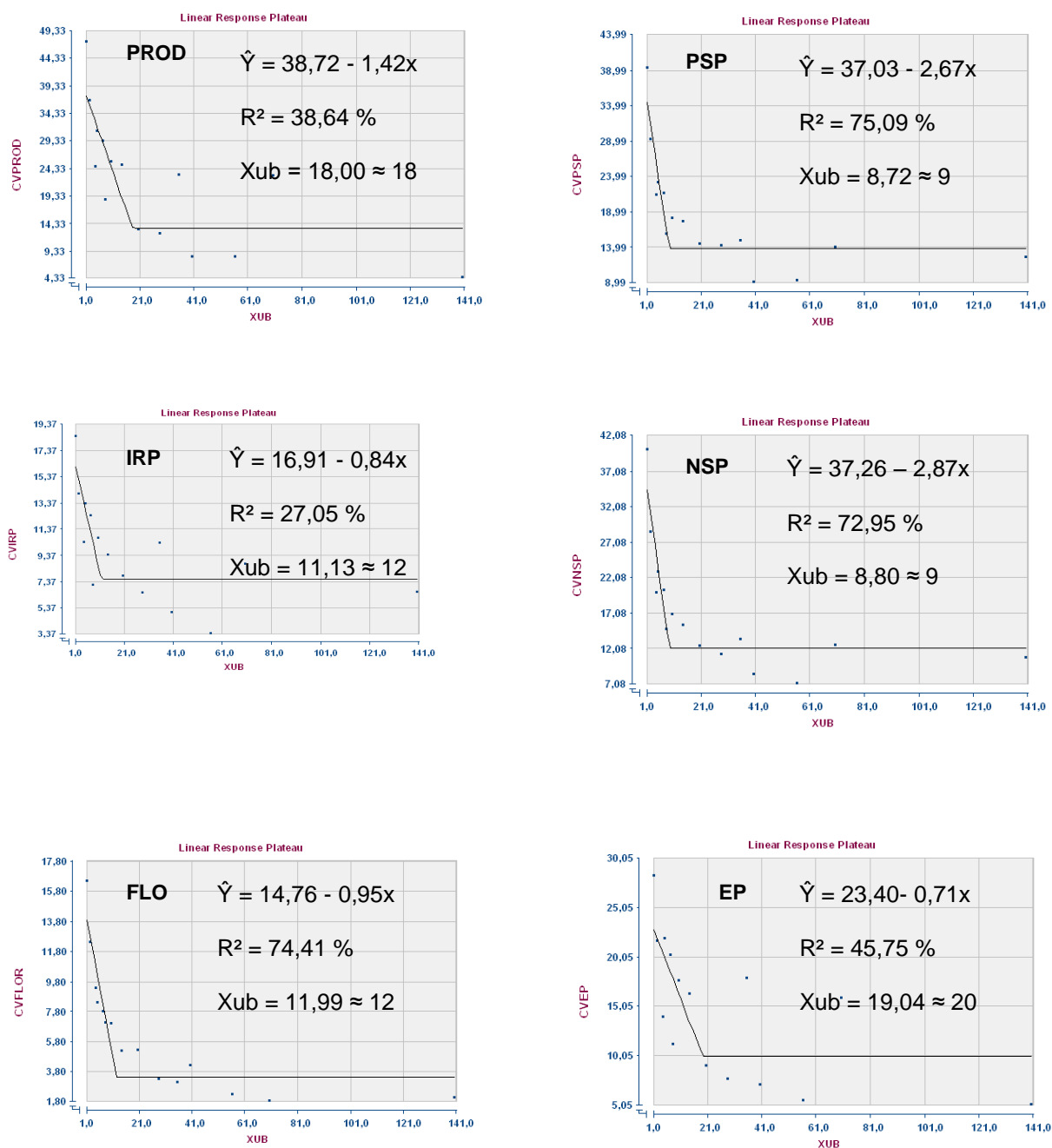


Figura 4. Representação gráfica da relação entre o coeficiente de variação (CV) e tamanho ótimo da parcela (Xub) em unidades básicas, pelo modelo linear segmentado com platô para as variáveis relacionadas às características morfoagronômicas em mamoneira.

Mediante os resultados encontrados, têm-se como alternativa a utilização do maior tamanho de parcela, que nesse estudo seria de 19,04ub (57,12 m²) ou aproximadamente 20ub (60 m²) para constituir o tamanho ótimo. Entretanto, assim como para o método MMCM, sugere-se utilizar a média dos tamanhos de parcelas dos diferentes tratamentos, que no caso seria de 12,95ub (38,84 m²) ou aproximadamente 13ub (39 m²), que seria economicamente mais viável. Corroborando com Sousa et al. (2015) que também utilizaram a média dos tratamentos na definição do tamanho ótimo de parcela.

Neste estudo, o tamanho ótimo de parcela estimado pelo modelo linear de resposta platô 12,95ub (38,84 m²) foi superior ao obtido pelo método de máxima curvatura modificado 4,75 ub (14,75 m²), concordando com os resultados encontrados por Oliveira et al. (2011) em experimento com *Eremanthus erythropappus* e Brito et al. (2012) com a cultura do girassol, situação justificada pelo fato do valor da abscissa do ponto de máxima curvatura tender a ocorrer na região de tamanhos de parcelas menores (BRITO et al., 2012). Resultados diferentes foram encontrados por Sousa et al. (2015) com a cultura do mamoeiro e por Cargnelutti Filho et al. (2011) em experimento realizado com híbridos de milho simples, triplo e duplo, os quais verificaram que o tamanho ótimo de parcela estimado pelo MLRP foi inferior ao obtido pelo MMCM.

O método de máxima curvatura modificado apresentou melhor qualidade de ajuste em relação aos dados, o que pode ser observado pelo coeficiente de determinação, portanto, mostrou-se mais adequado para a determinação do tamanho ótimo de parcela para a maioria das características avaliadas na cultura da mamoneira e no presente experimento. Entretanto, fica evidente que a utilização de mais um método de dimensionamento do tamanho ótimo de parcela é de suma importância, pois cada método apresenta uma particularidade (LÚCIO et al., 2012).

CONCLUSÕES

O tamanho ótimo de parcela médio pelo MMCM é de 4,75 unidades básicas ou aproximadamente 5ub (15 m²) e pelo MLRP é de 12,95ub (38,84 m²) ou aproximadamente 13ub (39 m²) para a cultura da mamoneira linhagem UFRB248.

O método de máxima curvatura modificado apresenta melhor qualidade de ajuste em relação aos dados, haja vista o alto coeficiente de determinação. Sendo assim, para a linhagem UFRB248 recomenda-se um tamanho ótimo de parcela de 4,75^{sub} ou aproximadamente 5^{sub} (15 m²).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, A. M. do; MUNIZ, J. A.; SOUZA, M. de. Avaliação do coeficiente de variação como medida da precisão na experimentação com citros. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.32, n.12, p.1221-1225, 1997.

ATROCH, A. L.; NASCIMENTO FILHO, F. J. DO. Classificação do coeficiente de variação na cultura do guaranazeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n.43, p.43-48, 2005.

BEZERRA NETO, F. V.; LEAL, N. R.; GONÇALVES, L. S. A.; RÊGO FILHO, L. de M.; AMARAL JÚNIOR, A. T. do. Descritores quantitativos na estimativa da divergência genética entre genótipos de mamoneira utilizando análises multivariadas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.41, n.2, p.294-299, 2010.

BRASIL. **Instruções para execução dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de mamona (*Ricinus communis* L.)**. (2008). DOU nº 147, de 01/08/2008, seção 1, p.14-15. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/vegetal/RegistroAutorizacoes/Formularios%20Prote%C3%A7%C3%A3o%20Cultivares/MAMONA%20FORMULARIO%2001%2008%202008%20P.doc>. Acesso em: 15 Jan. 2018.

BRITO, M. C. M.; FARIA, G. A.; MORAIS, A. R.; SOUZA, E. M.; DANTAS, J. L. L. Estimação do tamanho ótimo de parcela via regressão antitônica. **Revista Brasileira Biometria**, São Paulo, v.30, n.3, p.353-366, 2012.

BRUM, B.; BRANDELERO, F. D.; VARGAS, T. de O.; STORCK, L.; ZANINI, P. P. G. Tamanho ótimo de parcela para avaliação da massa e diâmetro de cabeças de brócolis. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.46, n.3, p.447-453, 2016.

CARDOSO, O. R.; BALABAN, R. de C. Preparação de Resinas de Poliuretana à Base de Óleo de Mamona e Dietanolamina e sua Aplicação em Circuitos Eletroeletrônicos. **Polímeros**, São Carlos, v.23, n.4, p.552-558, 2013.

CARGNELUTTI FILHO, A.; LOPES, S. J.; BRUM, B.; SILVEIRA, T. R. D.; TOEBE, M.; STORCK, L. Tamanho de amostra de caracteres em híbridos de mamoneira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.2, p.250-257, 2010.

CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, M.; BURIN, C.; CASAROTTO, G.; LÚCIO, A. D. Métodos de estimativa do tamanho ótimo de parcelas experimentais de híbridos de milho simples, triplo e duplo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.9, p.1509-1516, 2011.

COUTO, M. F.; PETERNELLI, L. A.; BARBOSA, M. H. P. Classification of the coefficients of variation for sugarcane crops. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.6, p.957-961, 2013.

DOMINGOS, C. A.; PEREIRA, D. D.; CARDOSO, L. de S.; TEODORO, R. A.; CASTRO, V. A. de. Biodiesel – Proposta de Um Combustível Alternativo. **Revista Brasileira de Gestão e Engenharia**, São Gotardo, v.9, n.5, p.134-178, 2012.

DONATO, S. L. R.; SIQUEIRA, D. L. de; SILVA, S. de O. E; CECON, P. R.; SILVA, J. A. da; SALOMÃO, L. C. C. Estimativas de tamanho de parcelas para avaliação de descritores fenotípicos em bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.8, p.957-969, 2008.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento detalhado dos solos do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 126p, 1993. (Embrapa-CNPMPF. Boletim de Pesquisa, 7).

FACCO, G.; CARGNELUTTI FILHO, A.; LAVEZO, A.; SCHABARUM, D.E.; CHAVES, G. G.; SILVEIRA, D. L. Basic experimental unit and plot sizes for fresh matter of sunn hemp. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.48, n.5, p.1-9, 2018.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à Agronomia**, Maceió: EDUFAL, 1991. 437p.

FIRMINO, R. de A.; COGO, F. D.; ALMEIDA, S, L. S. de; CAMPOS, K. A.; MORAIS, A. R. de. Tamanho ótimo de parcela para experimentos com mudas de café Catuai Amarelo 2SL. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.6, n.1, p.9-12, 2012.

FRITSCHÉ-NETO, R.; VIEIRA, R. A.; SCAPIM, C. A.; MIRANDA, G. V.; REZENDE, L. M. Updating the ranking of the coefficients of variation from maize experiments. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.34, n.1, p.99-101, 2012.

GARCIA, C. H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. IPEF: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Circular Técnica, n. 171. 1989.

GONZÁLEZ, G. G. H. **Estimação do tamanho ótimo de parcelas: com aplicação na cultura da soja**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Lavras (UFLA), 84p. 2012.

KEMPTON, R. A.; FOX, P. N.; CERREZO, M. **Statistical Methods for Plant Variety Evaluation**. Springer Science & Business Media, 2012. 192p.

LAVANYA, C.; MURTHY, I.Y.L.N.; NAGARAJ, G.; MUKTA, N. Prospects of castor (*Ricinus communis* L.) genotypes for biodiesel production in India. **Biomass and Bioenergy**, n.39, p.204-209, 2012.

LEONARDO, F. D. A. P.; PEREIRA, W. E.; SILVA, S. D. M.; ARAÚJO, R. D. C.; MENDONÇA, R. M. N. Optimum size of the experimental plot of pineapple 'Victory'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36, n.4, p.909-916, 2014.

LESSMAN, K. J.; ATKINS, R. E. Optimum plot size and relative efficiency of lattice designs for grain sorghum yield test. **Crop Science**. Madison, v.3, n.5, p.477-481, 1963.

LIMA, L. L. de; NUNES, G. H. de S.; BEZERRA NETO, F. Coeficientes de variação de algumas características do meloeiro: uma proposta de classificação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p.14-17, 2004.

LORENTZ, L. H.; ERICHSEN, R.; LÚCIO, A. D. Proposta de método para estimação de tamanho de parcela para culturas agrícolas. **Revista Ceres**, Viçosa, v.59, n.6, p.772-780, 2012.

LÚCIO, A. D.; HAESBAERT, F. M.; SANTOS, D.; SCHWERTNER, D. V.; BRUNES, R. R. Tamanhos de amostras e de parcelas para variáveis de crescimento e produtivas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, n.4, p.660-668, 2012.

MAMEESH, M. S.; SCHENDEL, H. E.; NORTON, H. W.; CONNOR JOHNSON, B. The effect of penicillin on the thiamine requirement of the rat. **British Journal of Nutrition**. Cambridge, v.10, n.1, p.23-27,1956.

MEIER, V. D.; LESSMAN, K. J. Estimation of optimum field plot shape and size for testing yield in *Crambe abyssinica* hordnt. **Crop Science**, Madison, v.11, n.5, p.648-650, 1971.

OLIVEIRA, G. M. V.; MELLO, J. M. de; LIMA, R. R. de; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. de. Tamanho e forma de parcelas experimentais para *Eremanthus erythropappus*. **Cerne**, Lavras, v.17, n.3, p.327-338, 2011.

OLIVEIRA, R. L. de; MUNIZ, J. A.; ANDRADE, M. J. B. de; REIS, R. L. dos. Precisão experimental em ensaios com a cultura do feijão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.1, p.113-119, 2009.

OLIVEIRA, T. A.; PEIXOTO, A. P. B.; FARIA, G. A.; SILVA, S. A. ; MORAIS, A. R. ; DIAS, C. T. S. **Modelos de regressão com platô na estimação do tamanho de parcelas em experimentos com mamona**. In: 19º SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA - SINAPE, São Pedro. **Anais...** Associação Brasileira de Estatística. Anais; SINAPE: IME-UNICAMP 2010. Disponível em: <http://www.ime.unicamp.br/sinape/sites/default/files/Mamona_%20Sinape_Ana%20Patricia.pdf>. Acesso em: 22 Jan. 2018.

ORTIZ, R. Plot techniques for assessment of bunch weight in banana trials under two systems of crop management. **Agronomy Journal**. Madison, v.87, n.1, p.63-69, 1995.

PALUDO, A. L.; LOPES, S. J.; BRUM, B.; STORCK, L.; SANTOS, D. DOS;; HAESBAERT, F.,. Tamanho de parcela e número de repetições para mamoneira em

diferentes espaçamentos entre plantas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.28, n.4, p.253–258, 2015.

PARANAÍBA, P. F.; FERREIRA, D. F.; MORAIS, A. R. Tamanho ótimo de parcelas experimentais, proposição de métodos de estimação. **Revista Brasileira de Biometria**, São Paulo, v.27, n.2, p.255-268, 2009.

PASSOS, A. R.; SILVA, S. A.; SOUZA, C. da S.; SOUZA, C. M. M. de; FERNANDES, L. dos S. Parâmetros genéticos de caracteres agrônômicos em genótipos de mamoneira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.7, p.709-714, 2010.

PEIXOTO, A. P. B.; FARIA, G. A.; MORAIS, A. R. de. Modelos de regressão com platô na estimativa do tamanho de parcelas em experimento de conservação *in vitro* de maracujazeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.11, p.1907-1913, 2011.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. São Paulo: USP-ESALQ, 1985. 468p.

PIMENTEL-GOMES, F. **O índice de variação, um substituto Vantajoso do coeficiente de variação**. Piracicaba: IPEF, 1991. 4p. (Circular técnica, 178).

RANA, M.; DHAMIJA, H.; PRASHAR, B.; SHARMA, S. *Ricinus communis* L. – A Review. **International Journal of PharmTech Research**, v.4, n.4, p.1706-1711, 2012.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2001. 301p.

ROBBINS, K.R. A method, SAS program, and example for fitting the broken-line to growth data. University of Tennessee Agricultural Experiment Station. **Research Report**, v.86, n.9. p.1-8, 1986.

ROCHA, R. J.; LIMA, J. E. S.; GOMES, S. R.; IHA, K.; ROCCO, J. A. F. F. Síntese de poliuretanos modificados por óleo de mamona empregados em materiais energéticos. **Química Nova**, v.36, n.6, p.793-799, 2013.

RODRIGUES, H. C. de A.; CARVALHO, S. P. de; CARVALHO, A. A. de; SANTOS, C. E. M. dos; CARVALHO FILHO, J. L. S. de. Correlações genotípicas, fenotípicas e

ambientais entre caracteres de mamoneira. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.6, p.1390-1395, 2010.

SALIMON, J.; NOOR, D. A. M.; NAZRIZAWATI, A. T.; FIRDAUS, M. Y. M.; A. NORAISHAH. Fatty acid composition and physicochemical properties of Malaysian castor bean *Ricinus communis* L. seed oil. **Sains Malaysiana**, V.39, N.5, p.761-764, 2010.

SAMPAIO FILHO, O. M.; SILVA, S. A.; BAHIA, H. F.; SILVA, M. S. da; CARVALHO, D. dos S. Análise descritiva de cultivares de mamoneira em dois anos de cultivo no recôncavo baiano. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, Rio Grande, v.6, p.28-34, 2011.

SANTOS, A. M. P. B. dos; PEIXOTO, C. P.; ALMEIDA, A. T.; SANTOS, J. M. da S. dos; MACHADO, G. da S. Tamanho ótimo de parcela para a cultura de girassol em três arranjos espaciais de plantas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.28, n.4, p.265-273, 2015a.

SANTOS, D. B. dos; COELHO, E. F. C.; SIMÕES, W. L.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; COELHO FILHO, M. A.; BATISTA, R. O. Influência do balanço de sais sobre o crescimento inicial e aspectos fisiológicos de mamoeiro. **Magistra**, Cruz das Almas, V.27, N.1, p.44-53, 2015b.

SILVA, A. R. da; CECON, P. R.; RÊGO, E. R. do; NASCIMENTO, M. Avaliação do coeficiente de variação experimental para caracteres de frutos de pimenteiras. **Ceres**, Viçosa, v.58, n.2, p.168-171, 2011.

SILVA, L. F. D. O. da; CAMPOS, K. A.; MORAIS, A. R. de; COGO, F. D.; ZAMBON, C. R. Tamanho ótimo de parcela para experimentos com rabanetes. **Revista Ceres**, Viçosa, v.59, n.5, p.624-629, 2012.

SMITH. H. F. An empirical law describing heterogeneity in the yield of agricultural crops. **Journal of Agricultural Science**. Cambridge. Inglaterra, v.28, n.1, p.1-23, 1938.

SOUSA, G. S. de; PIRES, M. de M.; ROSADO, P. L. Efeitos de Políticas sobre a Competitividade e Eficiência da Cadeia Produtiva de Biodiesel de Dendê na Região

do Baixo Sul da Bahia. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v.42, n.4, p.827-841, 2011.

SOUSA, R. P. de; SILVA, P. S. L. e; ASSIS, J. P. de; SILVA, J. da; OLIVEIRA, V. R. de; OLIVEIRA, A. M. de P. Tamanho ótimo de parcela para avaliação do rendimento de grãos do girassol. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.1, p.21–26, 2015.

ARTIGO 2**SELEÇÃO DE DESCRITORES MORFOAGRONÔMICOS
EM LINHAGENS E PARENTAIS DE MAMONEIRAS EM DOIS ANOS DE
CULTIVO¹**

¹Artigo a ser ajustado para posterior submissão ao Comitê Editorial do periódico científico Ciência Agronômica, em versão na língua inglesa.

Seleção de descritores morfoagronômicos em linhagens e parentais de *Ricinus communis* L. em dois anos de cultivo

RESUMO: Estudos têm demonstrado que a mamoneira (*Ricinus communis* L.) possui grande variabilidade genética que deve ser conhecida e conservada porque pode se tornar fonte importante de genes para os programas de melhoramento genético da cultura. O objetivo deste trabalho foi selecionar descritores morfoagronômicos e determinar sua importância relativa na caracterização de linhagens de mamoneiras, assim como verificar a associação entre os descritores que podem ser descartados e os aceitos. O trabalho foi realizado na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 20 linhagens e quatro parentais. A parcela experimental foi constituída de uma única linha com seis plantas espaçadas de três metros entre linha e um metro entre plantas. Foram avaliados 18 descritores quantitativos e 22 qualitativos. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos Programas Genes e R. Foram selecionados 13 descritores quantitativos na análise simultânea dos dois anos de cultivo pela metodologia proposta por Jolliffe e 11 descritores qualitativos pelo nível de entropia. O descarte de 28% dos descritores quantitativos não provocou perda de informação considerável, uma vez que os descritores redundantes (descartados) estão correlacionados aos descritores remanescentes com possibilidade de redução de custos e melhor dinâmica no manejo e caracterização da cultura. Dos 22 descritores qualitativos avaliados, 59% foram relevantes na discriminação da população em estudo.

Palavras chave: Recursos genéticos, melhoramento genético, precisão experimental.

Selection of morphoagronomical descriptors in lineages and parental of *Ricinus communis* L. in two years of culture

ABSTRACT: Studies have shown that castor bean (*Ricinus communis* L.) has great genetic variability that must be known and preserved because it can become an important source of genes for breeding programs. The objective of this work was to select morphological and morphoagronomic descriptors and determine their relative importance in the characterization of castor bean lines, as well as to verify the association between descriptors that can be discarded and accepted. The work was carried out at the Federal University of the Recôncavo da Bahia, Nucleus of Genetic Improvement and Biotechnology (NBIO). The experimental design was a randomized complete block design with 20 lines and four parental lines. The experimental plot consisted of a single line with six plants spaced three meters between the line and one meter between plants. We evaluated 18 quantitative descriptors and 22 qualitative descriptors. The statistical analyzes were carried out with the help of the Genes and R Programs. 13 quantitative descriptors were selected in the simultaneous analysis of the two years of cultivation by the methodology proposed by Jolliffe and 11 qualitative descriptors by the level of entropy. The discarding of 28% of the quantitative descriptors did not cause considerable loss of information, since the redundant (discarded) descriptors are correlated to the remaining descriptors with possibility of cost reduction and better dynamics in the management and characterization of the culture. Of the 22 qualitative descriptors evaluated, 59% were relevant in the discrimination of the study population.

Key words: Genetic resources, genetic breeding, experimental precision.

INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) pertence à família *Euphorbiaceae*, sendo uma cultura oleaginosa que fornece quase todo o suprimento mundial de hidroxiácido (ácido carboxílico hidroxilado) (TORRES et al., 2015). Dentre as oleaginosas cultivadas no país, ela se destaca em razão das características peculiares do óleo extraído diretamente de suas sementes, o qual é utilizado em diferentes segmentos da indústria e como fonte de matéria-prima para a fabricação de biodiesel (LUZ, 2012).

Possui grande importância para a economia do semiárido nordestino, tanto como cultura alternativa de reconhecida resistência à seca, como fator fixador de mão de obra, gerador de empregos e de matéria-prima, indispensáveis ao progresso da região e do país (FIGUEIREDO NETO et al., 2004).

Estudos têm demonstrado que a mamoneira possui grande variabilidade genética (BAHIA et al., 2008; BEZERRA NETO et al., 2010; BALDANZI et al., 2015; SILVA et al., 2017b), observada pela caracterização botânica e agrônômica (MACHADO et al., 2013). Esta variabilidade deve ser conhecida e conservada porque pode se tornar importante fonte de genes para os programas de melhoramento. Todavia, sem o conhecimento da diversidade existente nas coleções a utilidade do germoplasma é reduzida. Sendo assim, métodos e processos confiáveis para caracterização de germoplasma são fundamentais para tornar mais eficiente o uso da variabilidade disponível (SILVA et al., 2013).

No Brasil, um dos primeiros trabalhos de observação da variabilidade existente na cultura da mamoneira foi publicado pelo IAC em 1942, onde se observou, por meio de características fenotípicas, que os primeiros 96 acessos reunidos na coleção apresentavam extraordinária variabilidade, haja vista a diversidade observada em quase todos os caracteres avaliados (KRUG; MENDES, 1942).

Em 1989, para facilitar os trabalhos dos pesquisadores, Veiga et al. (1989), criaram uma lista de 36 descritores para caracterização e avaliação de germoplasma de mamoneira, baseado em observações realizadas em 160 acessos do IAC e em informações obtidas em outras instituições que trabalhavam com cultura.

Existe um grande número de descritores disponibilizados para a cultura, fornecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA

(BRASIL, 2008), mesmo assim, alguns pesquisadores ou centros de pesquisa estabeleceram seus próprios descritores (BRUM et al., 2011, SILVA et al., 2017b, MILANI, 2008), levando em consideração suas necessidades e objetivos, o que fez com que aumentasse ainda mais a quantidade de descritores para a mamoneira.

No entanto, avaliar em uma mesma população, todos os descritores disponíveis, exige muito tempo e esforço para coleta de dados por parte dos pesquisadores, aumentando assim os custos de avaliação e o tempo necessário para descrições genotípicas precisas (OLIVEIRA et al., 2012). Por isso, a maioria dos pesquisadores que realizaram trabalhos com a cultura da mamoneira optou por utilizar parte dos descritores disponíveis (PASSOS et al., 2010; SILVA et al., 2011; SILVA et al., 2017a). Entretanto, na maioria das vezes, a escolha de qual descritor utilizar é feita de forma aleatória, sem a realização de nenhum estudo que determine quais deles melhor discriminam a população em estudo e melhor expressam a variabilidade existente na cultura (PASSOS et al., 2010).

O fato é que, no geral, todo caráter deve apresentar uma parcela de contribuição na variação do germoplasma analisado. Mas, há uma tendência de que o aumento do número de descritores avaliados ocasione a presença de informações redundantes, posto que essas informações quase sempre, estão associadas a outras (DAHER, 1993). Logo, a eliminação dos caracteres redundantes seria uma decisão vantajosa, pois reduziria o trabalho de tomada de dados sem ocasionar perda na precisão da caracterização, especialmente se esses caracteres forem de difícil mensuração e apresentarem baixa variabilidade e estabilidade de expressão (PEREIRA, 1989). Além disso, trabalhar com descritores com maior eficiência permite antecipar o potencial de cada genótipo, face às características genéticas desejadas (SILVA et al., 2013).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi selecionar descritores morfoagronômicos e determinar sua importância relativa na caracterização de linhagens e parentais de mamoneiras, assim como verificar a associação entre os descritores descartados e os aceitos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado nas safras agrícolas 2013/2014 e 2014/2015, em uma área experimental pertencente ao Núcleo de Melhoramento Genético e

Biotecnologia (NBIO), vinculado ao Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), em Cruz das Almas (BA), localizada a 12°40'39" de latitude Sul, 39°40'23" de longitude Oeste, altitude de 220 m, umidade relativa de 82% (EMBRAPA, 1993). Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Af, ou seja, clima quente, com o mês mais frio com temperatura superior a 18 °C e o mais seco com precipitação igual ou superior a 60 mm; a pluviosidade média anual é de 1.200 mm, sendo os meses de março a julho os mais chuvosos e outubro e janeiro os mais secos, com temperatura média anual de 24,2 °C (SANTOS et al., 2015).

Foram avaliadas 20 linhagens oriundas do programa de melhoramento genético do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia - NBIO/UFRB: UFRB 11; UFRB 15; UFRB 19; UFRB 23; UFRB 32; UFRB 86; UFRB 93; UFRB 151; UFRB 160; UFRB 208; UFRB 214; UFRB 222; UFRB 227; UFRB 241; UFRB 242; UFRB 248; UFRB 255; UFRB 258; UFRB 262 e UFRB 264 e quatro parentais: BRS 149 – Paraguaçu; BRS 188 – Nordestina; Sipeal 28 e EBDA – MPA 17.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com 24 genótipos (linhagens e cultivares parentais) e quatro repetições. A parcela experimental foi constituída de uma única linha com seis plantas espaçadas de três metros entre linha e um metro entre plantas.

Condução do experimento

As necessidades calagens e adubações de fundação e cobertura da área experimental foram realizadas com base na análise do solo. A calagem foi realizada a base de calcário dolomítico, na ordem de duas toneladas por hectare, no primeiro ano agrícola (2013/2014); uma adubação de fundação de fósforo com aplicação de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅, nos dois anos de execução dos experimentos (2013/2014 e 2014/2015), duas adubações de cobertura com potássio e nitrogênio na ordem de 40 kg ha⁻¹ parcelados em 20 kg ha⁻¹ em 30 e 60 dias após a emergência (DAE). O plantio foi realizado em sistema de sequeiro, portanto, o fornecimento de água oriundo das precipitações pluviométricas.

O desbaste com finalidade de manter uma planta por cova foi feito aos quinze DAE, as capinas manuais foram realizadas periodicamente com o objetivo de evitar a concorrência direta entre as plantas espontâneas e as plantas de mamona. O

mofo cinzento, agente causal *Amphobotrys ricini*, foi controlado por meio de aplicações do fungicida Sumilex 500 WP, aos 90 e 120 DAE, na ordem de 80 g ha⁻¹ por aplicação desse fungicida.

Avaliações fitotécnicas

Foram avaliados 18 descritores quantitativos (Tabela 1) e 22 qualitativos (Tabela 2) de acordo com as classes fenotípicas dos descritores apresentados no Formulário de Instruções para Execução dos Ensaio de Distingibilidade, Homogeneidade e Estabilidade de Cultivares de Mamona (*Ricinus communis* L.) do MAPA (BRASIL, 2008), com o auxílio de imagens apresentadas no Documento 192 da Embrapa (MILANI, 2008), e informações sugeridas pelo NBIO.

Para os descritores quantitativos, mesmo o MAPA sugerindo classes para cada intervalo de valores das características avaliadas, optou-se por não classificar os dados segundo os intervalos, a fim de se obter o máximo de informação possível dos mesmos.

Tabela 1. Descritores quantitativos sugeridos pelo MAPA e NBIO, com as respectivas épocas e formas de avaliação. Cruz das Almas, 2018.

Descritores propostos pelo MAPA (BRASIL, 2008).	
Avaliação em pleno florescimento do racemo primário.	
Descritores	Avaliação
1. Inserção do racemo primário (IRP).	Medido com uma trena do solo até o ponto de inserção do primeiro racemo.
2. Comprimento médio do internódio (CMIC).	Obtido pela relação NIC/IRP.
3. Número de internódios do caule (NIC).	Contar a quantidade de cicatrizes presentes no caule.
Da emergência até o início da floração feminina do primeiro racemo.	
4. Florescimento (FLO).	Subtração do número de dias da data de florescimento pela data de germinação.
Pleno florescimento do último racemo comercial.	

5. Estatura da planta (EP).	Medir com uma trena do solo até o ápice do ramo mais alto da planta.
6. Número de racemos colhidos (NRC).	Contar quantos racemos foram emitidos por cada planta.
7. Comprimento do racemo primário (CRP).	Medir com uma régua do ápice do primeiro racemo até a cicatriz do primeiro nó.

Sementes extraídas dos frutos após secagem

8. Peso de 100 sementes a 9 % de umidade (P100).	Determinação da umidade das sementes de acordo com a RAS (BRASIL, 2009) pelo método da estufa a 105 °C, e utilização de uma regra de três simples para determinar o peso de 100 sementes a 9% de umidade.
--	---

Descritores sugeridos pelo NBIO (2014)

9. Número de frutos por planta (NFP).	Contagem do número de frutos dos quatro primeiros racemos.
10. Número de sementes por planta (NSP).	Contagem do número de sementes dos quatro primeiros racemos.
11. Peso de sementes por planta (PSP).	Soma do peso das sementes dos quatro primeiros racemos, utilizando uma balança analítica.
12. Peso de frutos por planta (PFP)	Soma do peso dos frutos dos quatro primeiros racemos, utilizando uma balança analítica.
13. Produtividade (PROD).	Calculou-se a estimativa para cada planta em kg ha ⁻¹ .
14. Número de frutos do racemo primário (NFRP)	Contagem do número de frutos do primeiro racemo.
15. Número de sementes do racemo primário (NSRP)	Contagem do número de sementes do primeiro racemo.
16. Peso de frutos do racemo primário (PFRP)	Pesagem dos frutos do racemo primário utilizando uma balança analítica.
17. Peso de sementes do racemo primário (PSRP)	Pesagem das sementes do racemo primário utilizando uma balança analítica.
18. Peso do racemo primário (PRPR)	Pesagem do racemo primário por completo, utilizando uma balança analítica.

Para os descritores qualitativos seguiu-se a recomendação do MAPA de atribuição de códigos de acordo com a característica apresentada (Tabela 2).

Tabela 2. Descritores qualitativos sugeridos pelo MAPA, com as respectivas épocas e formas de avaliação e classes fenotípicas. Cruz das Almas, 2018.

Descritores propostos pelo MAPA (BRASIL, 2008)		
Até 10 dias após a emergência		
Descritores	Avaliação	Classe fenotípica
1. Pigmentação antocianínica (PAH).	Observar visualmente, se há presença ou ausência de pigmentação antocianínica o hipocótilo.	1. Ausente. 2. Presente
Pleno florescimento do racemo primário.		
2. Cerosidade do caule (CEC).	Registrar se há presença ou ausência de cera no caule.	1. Ausente. 2. Presente.
3. Coloração do caule (CC).	Avaliação visual com auxílio de imagens do Documento 192 da Embrapa (MILANI, 2008) e nas classes fenotípicas do MAPA (BRASIL, 2008).	1. Verde-clara. 2. Verde-média. 3. Verde-escura. 4. Verde-rosada. 5. Rosada. 6. Vermelha. 7. Marrom-avermelhada. 8. Roxa.
4. Face superior do limbo (FSL).	De acordo com o ângulo formado pelo limbo foliar na face superior.	1. Plana. 2. Pouco afunilada. 3. Afunilada.
5. Pigmentação da nervura principal (PNP).	Coloração das nervuras na face inferior das folhas maduras	1. Esverdeada. 2. Avermelhada.
6. Cerosidade da fase superior do limbo (CEFSL).	Observar se há presença ou ausência de cerosidade no limbo superior das folhas maduras.	1. Ausente. 2. Presente.
7. Flores masculinas nos racemos (FMR).	Verificar se há presença ou ausência de flores masculinas.	1. Ausente. 2. Presente.
8. Localização das flores masculinas (LFMR).	Observar se as flores masculinas estão em sua maioria na parte inferior do racemo primário ou entremeadas com as femininas.	1. Predominante na parte inferior do racemo. 2. Entremeadas com as femininas.

9. Coloração do estigma (CE).	Observar no primeiro racemo a coloração do estigma antes da polinização.		1. Amarelada. 2. Esverdeada. 3. Alaranjada. 4. Avermelhada. 5. Rosada.
Pleno florescimento do último racemo comercial.			
10. Arquitetura da planta (AQP).	Avaliações visualmente.	realizadas	1. Ereta. 2. Semiereta. 3. Aberta.
Frutos imaturos do racemo primário			
11. Densidade do racemo (DR).	Avaliação visual no primeiro racemo.		3. Esparsa. 5. Intermediária. 7. Compacta.
12. Forma do racemo (FR).	Avaliação visual no primeiro racemo.		1. Globosa. 2. Cilíndrica. 3. Cônica.
13. Cerosidade do fruto (CEF).	Avaliações visualmente.	realizadas	1. Ausente. 2. Presente.
14. Cor do fruto (CF).	Avaliação visual com auxílio de imagens do Documento 192 da Embrapa (MILANI, 2008) e nas classes fenotípicas do MAPA (BRASIL, 2008).		1. Amarelada. 2. Verde-clara. 3. Verde-média. 4. Verde-escura. 5. Verde-rosada. 6. Rosa. 7. Vermelha. 8. Roxa.
15. Densidade dos acúleos dos frutos (DAF).	Avaliações visualmente.	realizadas	3. Baixa. 5. Média. 7. Alta.
16. Coloração dos acúleos dos frutos (CAF).	Com base nas imagens do Documento 192 da Embrapa (MILANI, 2008) e nas classes fenotípicas do MAPA (BRASIL, 2008).		1. Amarelada. 2. Verde-clara. 3. Verde-média. 4. Verde-escura. 5. Verde-rosada. 6. Rosa. 7. Vermelha. 8. Roxa.
Frutos ou racemos maduros			
17. Deiscência dos frutos (DEF).	De acordo com a quantidade de frutos abertos.		1. Deiscente. 3. Semideiscente. 5. Indeiscente.
Sementes colhidas de frutos maduros.			
18. Presença de coloração secundária (PCS).	Avaliações feitas visualmente.		1. Ausente. 2. Presente.
19. Coloração principal da semente (CPS).	Corresponde à coloração predominante.		1. Branca. 2. Amarelada. 3. Avermelhada.

20. Coloração semente (CSS).	secundária da	Avaliação visual com auxílio de imagens do Documento 192 da Embrapa (MILANI, 2008) e nas classes fenotípicas do MAPA (BRASIL, 2008).	<hr/> 4. Marrom-clara. 5. Marrom-média. 6. Marrom-escuro. 7. Marrom-avermelhada. 8. Acinzentada. 9. Preta.
21. Forma da semente (FS).	De acordo com o seu formato.	<hr/> 1. Arredondada. 2. Elipsoide.	
22. Protuberância da carúncula (PDC).	Avaliações feitas visualmente.	<hr/> 1. Leve. 2. Acentuada.	

Os dados destes descritores foram inicialmente submetidos à análise de variância e, em seguida, realizou-se a análise multivariada mediante as variáveis canônicas conforme Cruz (2006), com base nos 18 descritores quantitativos avaliados. Foi realizada a identificação dos descritores redundantes, por meio da metodologia proposta por Jolliffe (1973), sendo indicado para descarte todo descritor que apresentou maior coeficiente de ponderação em valor absoluto (autovetor) na variável canônica de autovalor menor, partindo-se da última variável até aquela que seu autovalor não excedeu 0,70. Para auxiliar na decisão de descarte, foram estimados os coeficientes de correlação de Spearman entre todos os descritores quantitativos, para verificar a associação entre os descritores descartados e os remanescentes. A significância do coeficiente de correlação foi verificada pelo teste t. Para os descritores qualitativos, foi estimado o nível de entropia dos caracteres (H) por meio do coeficiente de entropia de Renyi. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do Programa Genes (Cruz, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 estão apresentadas as estatísticas descritivas conjunta dos descritores quantitativos avaliados nos dois anos de cultivo, sendo possível observar a amplitude dos valores apresentados para as variáveis estudadas. Observou-se que os coeficientes de variação oscilaram de 11,65% a 37,66%, para os descritores Florescimento (FLO) e Número de racemos colhidos (NRC), respectivamente. Valores inferiores aos apresentados por Cargnelutti Filho et al. (2010), que, avaliando dois híbridos de mamoneira encontraram valores para o caráter Dias para

o florescimento (DIAF) de 12,01% e 12,47% e Número de racemos por planta (NRP) de 66,27% e 79,53% para os híbridos Sara e Lyra, respectivamente.

Tabela 3. Estatística descritiva e teste de normalidade dos descritores quantitativos estudados nas 20 linhagens e quatro parentais de mamoneira no primeiro ano de cultivo. Cruz das Almas, BA. 2018.

Descritores ¹	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV (%)	Teste de Normalidade
FLO	48,63	74,63	55,91	6,51	11,65	0,82*
EP	128,96	330,88	214,58	47,30	22,04	0,97 ^{ns}
IRP	50,71	132,35	84,58	21,33	25,22	0,96 ^{ns}
NIC	10,40	20,83	15,71	2,41	15,32	0,96 ^{ns}
CMIC	3,90	7,33	5,39	0,93	17,3	0,96 ^{ns}
CRP	19,41	39,35	27,87	5,89	21,12	0,93*
NFRP	20,13	66,38	37,17	11,28	30,34	0,93*
NSRP	60,38	199,13	111,51	33,84	30,34	0,93*
PRPR	72,01	234,61	129,24	37,64	29,13	0,93*
PFRP	63,98	179,09	106,53	26,48	24,85	0,92*
PSRP	42,11	138,33	78,46	23,21	29,58	0,93*
NFP	91,50	334,13	210,11	64,74	30,81	0,97 ^{ns}
NSP	338,63	1002,38	654,62	176,86	27,02	0,97 ^{ns}
PFP	273,70	965,53	572,65	166,50	29,08	0,97 ^{ns}
NRC	6,04	29,00	13,14	4,95	37,66	0,94*
PSP	176,43	610,27	377,68	110,64	29,29	0,98 ^{ns}
PROD	588,08	2013,90	1247,79	365,98	29,33	0,98 ^{ns}
P100	34,35	80,65	62,63	9,76	15,59	0,91*

¹FLO: Florescimento; EP: Estatura de planta; IRP: Inserção do racemo primário; NIC: Número de internódio do caule; CMIC: Comprimento médio dos internódios do caule; CRP: Comprimento do racemo primário; NFRP: Número de frutos do racemo primário; NSRP: Número de sementes do racemo primário; PRPR: Peso do racemo primário; PFRP: Peso do fruto do racemo primário; PSRP: Peso das sementes do racemo primário; NFP: Número de frutos por planta; NSP: Número de sementes por planta; PFP: Peso de frutos por planta; NRC: Número de racemos colhidos; PSP: Peso de sementes por planta; PROD: Produtividade; P100: Peso de cem sementes.

Os resultados da seleção direta, proposta por Jolliffe (1972, 1973), estão apresentados na Tabela 4.

Ao analisar as estimativas dos autovalores associados às variáveis canônicas e suas respectivas variâncias relativas e acumuladas obtidas para os 18 caracteres morfológicos quantitativos avaliados, percebe-se que as três primeiras variáveis canônicas conseguiram explicar 75,75% da variação total acumulada no Ano 1 e 87,79% no ano 2 (Tabela 4). A variância acumulada do Ano 1 foi semelhante a

encontrada por Negreiros et al. (2013), que avaliando a divergência genética entre progênies de pupunheira, quanto a caracteres de palmito, indicaram que as três primeiras variáveis canônicas somaram 75,12% da variância original dos dados. Oliveira et al. (2013), por sua vez, avaliando a divergência genética em uma população segregante F_3 de mamoneira no Recôncavo Baiano observou que as duas primeiras variáveis canônicas obtidas pela metodologia Ward-MLM explicou 95% das variação total.

A variância acumulada foi concentrada até a 12^a variável canônica no Ano 1 e até a 11^a no Ano 2 que respondeu por 98,94 % e 98,99%, respectivamente de toda a variação disponível (Tabela 4).

Tabela 4. Estimativas dos autovalores associados às Variáveis Canônicas e suas variâncias total e acumulada, obtidas a partir dos 18 descritores morfológicos avaliados nas 20 linhagens e quatro parentais de mamoneira em dois anos de cultivo. Cruz das Almas-BA, 2018.

Variáveis Canônicas	Autovalores		Variância (%)		Variância acumulada (%)	
	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2
1	16,86	37,42	45,09	60,36	45,09	60,36
2	8,82	13,63	23,60	21,99	68,69	82,34
3	2,64	3,38	7,06	5,44	75,75	87,79
4	2,42	2,59	6,47	4,17	82,21	91,96
5	1,66	1,31	4,43	2,12	86,64	94,08
6	1,31	1,08	3,52	1,75	90,16	95,83
7	1,07	0,57	2,86	0,92	93,02	96,74
8	0,76	0,44	2,02	0,71	95,04	97,45
9	0,54	0,41	1,44	0,66	96,48	98,11
10	0,48	0,30	1,29	0,48	97,76	98,59
11	0,24	0,25	0,65	0,41	98,42	98,99
12	0,19	0,19	0,52	0,31	98,94	99,30
13	0,15	0,16	0,39	0,26	99,33	99,56
14	0,09	0,09	0,23	0,15	99,56	99,71
15	0,06	0,07	0,17	0,11	99,72	99,82
16	0,06	0,06	0,16	0,09	99,88	99,91
17	0,02	0,04	0,07	0,07	99,95	99,98
18	0,02	0,01	0,05	0,02	100,00	100,00

Segundo Pereira et al. (1992), estudando seleção de descritores em mandioca, a distribuição da variância está associada ao número de descritores utilizados na análise, estando concentrada nas primeiras variáveis canônicas,

apenas quando se utiliza um número reduzido de descritores de interesse agrônomo ou que estejam em um mesmo grupo (folha, floração e frutos.).

A análise de variáveis canônicas permite realizar o descarte de descritores morfológicos, eliminando, desta forma, aqueles que oferecem pouca importância (contribuição) na caracterização da população em estudo (NEGREIROS et al., 2008). Utilizando-se da metodologia proposta por Jolliffe (1972, 1973), que estabelece a eliminação dos descritores de maior peso nas variáveis canônicas cuja associação entre autovetores e autovalores são inferiores a 0,7, foram descartados nove descritores quantitativos no primeiro ano e 12 no segundo ano na seguinte ordem: Ano 1: FLO, PFRP, NRC, NFRP, PSRP, PSP, NSP, PROD e NIC. Ano 2: FLO, CMIC, NFRP, PFRP, PROD, NSRP, PFP, IRP, NFP, NIC, CRP e EP (Tabelas 5 e 6). Indicando que no primeiro e no segundo ano, 50% e 66,67%, respectivamente, dos descritores quantitativos são desnecessários para a caracterização das linhagens de mamoneira.

Tabela 5. Estimativas dos coeficientes de ponderação associados às variáveis canônicas de autovetores inferiores 0,70 e identificação dos caracteres com indicação para descarte, em cada componente, pela seleção direta das 20 linhagens e quatro parentais de mamoneira no primeiro ano de cultivo. Cruz das Almas, 2018.

Variáveis ¹	Variáveis Canônicas									
	VC9	VC10	VC11	VC12	VC13	VC14	VC15	VC16	VC17	VC18
FLO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.57
EP	-0.18	-0.04	-0.47	0.67	-0.93	0.41	-0.61	0.09	0.20	0.49
IRP	-0.38	0.26	0.22	-0.07	0.25	0.06	0.29	1.24	-0.88	-0.30
NIC	2.73	-0.39	-1.06	0.41	-0.49	-0.49	-0.01	2.93	-2.69	0.11
CMIC	-0.06	0.28	0.20	-0.59	0.81	-0.44	-0.60	-0.41	1.27	-0.31
CRP	1.13	0.83	-0.11	-0.03	0.04	0.34	0.39	-1.11	0.56	-0.48
NFRP	-	-	-	-	-	-	-0.67	-0.59	1.05	0.01
NSRP	-1.33	-0.04	0.84	0.73	-0.90	0.10	0.29	-1.78	1.63	0.27
PRPR	0.45	-0.26	-0.15	1.99	-1.26	0.35	-0.18	2.98	-3.05	0.07
PFRP	-	-	-	-	-	-	-	-	4.63	-0.08
PSRP	-	-	-	-	-	-0.87	-0.10	0.07	1.32	-0.19
NFP	-2.63	1.56	0.27	0.38	-0.70	0.33	-0.38	0.90	-0.69	-0.14
NSP				-2.54	1.71	0.58	-0.12	-2.50	2.94	0.01
PFP	-1.90	2.01	0.23	-0.86	1.05	0.14	0.10	-0.96	0.48	0.18
NRC	-	-	-	-	-	-	-	3.45	-2.30	-0.01
PSP	-	-	-	-	-3.11	-0.30	0.05	1.53	-1.20	0.07
PROD	-	-	-1.22	-2.32	2.34	0.16	-0.08	-0.66	0.32	0.15

P100	0.53	-1.30	0.65	0.27	0.14	-0.04	-0.28	1.00	-1.36	0.00
------	------	-------	------	------	------	-------	-------	------	-------	------

¹FLO: Florescimento; EP: Estatura de planta; IRP: Inserção do racemo primário; NIC: Número de internódio do caule; CMIC: Comprimento médio dos internódios do caule; CRP: Comprimento do racemo primário; NFRP: Número de frutos do racemo primário; NSRP: Número de sementes do racemo primário; PRPR: Peso do racemo primário; PFRP: Peso do fruto do racemo primário; PSRP: Peso das sementes do racemo primário; NFP: Número de frutos por planta; NSP: Número de sementes por planta; PFP: Peso de frutos por planta; NRC: Número de racemos colhidos; PSP: Peso de sementes por planta; PROD: Produtividade; P100: Peso de cem sementes.

Ao analisar o descarte preliminar, para os descritores quantitativos, com o uso das estimativas dos coeficientes de ponderação associados às variáveis canônicas de autovetores, verificou-se que o primeiro caráter indicado para descarte em ambos os anos foi o Florescimento (FLO) visto que apresentou o maior peso no módulo com a última variável canônica tanto no primeiro ano como no segundo ano com (-1,57) e (-4,13), respectivamente (Tabelas 5 e 6).

Baseando na análise dos dois anos de cultivo, cinco descritores foram coincidentes em relação ao descarte, sendo assim, os descritores eliminados foram os descartados em ambos os anos, desta forma, fizeram parte do descarte final os seguintes descritores: FLO, NIC, NFRP, PFRP e PROD (Tabela 7).

Os descritores selecionados em ambos os anos foram: PRPR e P100. Entretanto, para a seleção final foram considerados os descritores selecionados em pelo menos um ano de avaliação, sendo assim, os descritores que compuseram a seleção final foram: EP, IRP, CMIC, CRP, NSRP, PRPR, PSRP, NFP, NSP, PFP, NRC, PSP E P100. Figueiredo Neto et al. (2004), também afirmaram que P100, foi um dos caracteres que mais discriminaram acessos de mamoneira.

Os resultados também corroboram com Silva et al. (2017b), que verificaram que o descritor Estatura de planta foi um dos que mais contribuíram para a divergência e com Rodrigues et al. (2010), que afirmaram ser os caracteres altura de caule e número de racemos os que mais contribuíram para a divergência, portanto, considerados como os de maior poder de discriminação.

Tabela 6. Estimativas dos coeficientes de ponderação associados às variáveis canônicas de autovetores inferiores 0,70 e identificação dos caracteres com indicação para descarte, em cada componente, pela seleção direta das 20 linhagens e quatro parentais de mamoneira no segundo ano de cultivo. Cruz das Almas, 2018.

Descritores ¹	Variáveis Canônicas											
	VC7	VC8	VC9	VC10	VC11	VC12	VC13	VC14	VC15	VC16	VC17	VC18
FLO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.13
EP	-6174.82	6175.30	-0.24	-0.78	0.33	1.08	-1.32	-0.55	-0.24	4.79	-3.89	0.54
IRP	-	-	-	-	0.86	1.18	-1.64	0.09	-0.21	-1.14	2.26	-0.23
NIC	-	-	-1.04	-1.22	0.42	-0.41	-0.39	0.54	-0.09	3.90	-3.32	0.92
CMIC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-6.05	0.78
CRP	-	-6193.56	0.11	-0.74	-0.22	-0.19	-0.38	1.02	-0.33	0.17	-0.07	0.52
NFRP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.84	-4.98	0.72
NSRP	-	-	-	-	-	-	1.81	-0.02	0.10	-1.47	1.75	-0.08
PRPR	-1428.50	1428.12	-0.72	-0.08	0.60	-0.74	0.20	0.03	0.35	-3.27	3.77	-0.47
PFRP	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.48	0.02	0.13	-0.43
PSRP	-1787.81	1787.32	-0.81	1.59	0.08	1.39	-1.54	0.14	0.06	-5.31	4.97	-0.19
NFP	-	-	-	-2.14	0.45	0.28	-1.12	0.87	0.22	-3.65	3.36	-0.24
NSP	1704.40	-1704.22	-0.43	0.41	0.83	-1.34	1.52	-0.27	0.00	-0.91	0.70	0.10
PFP	-	-	-	-	-	1.83	-1.14	-0.69	-0.14	1.71	-1.54	0.25
NRC	2421.01	-2420.70	-0.93	1.08	-0.52	-0.94	0.44	0.77	0.35	-0.74	0.54	-0.06
PSP	-872.93	872.75	0.81	-0.35	0.03	-0.40	-0.27	0.48	0.43	0.83	-0.62	-0.34
PROD	-	-	-	-	-	-	-	1.17	0.03	-2.16	0.95	-0.09
P100	450.19	-449.97	-0.54	-0.75	0.68	-0.66	0.32	0.19	0.01	-0.08	0.07	0.06

¹FLO: Florescimento; EP: Estatura de planta; IRP: Inserção do racemo primário; NIC: Número de internódio do caule; CMIC: Comprimento médio dos internódios do caule; CRP: Comprimento do racemo primário; NFRP: Número de frutos do racemo primário; NSRP: Número de sementes do racemo primário; PRPR: Peso do racemo primário; PFRP: Peso do fruto do racemo primário; PSRP: Peso das sementes do racemo primário; NFP: Número de frutos por planta; NSP: Número de sementes por planta; PFP: Peso de frutos por planta; NRC: Número de racemos colhidos; PSP: Peso de sementes por planta; PROD: Produtividade; P100: Peso de cem sementes.

Tabela 7. Variáveis pré-selecionadas e selecionadas baseadas nos procedimentos de Jolliffe (1972). Cruz das Almas, 2018.

Variáveis ¹	Pré-selecionadas		
	Ano 1	Ano 2	Selecionados
FLO	Desc (1)	Desc (1)	Desc
EP	Sel	Desc (12)	Sel
IRP	Sel	Desc (8)	Sel
NIC	Desc (9)	Desc (10)	Desc
CMIC	Sel	Desc (2)	Sel
CRP	Sel	Desc (11)	Sel
NFRP	Desc (4)	Desc (3)	Desc
NSRP	Sel	Desc (6)	Sel
PRPR	Sel	Sel	Sel
PFRP	Desc (2)	Desc (4)	Desc
PSRP	Desc (5)	Sel	Sel
NFP	Sel	Desc (9)	Sel
NSP	Desc (7)	Sel	Sel
PFP	Sel	Desc (7)	Sel
NRC	Desc (3)	Sel	Sel
PSP	Desc (6)	Sel	Sel
PROD	Desc (8)	Desc (5)	Desc
P100	Sel	Sel	Sel

¹FLO: Florescimento; EP: Estatura de planta; IRP: Inserção do racemo primário; NIC: Número de internódio do caule; CMIC: Comprimento médio dos internódios do caule; CRP: Comprimento do racemo primário; NFRP: Número de frutos do racemo primário; NSRP: Número de sementes do racemo primário; PRPR: Peso do racemo primário; PFRP: Peso do fruto do racemo primário; PSRP: Peso das sementes do racemo primário; NFP: Número de frutos por planta; NSP: Número de sementes por planta; PFP: Peso de frutos por planta; NRC: Número de racemos colhidos; PSP: Peso de sementes por planta; PROD: Produtividade; P100: Peso de cem sementes.

Como os resultados indicam, pelo teste de normalidade, que apenas metade dos descritores foram significativos, pelo teste de Shapiro-Wilks a 5% de significância (Tabela 8), dir-se-á que os dados não seguem distribuição normal, portanto optou-se por calcular a correlação de Spearman (Figura 1) para medir a relação entre os descritores e para auxiliar na decisão de descarte, verificando assim a associação entre descritores descartados e os remanescentes.

Tabela 8. Estatística descritiva e teste de normalidade das variáveis quantitativas estudadas das 20 linhagens e quatro parentais de mamoneira no segundo ano de cultivo. Cruz das Almas, BA. 2018.

Descritores ¹	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV (%)	Teste de Normalidade
FLO	48,63	74,63	55,91	6,51	11,65	0,82*
EP	128,96	330,88	214,58	47,30	22,04	0,97 ^{ns}
IRP	50,71	132,35	84,58	21,33	25,22	0,96 ^{ns}
NIC	10,40	20,83	15,71	2,41	15,32	0,96 ^{ns}
CMIC	3,90	7,33	5,39	0,93	17,3	0,96 ^{ns}
CRP	19,41	39,35	27,87	5,89	21,12	0,93*
NFRP	20,13	66,38	37,17	11,28	30,34	0,93*
NSRP	60,38	199,13	111,51	33,84	30,34	0,93*
PRPR	72,01	234,61	129,24	37,64	29,13	0,93*
PFRP	63,98	179,09	106,53	26,48	24,85	0,92*
PSRP	42,11	138,33	78,46	23,21	29,58	0,93*
NFP	91,50	334,13	210,11	64,74	30,81	0,97 ^{ns}
NSP	338,63	1002,38	654,62	176,86	27,02	0,97 ^{ns}
PFP	273,70	965,53	572,65	166,50	29,08	0,97 ^{ns}
NRC	6,04	29,00	13,14	4,95	37,66	0,94*
PSP	176,43	610,27	377,68	110,64	29,29	0,98 ^{ns}
PROD	588,08	2013,90	1247,79	365,98	29,33	0,98 ^{ns}
P100	34,35	80,65	62,63	9,76	15,59	0,91*

¹FLO: Florescimento; EP: Estatura de planta; IRP: Inserção do racemo primário; NIC: Número de internódio do caule; CMIC: Comprimento médio dos internódios do caule; CRP: Comprimento do racemo primário; NFRP: Número de frutos do racemo primário; NSRP: Número de sementes do racemo primário; PRPR: Peso do racemo primário; PFRP: Peso do fruto do racemo primário; PSRP: Peso das sementes do racemo primário; NFP: Número de frutos por planta; NSP: Número de sementes por planta; PFP: Peso de frutos por planta; NRC: Número de racemos colhidos; PSP: Peso de sementes por planta; PROD: Produtividade; P100: Peso de cem sementes.

Nesse estudo foi possível observar (Figura 1) que houve correlação positiva, significativa, entre o descritor FLO e os descritores NIC, EP e IRP. O descritor NIC, por sua vez, correlacionou-se positivamente e significativamente com os descritores NRC, EP e IRP. Silva et al. (2017a), avaliando as correlações e análise de trilha para descritores morfoagronômicos em linhagens e parentais de mamoneira também encontraram correlação positiva e significativa entre NIC x EP e NIC x IRP.

O descritor NFRP correlacionou-se positivamente e significativamente com a maioria dos demais descritores, exceto com NRC e FLO, com os quais a correlação

foi positiva, porém não significativa e com P100 com o qual a correlação foi negativa, não significativa.

O descritor PFRP também correlacionou-se positivamente e significativamente com a maioria dos demais descritores, exceto com P100, FLO, NIC e NRC, com os quais embora a correlação tenha sido positiva, não foi significativa.

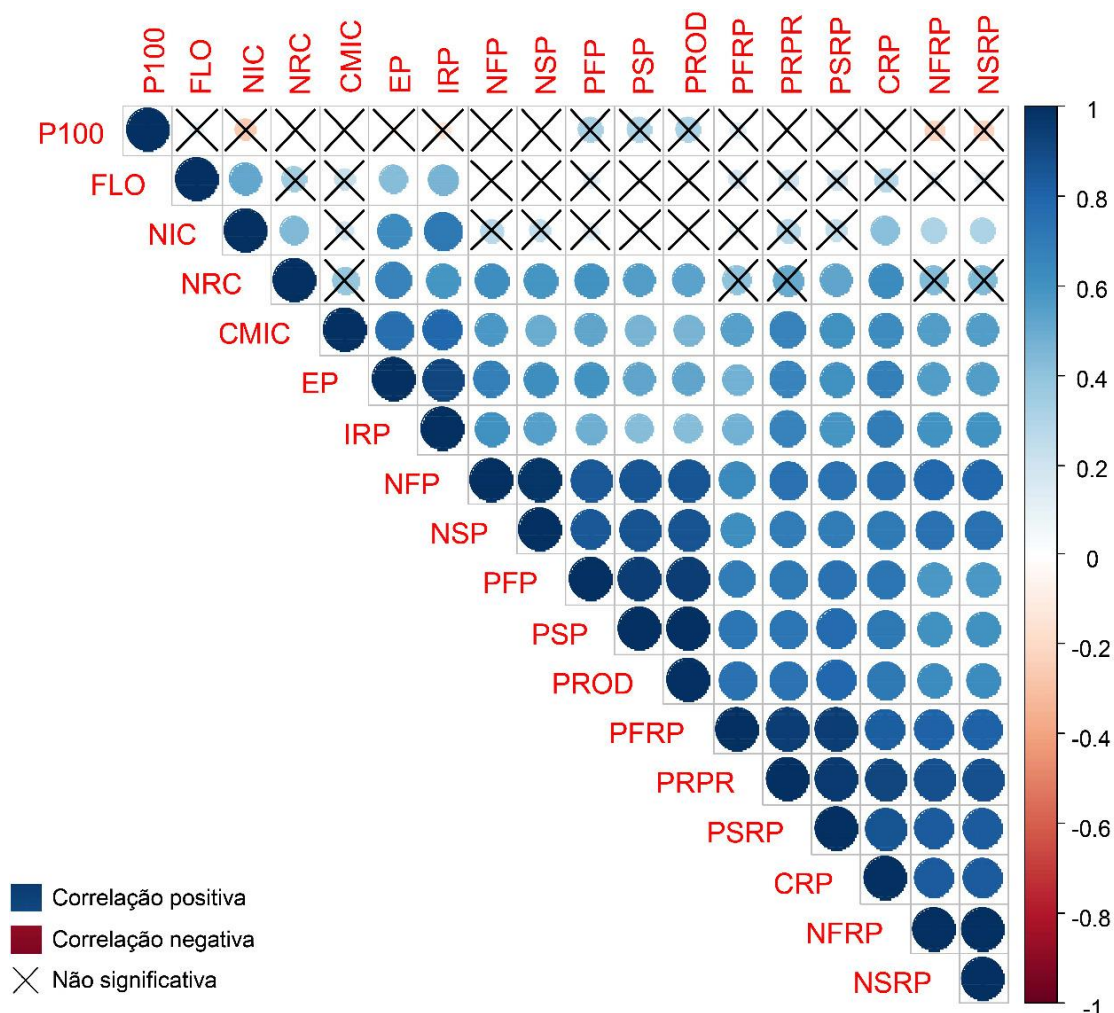


Figura 1. Estimativas dos coeficientes de correlação de Spearman, com as suas respectivas significâncias, entre os 18 descritores quantitativos, Cruz das Almas - BA. 2018.

Houve correlação positiva e significativa entre o descritor PROD e a maioria dos descritores, exceto com P100, com o qual a correlação foi positiva, porém não

significativa e com os descritores FLO e NIC, com os quais não houve correlação. Corroborando com os resultados encontrados por Silva et al. (2017a) que verificaram correlação positiva e significativa entre PROD e EP.

Em suma, percebe-se que todos os descritores quantitativos descartados correlacionam-se com alguns dos selecionados. Sendo assim o seu descarte não resulta em perdas para a caracterização da população (PINTO et al., 2010).

Além disso, mesmo havendo o descarte de descritores como o PROD, considerado importante na avaliação de uma população, é possível estimá-lo com eficiência baseando-se em descritores como NFP, NSP, PFP e PSP, pelo fato dos mesmos possuírem correlação positiva de alta magnitude com a produtividade.

Quanto aos descritores qualitativos, verificou-se que não houve diferença nos dois anos de avaliação. Isso é possível devido ao fato dos mesmos serem de herança monogênica, ou seja, condicionados por um ou poucos genes, portanto, menos influenciados pelo ambiente. (VIEIRA et al., 2013).

Os descritores qualitativos, suas classes fenotípicas, frequência percentual dos acessos em cada uma das classes e o nível de entropia de Renyi estão apresentados na Tabela 9. Foram considerados como variáveis descartadas todas aquelas que apresentaram nível de entropia inferior a 0,60. Os descritores descartados inicialmente por não serem capazes de diferir os acessos, são apresentados na análise de entropia com uma frequência de 100%, ou seja, todos acessos ficaram concentrados na mesma classe dos descritores em questão, apresentando nível de entropia igual a zero, são eles: PAH, CEF, FMR e LFMR. Baldanzi et al. (2015) no trabalho de descrição de 90 linhagens de mamoneira também verificaram que todas as plantas da população avaliada apresentaram coloração no hipocótilo, sendo algumas com menor intensidade.

Os descritores que apresentaram maiores níveis de entropia, ou seja, os que melhor caracterizaram a população em estudo foram: CC (1,17), AQP (0,68), FSL (0,92), CEF (0,60), FR (0,92), DACF (0,64), CE (0,66), CAF (1,26), CPS (1,12), PCS (0,69) e CSS (0,82). Destacam-se, portanto, entre esses os descritores relacionados à cor: do caule (CC), dos acúleos (CAF) e a cor principal das sementes (CPS) que apresentaram $H > 1,00$, em função de apresentarem elevado número de classes e um maior equilíbrio na proporção entre a frequência dos acessos nas diferentes classes fenotípicas.

Tabela 9. Descritores qualitativos avaliados, categorias fenotípicas (classes), frequência percentual e nível de entropia das 20 linhagens e 4 parentais de mamoneira. Cruz das Almas, 2018.

Descritores ¹	Classes	Frequência (%)	Nível de Entropia (H)
PAH	Presente	100,00	0
CC	Verde-clara	50,00	1,17
	Verde-rosada	12,50	
	Vermelha	8,33	
	Roxa	29,17	
AQP	Semi ereta	41,67	0,68
	Aberta	58,33	
CEC	Ausente	12,50	0,38
	Presente	87,50	
FSL	Pouco afunilada	54,17	0,69
	Afunilada	45,83	
PNP	Esverdeada	79,17	0,51
	Avermelhada	20,83	
CEF	Ausente	29,17	0,60
	Presente	70,83	
DEF	Deiscente	4,17	0,34
	Semideiscente	91,67	
	Indeiscente	4,17	
DR	Intermediária	91,67	0,29
	Compacta	8,33	
FR	Globosa	41,67	0,92
	Cilíndrica	50,00	
	Cônica	8,33	
DACF	Média	66,67	0,64
	Alta	33,33	
CE	Alaranjada	62,50	0,66
	Avermelhada	37,50	
CEFSL	Ausente	100,00	0
FMR	Presente	100,00	0
LFMR	Predominante na parte inferior	100,00	0
CF	Verde-clara	29,17	0,76
	Verde-média	4,17	
	Verde-escura	66,67	
CAF	Amarelada	20,83	1,26
	Verde-clara	54,17	
	Verde-escura	8,33	
	Vermelha	12,50	

	Roxa	4,17	
	Branca	16,67	
	Avermelhada	4,17	
CPS	Marrom-avermelhada	4,17	1,12
	Acinzentada	12,50	
	Preta	62,50	
PCS	Ausente	54,17	
	Presente	45,83	0,69
CSS	Branca	8,33	
	Marrom-clara	25,00	0,82
	Preta	66,67	
FS	Arredondada	87,50	
	Elipsóide	12,50	0,38
PDC	Leve	83,33	
	Acentuada	16,67	0,45

¹PAH: Pigmentação antocianínica; CC: Coloração do caule; AQP: Arquitetura da planta; CEC: Cerosidade do caule; FSL: Face superior do limbo; PNP: Pigmentação da nervura principal; CEF: Cerosidade do fruto; DEF: Deiscência dos frutos; DR: Densidade do racemo; FR: Forma do racemo; DACF: Densidade dos acúleos dos frutos; CE: Coloração do estigma; CEFSL: Cerosidade da Fase superior do limbo; FMR: Flores masculinas nos racemos; LFMR: Localização das flores masculinas; CF: Cor do fruto; CAF: Coloração dos acúleos dos frutos; CPS: Coloração principal da semente; PCS: Presença de coloração secundária; CSS: Coloração secundária da semente; FS: Forma da semente; PDC: Protuberância da carúncula.

As variáveis que apresentaram os menores valores em relação ao nível de entropia foram CEC (0,38), PNP (0,51), DEF (0,34), DR (0,29), FS (0,38) e PDC (0,45), por esse foram descartadas por não apresentarem um nível aceitável de entropia que pudesse ser determinante para discriminação da população em estudo (Tabela 9). Ao contrário do que ocorre com os descritores, que apresentam altos níveis de entropia, baixos valores de H estão associados a uma menor quantidade de classes fenotípicas para o descritor utilizado e um maior desequilíbrio na proporção entre a frequência dos acessos nas diferentes classes fenotípicas.

Sendo assim, dos 22 descritores qualitativos avaliados, apenas 59% foram relevantes na discriminação da população em estudo.

CONCLUSÕES

Os métodos utilizados para o descarte das variáveis foram eficientes na identificação e eliminação de variáveis redundantes.

Foram selecionados 13 descritores quantitativos em dois anos de cultivo de acordo com Jolliffe (1973), são eles: EP, IRP, CMIC, CRP, NSRP, PRPR, PSRP, NFP, NSP, PFP, NRC, PSP E P100.

Foram selecionados 11 descritores qualitativos através do nível de entropia: CC, AQP, FSL, CEF, FR , DACF, CE, CAF, CPS, PCS e CSS são importantes na caracterização de linhagens de mamoneira.

O descarte de 28% dos descritores quantitativos não provocou perda de informação considerável, uma vez que os descritores redundantes estão correlacionados aos descritores remanescentes, com possibilidade de redução de custos e melhor dinâmica no manejo e caracterização da cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAHIA, H. F.; SILVA, S. A.; FERNANDEZ, L. G.; LEDO, C. A. da S.; MOREIRA, R. F. C. Divergência genética entre cinco cultivares de mamoneira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.3, p.357-362, 2008.

BALDANZI, M.; MYCZKOWSKI, M. L.; SALVINI, M.; MACCHIA, M. Description of 90 inbred lines of castor plant (*Ricinus communis* L.). **Euphytica**, Wageningen, v.202, p.13–33, 2015.

BEZERRA NETO, F. V.; LEAL, N. R.; GONÇALVES, L. S. A.; RÊGO FILHO, L. de M.; AMARAL JÚNIOR, A. T. do. Descritores quantitativos na estimativa da divergência genética entre genótipos de mamoneira utilizando análises multivariadas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.41, n.2, p.294-299, 2010.

BRASIL. Instruções para execução dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de mamona (*Ricinus communis* L.). DOU nº 147, de 01/08/2008, seção 1, p.14-15, 2008. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/vegetal/RegistroAutorizacoes/Fomularios%20Prote%C3%A7%C3%A3o%20Cultivares/MAMONA%20FORMULRIO%2001%2008%202008%20P.doc>. Acesso em: 15 Jan. 2018.

BRUM, B.; LOPES, S. J.; STORCK, L.; LÚCIO, A. D.; OLIVEIRA, P. H. de; MILANI, M. Correlações canônicas entre variáveis de semente, plântula, planta e produção de grãos em mamoneira. **Ciência rural**, Santa Maria. v.41, n.3, p.404-411, 2011.

CARGNELUTTI FILHO, A.; LOPES, S. J.; BRUM, B.; SILVEIRA, T. R. D.; TOEBE, M.; STORCK, L. Tamanho de amostra de caracteres em híbridos de mamoneira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.2, p.250-257, 2010.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: análise multivariada e simulação**. Viçosa: Ed. UFV, p.175, 2006.

DAHER, R. F. Diversidade morfológica e isoenzimática em capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). 1993. 110 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento detalhado dos solos do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMP, 126p, 1993. (Embrapa-CNPMP. Boletim de Pesquisa, 7).

FIGUEIREDO NETO, A.; ALMEIDA, F. de A. C.; GOUVEIA, J. P. G. de; NÓBREGA, M. B. M.; CARNEIRO, R. M.; PEDROZA, J. P. Divergência genética em acessos de mamona (*Ricinus communis* L.) Baseada nas características das sementes. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.4, n.2, 2004.

JOLLIFFE, I. T. Discarding variables in a principal component analysis. II: real data. **Journal of the Royal Statistical Society Series C - Applied Statistics**, v.22, p.21-31, 1973.

JOLLIFFE, I.T. Discarding variables in a principal component analysis. I. Artificial data. **Applied Statistics**, v.21, p.160-173, 1972.

KRUG, C. A.; MENDES, P. T. Melhoramento da mamoneira (*Ricinus communis* L.) II — Observações gerais sobre a variabilidade do gênero *Ricinus*. **Bragantia**, Campinas, v.2, n.5, 1942.

LUZ, R. P. Caracterização morfofisiológica, molecular e agrônômica de cultivares de mamona. 94f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

MACHADO, E. L.; SILVA, S. A.; SANTOS, A. de S.; BASTOS, L. A.; PESTANA, C. N.; SANTOS, K. S. dos; FERREIRA, C. F.; DIAMANTINO, M. S. A. S. Dissimilaridade genética entre cultivares de mamoneira por meio de marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, p.342-345, 2013.

MILANI, M. **Descritores de Mamona utilizados pela Embrapa Algodão**. Embrapa Algodão, Documentos 192, Campina Grande, 2008. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Descritores+de+mamona+utilizados+pela+embrapa+algodao_000h4tvry6m02wx7ha0awymty2vut27z.pdf> Acesso em: 15 Jan 2018.

NEGREIROS, J. R. da S.; BERGO, C. L.; MIQUELONI, D. P.; LUNZ, A. M. P. Divergência genética entre progênies de pupunheira quanto a caracteres de palmito. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.5, p.496-503, 2013.

NEGREIROS, J. S.; ALEXANDRE, R. S.; ÁLVARES, V. S.; BRUCKNER, C. H.; CRUZ, C. D. Divergência genética entre progênies de maracujazeiro-amarelo com base em características das plântula. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.1, p.197-201, 2008.

OLIVEIRA, E. J. de; DIAS, N. L. P.; DANTAS, J. L. L. Selection of morpho agronomic descriptors for characterization of papaya cultivars. **Euphytica**, Wageningen, v.185, p.253–265, 2012.

OLIVEIRA, R. S. de; SILVA, S. A.; BRASILEIRO, B. P.; MEDEIROS, E. P.; ANJOS, E. V. A. dos. Genetic divergence on castor bean using the ward-mlm strategy. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.44, n.3, p.564-570, 2013.

PASSOS, A. R.; SILVA, S. A.; SOUZA, C. da S.; SOUZA, C. M. M. de; FERNANDES, L. dos S. Parâmetros genéticos de caracteres agrônômicos em

genótipos de mamoneira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.7, p.709-714, 2010.

PEREIRA, A.V.; VENCOVSKY, R.; CRUZ, C.D. Selection of botanical and agronomical descriptors for the characterization of cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) germplasm. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.15, p.115-124, 1992.

PEREIRA, V. A. **Utilização de análise multivariada na caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.)**. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, p.180, 1989.

PINTO, J. F. N.; REIS, E. F. dos; FALEIRO, F.G.; BARBOSA, E. C. C.; NUNES, H. F.; Pinto, JEEDER, F. N. Seleção de descritores vegetativos para caracterização de acessos de guariroba (*Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.3, p.832-840, 2010.

RODRIGUES, H. C. de A.; CARVALHO, S. P. de; CARVALHO, A. A. de; CARVALHO FILHO, J. L. S. de; CUSTÓDIO, T. N. Avaliação da diversidade genética entre acessos de mamoneira (*Ricinus communis* L.) por meio de caracteres morfoagronômicos. **Revista Ceres**, Viçosa, v.57, n.6, p.773-777, 2010.

SANTOS, D. B. dos; COELHO, E. F. C.; SIMÕES, W. L.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; COELHO FILHO, M. A.; BATISTA, R. O. Influência do balanço de sais sobre o crescimento inicial e aspectos fisiológicos de mamoeiro. **Magistra**, Cruz das Almas, V.27, N.1, p.44-53, 2015.

SILVA, A. R. da; SILVA, S. A.; ALMEIDA, V. de O.; ARAÚJO, G. de M.; LEDO, C. A. da S. Correlations and track analysis for morphoagronomic descriptors in pedigree and parental lines of castor bean. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.47, n.4, p.1-7, 2017a.

SILVA, A. R. da; SILVA, S. A.; SANTOS, L. A. dos; SOUZA, D. R. de; ARAUJO, G. de M.; MOREIRA, R. F. C. Genetic divergence among castor bean lines and

parental strains using ward's method based on morpho-agronomic descriptors. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.39, n.3, p. 307-313, 2017b.

SILVA, J. A. G. da; BANDEIRA, T. P.; MANJABOSCO, C. D.; KRÜGUER, C. A. M. B.; SILVA, S. D. dos A.; CRESTANI, M.; CARBONERA, R. Caracterização e herdabilidade em caracteres morfológicos e fisiológicos da mamona. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.17, n.3-4, p.348-358, 2011.

SILVA, W. C. J. e; CARVALHO, S. I. C.; DUARTE, J. B. Identification of minimum descriptors for characterization of *Capsicum* spp. germplasm. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.31, p.190-202, 2013.

TORRES, F. E.; TEODORO, P. E.; GOMES, A. C.; HERNANDES, F. B.; FERNANDES, R. de L.; RIBEIRO, L. P. Adaptability, agronomic performance and genetic divergence of castor genotypes grown in the Cerrado-Pantanal ecotone. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v.58, n.1, p.1-5, 2015.

VEIGA, R. F. de A.; SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N. V. **Descritores Mínimos para a Caracterização e Avaliação de Mamoneira (*Ricinus communis* L.) Aplicados no Instituto Agrônomo**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1989. 16p. (Boletim Técnico, 125).

VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. de F.; FALEIRO, F. G.; BELLON, G.; FONSECA, K. G. da; SILVA, M. S.; PAULA-MORAES, S. V. de; CARVALHO, L. J. C. B. Caracterização fenotípica e molecular de acessos de mandioca de indústria com potencial de adaptação às condições do Cerrado do Brasil Central. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.2, p.567-582, 2013.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, os valores das estimativas dos tamanhos de parcela pelo método de máxima curvatura modificado (MMCM) e pelo modelo linear de resposta platô (MLRP) oscilaram de acordo com as características avaliadas.

No entanto, por ser economicamente mais viável, sugere-se utilizar a média dos tamanhos de parcelas dos diferentes tratamentos, que pelo MMCM é de 4,75 unidades básicas ou aproximadamente 5_{ub} (15 m²). E pelo MLRP é de 12,95_{ub} (38,84 m²) ou aproximadamente 13_{ub} (39 m²).

Entretanto, como todos os valores obtidos são apresentados nesse trabalho, o pesquisador poderá decidir qual melhor tamanho de parcela se ajusta às suas condições experimentais, tendo como tomada de decisão seus recursos disponíveis, mão de obra, área experimental e material vegetal. Não se recomenda, no entanto, adotar o menor tamanho de parcela encontrado para todas as características avaliadas, pois isto poderia influenciar negativamente a precisão experimental.

O método de máxima curvatura modificado apresentou melhor qualidade de ajuste em relação aos dados, pelo elevado coeficiente de determinação, para a maioria das características avaliadas, torna-se mais adequado para a determinação do tamanho ótimo de parcela.

Os métodos utilizados para o descarte das variáveis foram eficientes na identificação e eliminação de variáveis redundantes.

Os 13 descritores quantitativos selecionados: EP, IRP, CMIC, CRP, NSRP, PRPR, PSRP, NFP, NSP, PFP, NRC, PSP E P100 na análise simultânea dos dois anos de cultivo pela metodologia proposta por Jolliffe e os 11 descritores qualitativos selecionados através do nível de entropia: CC, AQP, FSL, CEF, FR, DACF, CE, CAF, CPS, PCS e CSS são importantes na caracterização de linhagens de mamoneira.

O descarte de 28% dos descritores quantitativos não provocou perda de informação considerável, uma vez que os descritores redundantes estão correlacionados aos descritores remanescentes, com possibilidade de redução de custos e melhor dinâmica no manejo e caracterização da cultura.