

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

**DESEMPENHO PRODUTIVO E ECONÔMICO DE *Ricinus
communis* L. CULTIVADA EM DIFERENTES SISTEMAS
DE MANEJO**

ELIZIO PEREIRA DIAMANTINO

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
JULHO - 2019**

**DESPENHO PRODUTIVO E ECONÔMICO DE *Ricinus communis*
L. CULTIVADA EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO**

ELIZIO PEREIRA DIAMANTINO

Engenheiro Agrônomo

Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, 1998

Tese apresentada ao Colegiado do programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Título de Doutor em Ciências Agrárias (Área de Concentração: Fitotecnia).

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

Coorientadores: Prof. Dr. Deoclides Ricardo de Souza

Prof. Dr. Elton da Silva Leite

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

JULHO - 2016

FICHA CATALOGRÁFICA

D537d

Diamantino, Elizio Pereira.

Desempenho produtivo e econômico de *Ricinus communis* L. cultivada em diferentes sistemas de manejo / Elizio Pereira Diamantino. – Cruz das Almas, BA, 2019.

102f.; il.

Orientadora: Simone Alves Silva.

Coorientador: Deoclides Ricardo de Souza.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas.

1.Mamona – Cultivo. 2.Mamona – Melhoramento genético. 3.Solo – Manejo – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Leite, Elton da Silva. III.Título.

CDD: 633.85

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas – UFRB.
Responsável pela Elaboração – Antonio Marcos Sarmento das Chagas (Bibliotecário – CRB5 / 1615).
Os dados para catalogação foram enviados pelo usuário via formulário eletrônico.

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

**DESEMPENHO PRODUTIVO E ECONÔMICO DE *Ricinus
communis* L. CULTIVADA EM DIFERENTES SISTEMAS DE
MANEJO**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE TESE DE
ELIZIO PEREIRA DIAMANTINO**

Realizada em 30 de Julho de 2019

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

Prof. Dr. Ricardo Franco Cunha Moreira
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB
Examinador Interno

Prof^a. Dra. Rafaela Simão Abrahão Nobrega
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB
Examinador Externo

Dr. Diego Fernando Marmolejo Cortes
Embrapa Mandioca e Fruticultura – CNPMF
Examinador Externo

Dra. Laurenice Araújo dos Santos
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB/NBIO
Examinador Interno

A minha encantadora esposa Maria Selma A. S. Diamantino, pelo apoio, compreensão e estímulo nos momentos de incertezas e aos meus filhos Elis Maria, Elizio Filho e Enzo Gabriel,

Ofereço.

Aos meus pais, Elio e Anizete, pela simplicidade e ao amor incondicional a família. E aos meus irmãos Elio, Kátia, Erly e Simone pela amizade de sempre e companheirismo.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por continuar me dando a oportunidade de viver e forças ter para suportar todas as adversidades em meu caminho.

A Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, ao Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas – CCAAB, ao Núcleo de Melhoramento e Biotecnologia – NBIO, pela oportunidade concebida para a realização deste curso.

À minha orientadora, Dra. Simone Alves Silva, pela orientação, amizade, estímulo e ensinamentos transmitidos.

Aos meus co-orientadores, Dr. Elton Leite, e Dr. Deoclides Souza, pela amizade, companheirismo, transmissão de conhecimento, atenção e incentivo, que foram de grande relevância para realização deste trabalho.

Aos funcionários da fazenda experimental, Erivaldo, Rosinha, Gil, Deni e Luiz, pela disponibilidade, atenção e apoio na realização das atividades de campo.

Ao coordenador do curso de Ciências Agrárias, Carlos Augusto Dórea Bragança.

A todo corpo docente pelos ensinamentos recebidos.

Aos estagiários de iniciação científica júnior, Rebeca, Matheus, Rian, Glenda, Tico, Gisele, no apoio as avaliações de campo e laboratório de beneficiamento.

Aos amigos do Laboratório do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia, Ciro, Simone Fiuza, Jean, Hilçana, Laurenice, Renato, Celizia, Helisson, Alife, Jaqueline.

À coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Não posso deixar de agradecer também a Banca Examinadora desta tese, pelas críticas e sugestões que colaboraram para enriquecer este trabalho.

Aos meus irmãos pelo carinho.

Aos meus pais pela presença em minha vida e ensinamentos.

À minha esposa e filhos que estão sempre presente em todos os momentos da minha vida.

A todos que direto, ou indiretamente colaboraram com o êxito deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
ARTIGO 1	
PRODUTIVIDADE DE LINHAGENS E CULTIVARES DE <i>Ricinus communis</i> L. CULTIVADAS EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E PREPARO DE SOLO.....	22
ARTIGO 2	
VARIABILIDADE ESPACIAL DE RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM LATOSSOLO COESO SOB CULTIVO DE <i>Ricinus communis</i> L.....	56
ARTIGO 3	
AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE <i>Ricinus communis</i> L. CULTIVADA EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	74
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	91

DESEMPENHO PRODUTIVO E ECONÔMICO DE *Ricinus communis* L. CULTIVADAS EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

Autor: Elizio Pereira Diamantino
Orientadora: Dra. Simone Alves Silva

RESUMO: O presente trabalho objetivou avaliar o desempenho produtivo e econômico de *Ricinus communis* L. em diferentes sistemas de manejo, buscando identificar um sistema de cultivo adequado para a mamoneira, quando cultivada em solo do tipo Latossolo Amarelo Alico Coeso. Os experimentos foram conduzidos na área experimental do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO), do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), no município de Cruz das Almas – BA, nos anos agrícolas de 2017/2018. Os tratamentos foram constituídos de Linhagens UFRB 248, UFRB 222, desenvolvidas pelo NBIO/CCAAB/UFRB e as cultivares BRS Nordestina e BRS Paraguaçu, cultivadas em diferentes espaçamentos: 3,0 m x 1,0 m; 2,0 m x 0,90 m e 1,0 m x 0,80 m, com densidade de 3.333, 5.555 e 12.500 plantas por hectare, respectivamente, nos preparos de solo: convencional, reduzido por meio de subsolagem na linha de plantio e sistema de plantio direto. Os delineamentos utilizados foram de blocos casualizados, com quatro repetições e 36 tratamentos arranjados em esquema de parcelas subdivididas. Cada unidade experimental foi composta por vinte indivíduos, sendo quatro linhas com cinco plantas cada. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott e Knott, em nível de 5% de probabilidade pelo programa R, pacote EspDest.pt (Ferreira et al., 2017).. O genótipo UFRB 248 apresentou desempenho superior para os caracteres de produção: comprimento total do racemo primário (CTRP), comprimento do racemo primário (CRP), diâmetro do caule (DC), número de frutos do racemo primário (NFRP), peso de frutos do racemo primário (PFRP), peso de frutos em baga dos racemos de segunda ordem (PFBRs), peso de frutos dos racemos excedentes (PFRE), peso de sementes do racemo primário (PSRP), peso de sementes dos racemos de segunda ordem (PSRS), peso de sementes dos racemos excedentes

(PSRE), rendimento de bagas (RENDB) e produtividade (PROD). O preparo de solo reduzido, com subsolagem na linha de plantio, proporcionou melhor desempenho dos genótipos para caracteres em estudo. A geoestatística permite determinar que o sistema de plantio direto, apresenta maiores valores absoluto de resistência do solo à penetração em solos coesos. O espaçamento 1,0 x 0,80 m para o sistema de preparo em plantio direto apresentou os melhores resultados econômicos, considerando o custo operacional total (COT) de R\$ 2.364,52, lucro de R\$ 3.015,79 e uma taxa interna de retorno (TIR) de 127,54%. Os resultados apontam para a viabilidade econômica da produção da cultura da mamona nos cenários apresentados para os espaçamentos 1,0 x 0,80 m e 2,0 x 0,90 m, com densidade de 12.500 e 5.555 plantas ha⁻¹, no plantio direto e preparo reduzido, destacando-se o controle do custo e a produtividade.

Palavras-chave: Melhoramento genético, geoestatística, resistência do solo a penetração, tabuleiros costeiros, sistemas de produção, estimativa econômica.

YIELD AND ECONOMIC PERFORMANCE OF *Ricinus communis* L. CULTIVATED IN DIFFERENT MANAGEMENT SYSTEMS.

Author: Elizio Pereira Diamantino
Advisor: Dra. Simone Alves Silva

ABSTRACT: The present work aimed to evaluate the yield and economic performance of *Ricinus communis* L. in different management systems, searching to identify a suitable cultivation system for castor bean when grown in cohesive alic Yellow Latosol. The experiments were conducted in the experimental area of the Center for Genetic and Biotechnology Improvement (NBIO), of the Center for Environmental and Biological Agrarian Sciences (CCAAB), on the Federal University of Bahia Recôncavo (UFRB), in Cruz das Almas - BA, during the agricultural years of 2017/2018. The treatments consisted of UFRB 248, UFRB 222 lines, developed by NBIO / CCAAB / UFRB and BRS Nordestina and BRS Paraguaçu cultivars, cultivated in different spacings: 3.0 m x 1.0 m; 2.0 mx 0.90 m and 1.0 mx 0.80 m, with a density of 3,333, 5,555 and 12,500 plants per hectare, respectively, associated to diferents types of soil tillage: conventional, reduced by subsoiling in the planting line and, and no-till system. The designs used were randomized blocks, with four replications and 36 treatments arranged in a split plots scheme. Each experimental unit consisted of twenty individuals, being four rows with five plants each. The treatments means were compared by Scott-Knott test at 5% of probability by R software using the ExpDes.pt package (Ferreira et al., 2017). The UFRB 248 genotype presented superior performance for the yield traits: total primary racemus length (CTRP), primary racemus length (CRP), stem diameter (DC), number of fruits in the primary racemus (NFRP), primary raceme fruits weight (PFRP), fruit weight in berry of second order raceme (PFBRs), surplus raceme fruits weight (PFRE), primary raceme seeds weight (PSRP), raceme seeds weight second order (PSRS), excess racemus seeds weight (PSRE), berry yield (RENDB) and productivity (PROD). Reduced soil tillage, with subsoiling at the planting line, provided better performance of genotypes for traits under study. The geostatistics allows to determine that the no-till system presents

higher absolute values of soil resistance to penetration in cohesive soils. The 1.0 x 0.80 m spacing for the no-tillage system presented the best economic results, considering the total operating cost (COT) of R \$ 2,364.52, profit of R \$ 3,015.79 and an internal rate of return (TIR) of 127.54%. The results point to the economic viability of castor bean crop production in the presented scenarios for the 1.0 x 0.80 m and 2.0 x 0.90 m spacing, with density of 12,500 and 5,555 plants. ha⁻¹, in no-till and reduced tillage, highlighting the cost control and productivity.

Keywords: Genetic breeding, geostatistics, soil penetration resistance, coastal trays, production systems, economic estimation.

INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma espécie oleaginosa, pertencente à família Euphorbiaceae, cujo fruto possui sementes, que se extrai um óleo de excelentes propriedades químicas, óleo de rícino, que possui enorme versatilidade no ramo industrial (MERKOUROPOULOS et al., 2016; MIRANDA et al., 2017; GOODARZI et al., 2015; RUKHSAR et al., 2018). Esse pode ser utilizado em rotas de síntese para uma grande quantidade de produtos, com aplicação na área de cosméticos, lubrificantes, polímeros, entre outros, podendo ser também substituto do petróleo na síntese de produtos, como no caso do biodiesel que substitui parcialmente o diesel mineral (MIRANDA et al., 2017; PRIYA et al., 2018).

Com a criação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), em 2004, pelo Governo Federal, a mamona surgiu como uma alternativa de matéria-prima, visto que uma das vantagens é que o seu óleo (40% a 60%), não participa da cadeia alimentícia, por não ser comestível, sendo um produto estritamente industrial (GOODARZI et al., 2015; RUKHSAR et al., 2017).

A produção de mamona está em intenso declínio. Desde a safra 2004/05, quando foram cultivados 215,1 mil hectares, com rendimento médio de 1.000 kg ha⁻¹, a área cultivada reduz ano após ano, chegando ao patamar próximo de 47,0 mil hectares nessa safra e na passada 31,8 mil hectares, com rendimento médio estimado de 630 kg ha⁻¹. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2019), conforme a área cultivada e a produção são reduzidas, o valor pago ao produtor, pela saca de mamona, aumenta.

No Brasil, é esperado para a safra 2018/19 uma área plantada superior a safra passada, principalmente na Bahia, maior estado produtor. A previsão é que sejam cultivados 47,9 mil hectares, que, comparados com os cultivados na safra anterior, equivale a um aumento de 50,6% na área (CONAB, 2019).

Na Bahia, estima-se que, a área cultivada na safra 2018/2019 seja de 43,2 mil hectares. Com variação de 60% na área plantada em relação à safra anterior, que foi de 27,0 mil hectares. Em relação à produção, a estimativa da Companhia Nacional de abastecimento, é que haja um incremento de 62,4%, alcançando 27,2 mil toneladas de grãos de mamona em relação à safra passada, que foi de 17,0 mil toneladas de grãos.

O cultivo da mamona ocorre exclusivamente na mesorregião Centro-Norte da Bahia, sendo cultivada pela agricultura familiar, com baixa mecanização agrícola e uso de sementes de baixa qualidade, provavelmente, multiplicadas pelos próprios produtores. Os cultivos são conduzidos em regime de sequeiro, com o cultivo de novas áreas e o manejo de plantas remanescentes da safra anterior (CONAB, 2019)

Além disso, a mamona possui preços crescentes no mercado internacional, nos últimos anos em média de US\$ 1650,00/tonelada⁻¹ (FAO, 2014). Para que seu preço se reduza ao patamar dos demais óleos vegetais também empregados na produção de biodiesel, há indicação que deve haver um incremento significativo na oferta desta matéria-prima (CAMPBELL et al., 2014; MERKOUROPOULOS et al., 2016; MIRANDA et al., 2017; MARIYAPPILLAI, 2018). Para que isto aconteça, são necessárias medidas tais como fornecimento ao mercado de novas cultivares, com maior potencial produtivo, ajustes nos sistemas de cultivo, que necessitam de pesquisas para avaliar adensamento de plantio, manejo adequado de plantas invasoras, além de colheita mecanizada para potencializar seu desempenho agrônomo, aliado a um menor custo de produção.

Por isso, devido a sua importância econômica, diferentes centros de pesquisa têm se dedicado ao desenvolvimento de novos genótipos com características desejáveis quanto aos aspectos agrônômicos e morfológicos, que, no entanto, necessitam ser avaliados. Para que as avaliações obtenham resultados confiáveis é necessário, contudo, buscar métodos de condução de plantas e de densidade de cultivo, cada vez mais eficientes, a fim de obter genótipos capazes de atingir altas produtividades e introduzir de modo definitivo a cultura no sistema agrícola nacional (FIOREZE et al., 2016).

Além do uso de material melhorado e uso de novas tecnologias nos plantios, outro fator importante que deve ser levado em consideração na produtividade final da mamona é o preparo do solo. Os sistemas de preparo e manejo do solo determinam as condições físicas para o crescimento das plantas e produtividade das culturas (COSTA et al., 2013). Assim, informações sobre o comportamento de diversas espécies em Latossolo Amarelo são hoje de fundamental importância.

Com relação aos atributos físicos do solo, a estrutura está relacionada com atributos que determinam a qualidade do solo, sendo eles a densidade do solo, macroporosidade, microporosidade, a resistência do solo à penetração das raízes (SILVA et al., 2011). A resistência do solo à penetração auxilia na caracterização da variabilidade espacial aplicada à Ciência do Solo e no conhecimento da área com precisão para sua otimização (VIEIRA et al., 2010; SAMPIETRO e LOPES, 2016). Estes fatores físicos, por sua vez, são influenciados pelos sistemas de preparo de solo, convencional, plantio reduzido e plantio direto.

A combinação ótima de espaçamento entre fileiras e populações de plantas pode levar à maximização econômica da produção da cultura da mamona. Estudos econômicos de implantação e colheita relacionados com as operações que vão desde o preparo de solo, plantio, manutenções, extração de grãos sob as operações manuais e mecanizadas podem alavancar o setor e melhorar a rentabilidade dos produtores rurais (SEVERINO et al., 2012).

Por sua vez, avaliar o potencial produtivo de diferentes genótipos de mamoneira, em diferentes manejos para a cultura, permite identificar e selecionar aquelas que agregam maiores produtividades por área, com sistemas de cultivos definidos e otimizados aliados a um menor custo de produção.

REFERENCIAL TEÓRICO

Importância socioeconômica da cultura da mamona

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa da família Euforbiácea, que apresenta como uma alternativa de fundamental importância econômica e social para o Brasil, particularmente para a região Nordeste, onde é cultivada principalmente pelos pequenos e médios produtores em sistema solteiro e ou consorciado com feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.), com uso mínimo de insumos e tecnologia (OLIVEIRA FILHO et al., 2016).

Essa realidade de manejo, conduzida por médios e pequenos produtores, com pouco aporte de insumos determina a média do Brasil estagnada em 630 kg ha⁻¹ (CONAB, 2019), enquanto na Índia a produtividade atinge médias próximas a 2.000 kg ha⁻¹ (RUKHSAR, et al., 2018).

Devido a isso, a produção brasileira desta oleaginosa declinou nas últimas décadas e gerou a necessidade de importação de óleo bruto da Índia e da China, respectivamente primeiro e segundo produtores mundiais. O óleo de mamona é de relevante importância para a indústria de especialidades químicas, porque é a única fonte comercial de um ácido graxo hidroxilado pouco frequentes nos óleos vegetais, o ácido ricinoléico, constituindo cerca de 80 a 90% do total de ácidos graxos. Além da indústria química, também constitui matéria prima para a produção de biodiesel, combustível alternativo ao óleo diesel mineral (SEVERINO et al., 2012; LIU et al., 2016;).

Desta forma, surgiu um novo mercado no campo energético, com a produção de biocombustíveis, como ação estratégica e prioritária para o Brasil (BIODIESEL, 2018), ampliando as possibilidades para o uso do óleo da mamona como matéria-prima, principalmente na região Nordeste, que é responsável por cerca de 90% da produção nacional (CONAB, 2019).

Outra demanda da mamona é a utilização da torta, como fonte de adubo, principalmente para a agricultura orgânica, por ser rica em nitrogênio. A torta é um subproduto do beneficiamento após a extração do óleo por prensagem, mas por apresentar dois complexos tóxicos e um alergogênico, que são a ricina, a ricinina e o alergogênico CB-1^a, que apresentam toxidez elevada à média (BELTRÃO e AZEVEDO, 2007), a torta de mamona bruta não serve como complemento em rações animal, mas quando autoclavada pode ser utilizada na alimentação animal, entretanto, por ser um processo de custo elevado, é pouco utilizado para esse fim.

Até a década de 80, a mamona foi amplamente cultivada na Europa. No entanto, a mamona desapareceu desse continente nos últimos 20 anos, e as importações pelas indústrias européias atualmente são de 100% do seu óleo. A fragilidade desse cenário é que essas importações são quase exclusivamente de um único país (Índia). Isso pode trazer riscos em termos de níveis de oferta e instabilidade de preços, que variam até 50% de um ano para o outro (ALEXOPOULOUA et al., 2015). Aspectos botânico da mamoneira

A mamoneira é uma das 700 espécies da família das euforbiáceas, em que seu óleo é seu principal produto em importância econômica, único na natureza solúvel em álcool. Segundo Schultz (1963), Vidal e Vidal (1980) e Popova e Moshkin (1986), a mamoneira pertence ao filo Amgiospermae, classe

Dicotyledonae, subclasse Archichlamydae, ordem Geraniales, família Euphorbiaceae, gênero *Ricinus*, espécie *Ricinus communis* e subespécie *Ricinus communis* comunis. Outras subespécies, como *R. sinensis*, *R. zanzibariensis*, *R. persicus* e *R. africanus*, são as mais conhecidas, englobando 25 variedades botânicas, compatíveis entre si (Savy Filho, 2005).

A planta apresenta grande variabilidade em diversas características em termos de tamanho, coloração das folhas e do caule, porte, hábito de crescimento, cor e teor de óleo das sementes, tamanho das sementes, etc. (WEISS, 1983).

A mamoneira tem crescimento do tipo indeterminado. A haste principal cresce verticalmente, sem ramificações, até o surgimento da inflorescência. O nó, no qual o primeiro racemo aparece, é uma importante característica agrônômica, associado à precocidade da planta (AZEVEDO et al., 1997); (BELTRÃO et al., 2007). O ramo lateral surge, cresce e desenvolve-se da axila da última folha, logo abaixo de cada inflorescência. À semelhança da haste principal, todos os ramos de 2ª, 3ª e 4ª ordens apresentam crescimento limitado, terminando sempre em uma inflorescência, formando uma estrutura simpodial (MAZZANI, 1983; BELTRÃO et al., 2007).

O porte da planta é uma das mais importantes características morfológicas da mamona, que influenciará a tecnologia de produção de determinada cultivar. Segundo Gonsçaves et al. (1981) classificaram a mamoneira em: anão (altura da planta inferior a 1,80 m); média (altura de 1,80 m a 2,50 m); e alto (altura de 2,50 m a 5,0 m). De acordo com Popova e Moshkin (1986), a mamoneira pode atingir até 10,0 m de altura e viver mais de 10 anos. A altura da planta é controlada por fatores genéticos e ambientais.

O caule apresenta grande variação na cor, pode ser verde, arroxeadada, cinza, marrom e vermelha, com presença ou não de cera, rugosidade e nós bem definidos, com cicatrizes foliares proeminentes (MOSHKIN, 1986). Quando a planta é nova o caule é brilhante, tenro e suculento, à medida que a planta envelhece, torna-se lenhoso (PRATA, 1969).

As folhas são simples, grandes, com largura do limbo variando de 10 a 40 cm, podendo chegar a 60 cm no comprimento. Do tipo digito lobadas, denticuladas e pecíolos longos, com 20 a 50 cm de comprimento. De acordo com

Mazzani (1983), as principais variações nas folhas da mamoneira são na cor, na cerosidade, no número de glândulas e na profundidade dos lóbulos.

A mamoneira emite inflorescência no ápice da haste principal e nos ramos laterais, sempre com um intervalo definido entre a emissão da primeira e as das subsequentes. A inflorescência do tipo panícula, denominada de racemo, com flores femininas localizadas no ápice das flores e as masculinas encontram-se na base. Devido à protoginia, o pistilo das flores femininas atinge a maturação cerca de 5 a 10 dias antes da maturação das anteras das flores masculinas (SAVY FILHO, 1999).

As flores masculinas expõem o pólen pela deiscência das anteras, que se dá com violenta explosão. O pólen, assim arremessado, é arrastado pelas correntes aéreas para as flores femininas da mesma planta ou para as inflorescências de outras plantas (SAVY FILHO, 1999). Em virtude do seu tipo de inflorescência, em especial da sua conformação e da distribuição de flores, a polinização é do tipo anemófila, podendo a taxa de alogamia chegar a mais de 40 %, embora seja considerada autógama (RIBEIRO FILHO, 1966).

O florescimento da mamoneira é chamado botanicamente de simpodial, ou seja, o aparecimento das inflorescências dá-se sequencialmente, com determinado intervalo entre as inflorescências primárias e secundárias, secundárias e terciárias etc., de acordo com o padrão de desenvolvimento da ramificação da planta (SAVY FILHO, 1999).

O fruto da mamoneira, que é o ovário fecundado e desenvolvido, é uma cápsula tricoca, podendo apresentar diferenças quanto ao aspecto externo, isto é, muito papiloso, pouco papiloso, inerme liso e inerme rugoso e também formas variáveis em tamanho. Quanto à deiscência dos frutos, podem se classificar em: indeiscentes, semideiscentes e deiscentes (WEISS, 1983).

A semente é o óvulo da flor, após a fertilização. É muito variável na mamoneira, envolvendo cor, forma, tamanho, peso, proporção do tegumento, presença ou ausência de carúncula e maior ou menor aderência do tegumento ao endosperma (MAZZANI, 1983).

Melhoramento genético da mamoneira

No Brasil, o melhoramento da mamoneira iniciou-se em 1936, pelo Instituto Agrônomo de Campinas, desenvolvendo tecnologia de produção para a cultura em diversos aspectos importantes para o seu desenvolvimento como atividade econômica (SAVY FILHO, 1999).

Na Bahia, o Instituto de Pesquisa Agronômicas do Leste (IPEAL), localizado em Cruz das Almas, iniciou o melhoramento com a cultura da mamoneira na década de 60 até o final da década de 70, quando o IPEAL foi transformado no Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (CRISÓSTOMO e SILVA, 1975).

Na década de 80, a Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia (EPABA), continuou com a experimentação da cultura. Posteriormente os trabalhos foram desenvolvidos pela Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA), na sua estação localizada em Itaberaba.

A EMBRAPA, através do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPA), localizado em Campina Grande, Paraíba, a partir de 1987, passou a desenvolver projetos para a cultura da mamoneira, visando tecnologia de produção para a região semiárida do Nordeste (SAVY FILHO, 1999).

Em 1998 a EMBRAPA lançou as cultivares BRS 188 Paraguaçu e BRS 149 Nordestina as quais superaram em produtividades as melhores cultivares em distribuição na época (VIEIRA et al., 1998).

A cultivar BRS 149 Nordestina apresenta as seguintes características agrônomicas, altura média de 1,90 m, caule de coloração verde, com cera, racemo cônico, frutos semideiscentes e sementes de coloração preta. O período entre a emergência da plântula e a floração do primeiro racemo é de 50 dias em média e o teor de óleo na semente é de 48,90% (FREIRE et al., 2007).

A cultivar BRS 188 Paraguaçu apresenta altura média de 1,60 m, caule de coloração roxa, com cera, racemo oval, frutos semideiscentes e sementes de coloração preta. O período entre a emergência da plântula e a floração do primeiro racemo é de 54 dias em média, o teor de óleo na semente de 47,72% (FREIRE et al., 2007).

Em 2005, o Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO), da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), localizada em Cruz das Almas, Bahia, iniciou o melhoramento com a cultura da mamoneira, visando o desenvolvimento tecnológico da cultura como atividade econômica.

Como resultado o programa de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO/CCAAB/UFRB), desenvolvem as linhagens UFRB 248 e UFRB 222, com características agronômicas que se destacam em produtividade e teor de óleo.

A linhagem UFRB 248 apresenta altura média de 1,87 m, caule de coloração verde, sem cera, racemo oval, frutos semideiscentes e sementes de coloração cinza, o período entre a emergência da plântula e a floração do primeiro racemo é de 70 dias em média, o teor de óleo na semente é de 57,48%. (SILVA et al., 2017).

A linhagem UFRB 222 apresenta altura média de 1,93 m, caule de coloração verde com cera, racemo oval, frutos semideiscentes e sementes de coloração preta, o período entre a emergência da plântula e a floração do primeiro racemo é de 72 dias em média, o teor de óleo na semente e de 53,88%. (SILVA et al., 2017).

Os programas de melhoramento de plantas, em geral, têm como principais objetivos desenvolver cultivares mais produtivas de mamoneira, além de selecionar plantas mais vigorosas, visa maior proporção de flores femininas por racemo, maior número de racemos por planta e/ou aumentar o peso das sementes, maturação precoce, redução da altura de plantas, juntamente com cápsulas indeiscentes, proporcionando melhor adaptação da cultura para colheita mecanizada (SEVERINO et al., 2012).

Devido ao uso diversificado e a principal matéria-prima para inúmeras aplicações industriais e produção de biocombustíveis, a diversidade genética entre os países é de extrema importância, para o sucesso em programa de melhoramento genético para desenvolver rícino de alto rendimento (RUKHSAR et al., 2018).

Alguns descritores são utilizados para avaliação de caracteres morfoagronômicos, relacionados aos adaptativos e de componentes de produção de mamoneira, propostos pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2008) e outros sugeridos pelo Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnológico (NBIO), estão citados a seguir:

1) Estatura da Planta (EP): medida de todas as plantas da parcela, desde a superfície do solo até o ápice do racemo mais alto com auxílio de uma trena expressa em centímetros;

2) Florescimento (FLO): avaliado em número de dias, quando 50% das plantas apresentam 50% de flores femininas abertas no racemo primário a partir do dia do plantio;

3) Inserção do racemo primário (IRP): medida, em centímetro da superfície do solo até a inserção do racemo primário na época da maturação dos últimos racemos;

4) Comprimento total do racemo primário (CTRP): medida em centímetro do comprimento total da raquis, através de trena milimetrada;

5) Comprimento do racemo primário (CRP): medida em centímetro, da parte pistilada do racemo primário de todas as plantas da parcela, através de trena milimetrada;

6) Diâmetro do caule (DC): medida do diâmetro no terço médio do caule com o auxílio de um paquímetro, expressa em milímetros;

7) Número de internódios do caule (NIC): contagem do número de internódios a partir do solo até a região de inserção do racemo primário; 8) Número de racemo por planta (NRP): contagem do número de racemo por parcela;

9) Número de Frutos por racemo primário (NFRP): contagem do número de frutos do racemo primário por parcela;

10) Peso de frutos do racemo primário (PFRP): dados obtidos da massa de frutos em baga por racemo primário na parcela expresso em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$;

11) Peso de frutos em baga dos racemos de segunda ordem (PFBRs): dados obtidos da massa de frutos dos racemos de segunda ordem na parcela expressos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$;

12) Peso de frutos em baga dos racemos excedentes (PFRE): dados obtidos da massa de frutos dos racemos excedentes na parcela expressos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$;

13) Peso de sementes por racemo primário (PSRP): dados obtidos da massa de grãos do racemo de primeira ordem na parcela expressos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$;

14) Peso de sementes dos racemos de segunda ordem (PSRS): dados obtidos da massa de grãos dos racemos de segunda ordem na parcela expressos em kg ha^{-1}

15) Peso de sementes dos racemos excedentes (PSRE): dados obtidos da massa de grãos dos racemos excedentes na parcela expressos em kg ha^{-1} ;

16) Rendimento em baga (RENDB): dados obtidos da massa de frutos dos racemos na parcela expressos em kg ha^{-1} ;

17) Produtividade (PROD): dados obtidos da massa de grãos na parcela expressos em kg ha^{-1} . Para obtenção da produtividade foram somados os pesos de grãos dos racemos primário, secundário e os excedentes dos quatro blocos, nos dois anos de cultivo.

Sistemas de preparo de solo

A degradação das terras tem sido um dos principais problemas enfrentados por agricultores das regiões tropicais e subtropicais, por levar a redução gradativa da qualidade do solo e da sua capacidade de produção. Entre as causas dessa degradação, estão o uso inadequado e o manejo intensivo, que altera os atributos físicos, químicos e biológicos do solo (MARIA e RAMOS, 2007).

Essa situação vem sendo modificada, uma vez que tem sido observada a utilização de práticas conservacionistas de manejo do solo, as quais, adotados corretamente, promovem a melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo e, conseqüentemente, a viabilidade do sistema de produção (AMADO et al., 2001; BEUTLER et al., 2001).

Assim, sistemas de cultivo eficientes que preservam a manutenção do potencial produtivo do solo, adaptados às condições de clima tropical e subtropical do Brasil, focados na redução da intensidade de revolvimento e na manutenção da cobertura, sem preparo prévio do solo, denominado inicialmente de plantio direto (PD), que a partir da década de 1990, teve grande desenvolvimento no Brasil e já se encontra bastante difundida entre os agricultores, dispendo-se, atualmente, de sistemas adaptados a diferentes regiões e aos diferentes níveis tecnológicos (LANDERS, 2005; DEBIASI et al., 2013).

O sistema de plantio direto (SPD) é uma técnica de cultivo conservacionista em que o plantio é efetuado sem as etapas do preparo convencional da aração e

da gradagem. Nessa técnica, é necessário manter o solo sempre coberto por plantas em desenvolvimento e por resíduos vegetais. Essa cobertura tem por finalidade proteger o solo do impacto direto das gotas de chuva, do escoamento superficial e das erosões hídrica e eólica (SÁ et al., 2014). O plantio direto pode ser considerado como uma modalidade do cultivo mínimo, visto que o preparo do solo limita-se ao sulco de semeadura, procedendo-se à semeadura, à adubação e, eventualmente, à aplicação de herbicidas em uma única operação. Esses benefícios podem ser potencializados com o uso da rotação de culturas, que podem melhorar a estrutura do solo e reduzir a compactação (ANDRADE et al., 2009).

Outra prática que tem se apresentado como alternativa tecnicamente viável é o preparo de solo reduzido, com uso de equipamentos como escarificadores, por meio de subsolagem, apenas na linha de plantio, que pouco afeta os custos de produção e contribuir para melhorar a proteção do solo, mantendo os restos culturais na superfície, reduzindo a erosão (MARIA & RAMOS, 2007).

Já o sistema de preparo convencional – SPC, que é caracterizado pelo preparo intensivo do solo, com o uso de uma aração profunda e duas gradagens, é utilizado de modo indiscriminado em regiões de clima subtropical e tropical, como é o caso do Brasil (DEBIASI et al., 2013).

O sistema de preparo convencional acelera a decomposição da matéria orgânica, rompe os agregados e reduz sua estabilidade nas camadas manejadas, com isso, os reflexos sobre a produção agrícola e o meio ambiente são desastrosos, além de favorecer o aumento da densidade do solo e a resistência à penetração em subsuperfície (ARATANI et al., 2009).

Resistência do solo a penetração

A resistência do solo a penetração (RSP) é uma das variáveis física, considerada na avaliação da qualidade do solo e, que pode apresentar grande variabilidade espacial, modificada pelos sistemas de preparo de solo e diretamente relacionada com o crescimento das plantas (LETEY, 2005).

O manejo inadequado do solo e o uso intensivo de máquinas e implementos agrícola podem resultar na degradação do solo, alternado as propriedades físicas do solo em relação àquelas de seu estado natural

(MANTOVANI, 1987), ocasionando a compactação do solo, o que provoca o aumento da densidade e da resistência do solo à penetração (RP), bem como a redução da porosidade total, da macroporosidade e da capacidade de infiltração de água no solo (OLIVEIRA et al., 2013). Essas alterações reduzem a disponibilidade de oxigênio e água e limitam o crescimento das plantas (CAVALIERI et al., 2006), tornando as culturas mais suscetíveis a perdas de produtividade em anos secos ou com excesso de chuvas.

A resistência do solo a penetração é um importante indicador da qualidade física dos solos cultivados, além da dependência de fatores intrínsecos do solo, é altamente dependente da umidade do solo (BERGAMIN et al., 2010). O teor de água do solo influencia o resultado da RP, em condição de baixa umidade ocorre maior resistência à deformação ou à penetração de raízes. Com o aumento do teor de água, decresce a atuação das forças de coesão entre as partículas do solo, com redução da RP (MOME FILHO et al., 2014). Diversos autores afirmaram que valores de RP acima de 2,0 MPa são considerados prejudiciais para o desenvolvimento das raízes (USDA, 1993; ARAÚJO et al., 2004; BLAINSKI et al., 2008; GUIMARÃES et al., 2013).

Segundo Canarache (1990), Torres e Saraiva (1999), Souza et al. (2006), os valores de RP considerados críticos ao crescimento radicular das plantas variam de 1,5 a 3,0 MPa. Estes valores corroboram aos obtidos por Sene et al. (1985) de 2,5 MPa para solos argilosos, no entanto, os valores críticos da correlação da resistência com o desenvolvimento das raízes para solos de textura arenosa esteve entre 6,0 a 7,0 MPa.

Geoestatística

A Geoestatística é um ramo da estatística que utiliza conceito de variáveis regionalizadas na avaliação de variabilidade espacial. É a ferramenta mais apropriada que se tem conhecimento para caracterizar a magnitude da variabilidade espacial, e gerar mapas temáticos, que possam identificar se há ou não dependência espacial dos fatores para bases de informação da área de produção (VIEIRA, 2000; McBRATNEY et al., 2005; CARVALHO et al., 2013).

A geoestatística tem como característica principal a utilização do semivariograma. O qual é uma ferramenta básica para o procedimento de

interpolação através do método de krigagem, permitindo representação quantitativa da variação de um fenômeno regionalizado no espaço e no tempo e possibilitando por meio de técnicas simples definir um modelo estrutural de correlação espacial de uma variável. (CARVALHO et al. 2009; WANDERLEY, 2012). A importância do semivariograma está na identificação da variabilidade espacial.

Não se limita apenas em obter um modelo de dependência espacial, pretende também estimar valores obtidos nas parcelas ou unidades amostrais associados à sua localização no espaço e, por meio do uso de interpoladores é possível realizar a estimativa das variáveis obtidas pela amostragem de pontos nos locais onde não foram coletados (SRIVASTAVA, 1996; GOOVAERTS, 1997), utilizando uma função de correlação espacial entre os dados com variância mínima (VIEIRA, 2000).

Variáveis heterogêneas podem ser um fator limitante para a estatística clássica quando os atributos variam no espaço e no tempo, desse modo a geoestatística pode atuar como uma opção ou complemento das análises estatísticas tradicionais, já que incorpora a dependência espacial (AQUINO et al. 2014). A estatística clássica assume que os pontos de observação são independentes, o que, na maioria dos casos, não acontece nos estudos envolvendo as ciências da terra (SRIVASTAVA, 1996).

Desta maneira, através da geoestatística avalia-se a dependência espacial e a utiliza para interpolar valores para locais não medidos, e com isto se produz informações para construir mapas contínuos a partir da amostragem discretizada e para estruturar amostragens em função da variabilidade espacial, auxiliando a tomada de decisão por parte do produtor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXOPOULOUA, E.; PAPTATHOARIB, Y.; ZANETTIC, F.; TSOTASA, K.; PAPTAMICHAELA, I.; CHRISTOVA, M.; NAMATOVA, A. M. Comparative studies on several castor (*Ricinus communis* L.) hybrids: Growth, yields, seed oil and biomass characterization. **Industrial Crops and Products**, V. 75, p. 8-13, 2015.

AMADO, T.J.C.; BAYER, C.; ELES, F.L.; BRUM, A.C. Potencial de culturas de coberturas em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.189-197, 2001.

ANDRADE, R. S.; STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Culturas de cobertura e qualidade física de um Latossolo em plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 4, p. 411-418, 2009.

AQUINO, R. E; CAMPOS, M. C. C.; JÚNIOR, J. M.; OLIVEIRA, I. A.; MANTOVANELI, B. C.; SOARES, M. D. R.; Geoestatística na avaliação dos atributos físicos em latossolo sob floresta nativa e pastagem na Região de Manicoré, Amazonas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s.l.], v. 38, n. 2, p.397-406, 2014.

ARATANI, R. G.; FREDDI, O. S.; CENTURION, J. F.; ANDRIOLI, I. Qualidade física de um latossolo vermelho acriférrico sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 3, p.677- 687, 2009.

ARAUJO M. A.; TORMENA C. A.; SILVA A. P. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira Ciências Solo**. n. 28, p.337-45, 2004.

AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A .S.; BELTRÃO, N. E. de M.; SOARES, J. J.; VIEIRA, R. de M.; MOREIRA, J. de A. N. Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) no Nordeste do Brasil. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1997. 52 p. (**EMBRAPA-CNPA**. Circular Técnica, 25).

BELTRÃO, N.E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de. Fitologia. In: AZEVEDO, D. M. P. de.; BELTRÃO, N. E. de M. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande, PB. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Algodão, p. 117-137, 2007.

BERGAMIN A. C, VITORINO A.C.T, FRANCHINI J. C, SOUZA C. M. A, SOUZA F. R. Compactação em um Latossolo Vermelho distroférico e suas relações com

o crescimento radicular do milho. **Revista Brasileira Ciências do Solo**. n. 34, p. 681-91, 2010.

BEUTLER, A.N.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M.; CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo Vermelho distrófico típico sob sistemas de manejo na Região dos Cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.167-177, 2001.

BIODIESELBR. **A Bahia ainda aposta na mamona**. 08 Ago 2016 BiodieselBR.com. Disponível em: <http://www.biodieselbr.com/noticias/materia-prima/mamonas/a-bahia-ainda-aposta-na-mamona-080813.htm>. Acesso em Abril de 2018.

BLAINSKI E.; TORMENA C. A.; FIDALSKI J.; GUIMARÃES R. A. L. Quantificação da degradação física do solo por meio da curva de resistência do solo à penetração. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. n. 32, p. 975-83, 2008.

CAMPBELL, D. N.; ROWLANDA, D. L.; SCHNELL, R. W.; FERRELL, J. A.; Wilkie, A. C. Developing a castor (*Ricinus communis* L.) production system in Florida, U.S.: Evaluating crop phenology and response to management. **Industrial Crops and Products**. n. 53, p. 217-227. 2014.

CANARACHE , A. P. A generalized semi-empirical model estimating soil resistance to penetration. **Soil & Tillage Resource**. Amsterdam, v. 16, p. 51-70, 1990.

CARVALHO, J. R. P.; VIEIRA, S. R.; GREGO, C. R. Comparação de métodos para ajuste de modelos de semivariograma da precipitação pluvial anual. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.4, p. 443–448, 2009.

CARVALHO, L. C. C. et al. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo e características agronômicas da cultura do café. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 3, p. 265-275, 2013.

CAVALIERI, K. M. V.; TORMENA, C. A.; VIDIGAL FILHO, P. S.; GONÇALVES, A. C. A.; COSTA, A. C. S. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v. 30, p. 137-147, 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento da safra Brasileira de grãos. v. 6 – safra 2018/2019 – N. 5 – quinto levantamento, fevereiro 2019. **Disponível em:** <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 22 março de 2019.

COSTA, E. L.; SILVA, H. F.; RIBEIRO, P. R. de A. Matéria orgânica de solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia-GO, v.9, n.17, p.1842-1860, 2013.

CRISÓSTOMO, J. R.; SILVA, J. M. da. Comportamento das variedades SIPEAL de mamoneira nos municípios de Iraquara e Itaité, Bahia. Salvador: Embrapa. Representação do Estado da Bahia, 1975. 8 p. **Comunicado técnico**, 14

DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; CONTE, O.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; TORRES, E.; SARAIVA, O. F.; OLIVEIRA, M. C. N. de. **Sistemas de preparo do solo: trinta anos de pesquisas na Embrapa Soja**. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n. 342), p. 72 – Londrina: Embrapa Soja, 2013.

FIOREZ, S. L.; LARA-FIOREZE, A. C. da C.; PIVETTA, L. G.; RODRIGUES, J. D.; ZANOTTO, M. D. Características agronômicas da mamoneira afetadas pelo método de condução de plantas e densidade de semeadura. **Revista Ciências Agronômica**, Fortaleza – CE. v. 47, n. 1, p. 89-92, , 2016.

FREIRE, E. C.; LIMA, E. F.; ANDRADE, F. P.; MILANI, M.; NÓBREGA, M. B. M. Melhoramento genético. In: Azevedo, D. M. P. de Lima, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Algodão. P. 89 – 118, 2007.

GONÇALVES, N. P.; KAKIDA, J.; LELES, W. D. Cultivares de mamona. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, n. 82, p. 31-33, 1981.

GOOGARZI, F.; HASSANI, A.; DARVISHZADEH, R.; HATAMI, M. H. . Genetic variability and traits association in castor bean (*Ricinus communis* L.). **Genetika**, v. 47, n. 1, p. 265-274, 2015.

GOOVAERTS, P. **Geostatistics for natural resources evaluation**. New York: Oxford University Press, 476 p. 1997.

GUIMARÃES R. M. L.; TORMENA C. A.; BLAINSKI E.; FIDALSKI J. Intervalo hídrico ótimo para avaliação da degradação física do solo. **Revista Brasileira Ciências do Solo**. n. 37, p.1512-21, 2013.

LANDERS, J. N. Histórico, características e benefícios do plantio direto. Brasília: **ABEAS**; Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 113 p, 2005.

LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. **Adv.Soil.**, 1:277-294, 2005.

LIU, SHUAI; YIN, XUEGUI; LU, JIANNONG; LIU, CHEN; BI, CHUAN; ZHU, HONGBO; SHI, YUZHEN; ZHANG, DAN; WEN, DANYOU; ZHENG, JUN; CUI, YUE; LI, WEIJIN. The first genetic linkage map of *Ricinus communis* L. based on genome-SSR markers. **Industrial Crops and Products**. Amesterdã, v. 89, n. 1, p. 103-108, 2016.

MANTOVANI, E. C. Máquinas e implementos agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 1, p. 56-63, 1987.

MARIA, I. C. de; RAMOS, N. P. Conservação e manejo de solo. In: Azevedo, D. M. P. BELTRÃO, N. E. de M. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Algodão. P. 89 – 118, 2007.

MARIYAPPILLAI, A.; ANBARASU, M.; VENKATARAMAN, N. S.; R AMUTHA, R.; KATHIRVELAN, P. The effect of crop geometry on physiological characters to influence of seed and oil yield of hybrid castor. **International Journal of Chemical Studies**. v. 6, n. 3, p. 864-866, 2018.

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

MCBRATNEY, A. B.; WHELAN, B. M.; ANCEV, T.; BOUMA, J. Future directions of Precision Agriculture. **Precision Agriculture**, v. 6, n. 1, p. 1-17, 2005.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO- MAPA, Instruções para execução dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de mamona (*Ricinus communis* L.). Publicado no DOU n. 147, de 01/08/2008. s. 1, p. 14-15. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/mamona-formulario-01-08-2008-p>

MIRANDA, W. L. CARVALHO, L. G. de. ; ASSIS, G. A. de.; CASTRO NETO, P.; REZENDE, F. C.; DIOTTO, A. v. Produtividade e crescimento de mamoneira em plantio adensado sob diferentes níveis de irrigação. **Sustentare**, v. 1, n. 1, p. 18-28, 2017.

MOME FILHO E. A.; SILVA A. P.; FIGUEIREDO G. C.; GIMENES F.H.S.; VITTI A. C. Compared performance of penetrometers and effect of soil water content on penetration resistance measurements. **Revista Brasileira Ciências do Solo**. n. 38, p. 744-54, 2014.

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

OLIVEIRA I. A.; CAMPOS M. C. C.; SOARES M. D. R.; AQUINO R. E, MARQUES JUNIOR J, NASCIMENTO E. P. Variabilidade espacial de atributos físicos em um Cambissolo Háptico, sob diferentes usos na região sul do Amazonas. **Revista Brasileira Ciências do Solo**. N. 37, p. 1103-12, 2013

OLIVEIRA FILHO, ANTONIO FRANCELINO FRANCELINO; BEZERRA , FRANCISCO THIAGO COELHO; PITOMBEIRA, JOÃO BOSCO; DUTRA, ALEK SANDRO; BARROS, GEOVÂNIO LIMA. Eficiência agronômica e biológica nos consórcios da mamoneira com feijão-caupi ou milho. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v. 47, n. 4, 2016.

PRIYA, P. B.; KUMAR, N. M.V.; SHANKAR, V. G.; SESHU, G.; ANURADHA, G.; RAMANA, M. V. Studies on Magnitude of Genetic Variability and Estimates of Combining Ability for Yield and its Contributing Traits among Improved Lines of Castor (*Ricinus communis* L.). **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, Tamilnadu, Índia, v. 7, n. 1, p. 3031-3041, 2018.

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

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

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

RUKHSAR, S.; PATEL, M. P.; PARMARC, D. J.; KALOLAC, A. D.; KUMAR, S. Morphological and molecular diversity patterns in castor germplasm accessions. **Industrial Crops and Products**, v. 97, p. 316-323, 2017.

RUKHSAR, S.; PATEL, M.P.; PATAMAR, D.J.; KUMAR, S.. Genetic variability, character association and genetic divergencestudies in castor (*Ricinus communis* L.). **Annals of Agrarian Science**, p. 1-6, 2018.

SÁ, J. C. M. et al.. Long-termtillage systems impacts on soil C dynamics, soil resilience and agronomic productivity of a Brazilian Oxisol. **Soil and Tillage Research**, v. 136, p. 38-50, 2014.

SAMPIETRO, J. A.; LOPES, E. S.; compactação de um cambissolo causada por máquinas de colheita florestal especializada com geoestatística. **Floresta**, v.46, n.3, p.307-314, 2016.

SAVY FILHO, A. Melhoria da Mamona. In: Borém, Aluizio. (Org.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 385-407, 1999.

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

SENE, M.; VEPRASKAS, M. J.; NADERMAN, G. C.; DENTON, H. P. Relationships of soil texture and structure to corn yield response to subsoiling. **Soil Science Society of America Journal**, v. 49, p. 422-27, 1985.

SEVERINO, L. S., AULD, D. L., BALDANZI, M., CANDIDO, M. J. D., CHEN, G., CROSBY, W., TAN, D., HE, X. H., LAKSHMAMMA, P., LAVANYA, C., MACHADO, O. L. T., MIELKE, T., MILANI, M., MILLER, T.D., MORRIS, J. B., MORSE, S.A., NAVAS, A. A., SOARES, D. J., SOFIATTI, V., WANG, M. L., ZANOTTO, M, D.; ZIELER, H. A Review on the Challenges for Increased Production of Castor. **Agronomy Journal**. v. 104. p. 853-880, 2012.

SCHULTZ, A.R. **Botânica sistemática**. Rio de Janeiro: Globo, v.2, 427 p. 1963.

SILVA, A.R.; DIAS JÚNIOR, M.S.; LEITE, F.P. Avaliação da intensidade de tráfego e carga de um forwarder sobre a compactação de um Latossolo Vermelho-amarelo. **Revista Árvore**, v.35, n.3, p.547-554, 2011.

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

SOUZA, Z. M.; CAMPOS, M. C. C.; CAVALCANTE, Í. H. L.; MARQUES JÚNIOR, J.; CESARIN, L. G.; SOUZA, S. R. Dependência espacial da resistência do solo à penetração e teor de água do solo sob cultivo de cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 128-134, 2006.

SRIVASTAVA, R. M. Describing spatial variability using geostatistics analysis. In: SRIVASTAVA, R. M.; ROUHANI, S.; CROMER, M. V.; JOHNSON, A. I.; DESBARATS, A. J. (Ed.). **Geostatistics for environmental and geotechnical applications**. West Conshohocken: ASTM, p. 13-19, 1996.

TORRES, E.; SARAIVA, O. F. Camadas de impedimento do solo em sistemas agrícolas. Londrina: Embrapa Soja, 1999. 58p. (Embrapa Soja. **Circular Técnica**, **23**), 1999.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Soil survey manual**. Soil Survey Division Staff. Washington, DC: 1993.

VIEIRA, R. de M.; LIMA, E. F.; AZEVEDO, D. M. P. de; BATISTA, F. A. S.; SANTOS, J. W. dos; DOURADO, R. M. F. **Competição de cultivares e linhagens de mamoneira no Nordeste do Brasil: 1993/1996**. Campina grande: Embrapa-CNPA, 1998. 14p. (Embrapa- CNPA. Comunicado Técnico, 71).

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, G. R. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.1, p. 1-54, 2000.

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

VIEIRA, SIDNEY ROSA; CARVALHO, JOSÉ RUY PORTO; GONZÁLEZ, ANTONIO PAZ. JACK KNIFING FOR SEMIVARIOGRAM VALIDATION, **Bragantia**. Campinas, v. 69, n. 1, p. 97-105, 2010.

WANDERLEY, H. S.; AMORIM, R. S. C.; CARVALHO, F. O. Variabilidade espacial e preenchimento de falhas de dados pluviométricos para o estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.27, p. 347-354, 2012.

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

ARTIGO 1

PRODUTIVIDADE DE LINHAGENS E CULTIVARES DE *Ricinus communis* L. CULTIVADAS EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E PREPARO DE SOLO

¹Artigo a ser ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Revista Agropecuária Brasileira.

PRODUTIVIDADE DE LINHAGENS E CULTIVARES DE (*Ricinus communis* L.) CULTIVADAS EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E PREPARO DE SOLO

Resumo: Objetivou-se analisar a produtividade de linhagens e cultivares de mamoneira (*Ricinus communis* L.) por meio da avaliação de caracteres produtivos em diferentes preparo de solo, espaçamento e genótipos. O experimento foi instalado na área experimental do NBIO/CCAAB da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), no município de Cruz das Almas – BA, nos anos agrícolas 2017 e 2018. Os tratamentos foram constituídos de sementes das linhagens UFRB 248, UFRB 222, e das cultivares BRS Nordestina e BRS Paraguaçu, cultivadas sob os espaçamentos: 3,0 m x 1,0 m; 2,0 m x 0,90 m e 1,0 m x 0,80 m, nos preparos convencional, reduzido e sistema de plantio direto. O delineamento foi em blocos casualizados, com quatro repetições e os tratamentos arranjados em esquema de parcelas subdivididas. Foram avaliados 17 caracteres morfoagronômicos: florescimento (FLO); estatura da planta (EP); inserção do racemo primário (IRP); diâmetro do caule (DC); comprimento total do racemo primário (CTRP); comprimento efetivo do racemo primário (CERP); número de internódios do caule (NIC); número de racemo por planta (NRP); número de frutos do racemo primário (NFRP); peso de frutos do racemo primário (PFRP); peso de frutos dos racemos de segunda ordem (PFBR); peso de frutos dos racemos excedentes (PFE); peso de sementes do racemo primário (PSRP); peso de sementes dos racemos de segunda ordem (PSRS); peso de sementes dos racemos excedentes (PSRE); rendimento de bagas (RENDB) e produtividade (PROD). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott e Knott, em nível de 5% de probabilidade. A maior produtividade foi obtida no espaçamento 1,0 m X 0,80 m, com 3.350 Kg ha⁻¹. A linhagem UFRB 248 apresentou desempenho superior para os caracteres de produção: CTRP, CERP, DC, NFRP, PFRP, PFBR, PFE, PSRP, PSRS, PSRE, RENDB e PROD. O preparo de solo reduzido, com subsolagem na linha de plantio, proporcionou melhor desempenho nas linhagens e cultivares.

Palavras-chave: Caracteres agronômicos, manejo de solo, desempenho agrônomo.

PRODUCTIVITY OF (*Ricinus communis* L.) LINES AND CULTIVARS CULTIVATED IN DIFFERENT SPACE AND SOIL PREPARATION

Abstract: The objective of this study was to analyze the yield of castor bean (*Ricinus communis* L.) strains and cultivars through the evaluation of productive traits in different soil preparation and spacing and genetic constitution. The experiment was installed in the experimental area of NBIO / CCAAB the Federal University of Bahia Recôncavo (UFRB) in the city of Cruz das Almas - BA in crop years 2017 and 2018. The treatments consisted of seeds of the lines UFRB 248, UFRB 222, and cultivars BRS Nordestina and BRS Paraguaçu, cultivated under the spacing: 3.0 m x 1.0 m; 2.0 m x 0.90 m and 1.0 m x 0.80 m, submitted to conventional, reduced and no-till system. The design was in randomized blocks, with four replications and the treatments arranged in a 4 x 3 x 3 factorial, in a split plot scheme. Seventeen morphoagronomic characters were evaluated: flowering (FLO); plant height (EP); insertion of the primary racemus (IRP); stem diameter (DC); total length of primary raceme (CTRP); effective length of primary racemus (CERP); number of stem internode (CIN); number of raceme per plant (NRP); number of fruits in the primary racemus (NFRP); fruit weight of primary racemus (PFRP); fruit weight of second order racemes (PFBR); fruit weight of second order racemes (PFBR); fruit weight of surplus racemes (PFE); seed weight of primary racemus (PSRP); seed weight of second order racemes (PSRS); seed weight of surplus racemes (PSRE); berry yield (RENDB) and productivity (PROD). The treatment means were compared by Scott-Knott test at 5% of probability. The highest yield was obtained in the 1.0 m X 0.80 m spacing, with 2,011 Kg ha⁻¹. The UFRB 248 strain showed superior performance for production characters: CTRP, CERP, DC, NFRP, PFRP, PFBR, PFE, PSRP, PSRS, PSRE, RENDB e PROD. The reduced soil tillage with subsoiling in the planting line provided better performance for the strains and cultivars.

Keywords: Agronomic characters, no-till system, reduced tillage, performance.

INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma Euphorbiaceae de sementes oleaginosas, não comestíveis, com inúmeras aplicações industriais e farmacêuticas. Inicialmente, acreditava-se que a mamoneira tinha quatro centros de origem: (I) África Oriental (Etiópia), (II) Noroeste e Sudoeste Ásia e Península Arábica, (III) Índia e (IV) China. No entanto, a Etiópia é considerada o local mais provável de origem devido à presença de alta diversidade (MOSHKIN, 1986; FOSTER et al., 2010; ANJANI, 2012; SEVERINO et al., 2012).

É uma planta arbustiva de metabolismo C3, de baixa eficiência no uso da água e fotoperíodo longo com pelo menos 12 horas luz/dia⁻¹, é amplamente cultivada em regiões tropicais, subtropicais e temperada, particularmente na Índia, China e Brasil, os maiores produtores, respectivamente (BELTRÃO et al., 2007; ALEXANDROV e KARLOV, 2016).

A mamoneira é caracterizada por ser uma cultura agrícola de fácil adaptação em diversas regiões do país (PINOTTI e AMARAL, 2013). No entanto, o rendimento da cultura é fortemente influenciado pelas condições edafoclimáticas, varietais e práticas agrícolas. Segundo Beltrão et al. (2007) a mamoneira, para produzir bem em regime de sequeiro, no semiárido brasileiro, necessita de pelo menos 2.000°C de unidades de calor, com temperatura média do ar entre 20°C e 30°C, com ideal de 23°C, em que o ponto de compensação térmico é mais equilibrado, com maior saldo fotossintético, reduzindo a respiração e incrementando a fotossíntese líquida.

Segundo Severino et al. (2012) trabalhos de pesquisas devem ser desenvolvidos para que possam encontrar e determinar a densidade de plantio adequada para a cultura da mamona. No entanto, a população ótima de plantas varia influenciada pelo genótipo, condições ambientais e práticas agrícolas. Porque condições ambientais não são constantes, não há densidade de planta individual que pode ser amplamente recomendada para mamona. Em vez disso, os pesquisadores devem se concentrar em determinar uma variedade de populações de plantas visando o melhor rendimento ao longo dos anos e condições ambientais.

As condições do solo também são atributos indispensáveis para um cultivo produtivo, visto que o desempenho de uma cultura requer o preparo periódico do

solo que tem como objetivo oferecer condições adequadas para o crescimento das plantas, resultando em aumento de seus rendimentos (SILVA et. al., 2011).

Pesquisas com densidade de mamoneira foram realizadas envolvendo diferentes genótipos, distinto deste trabalho, e os autores encontraram diferentes desempenhos de mamoneira quando cultivados em diferentes densidades com potenciais de seleção promissores (SEVERINO et al., 2006; SORATO et al., 2011; SOUZA-SCHLICK, et al., 2014; ALVES et al., 2015b; FIOREZE, et al., 2016; MIRANDA, et al., 2017; OLIVEIRA, et al., 2017; ;). Isto permite elucidar necessidades de que novos genótipos, como linhagens melhoradas de mamoneira do programa NBIO e cultivares testemunhas possam também beneficiar de ajustes de densidades e preparo de solo para expressar o potencial genético da espécie com o conhecimento de melhores arranjos produtivos.

A densidade e o espaçamento de plantio de uma lavoura definem o tamanho da população e o arranjo de plantas adequadas, uma vez que influencia significativamente no rendimento da cultura com grande impacto nas práticas de manejo da lavoura. E, uma vez definido o melhor arranjo torna-se uma prática de baixo custo para o aumento de produtividade numa lavoura (SORATO et al., 2011; ALVES et al., 2015b; FIOREZE, et al., 2016; MIRANDA, et al., 2017; OLIVEIRA, et al., 2017).

Neste contexto verifica-se que há variabilidade na produtividade da cultura mamoneira quando cultivada em diferentes densidades (ALVES et al., 2015b; FIOREZE, et al., 2016; MIRANDA, et al., 2017; OLIVEIRA, et al., 2017; SOUZA-SCHLICK, et al., 2014; SORATO et. al., 2011; SEVERINO et al., 2006). Isto permite elucidar necessidades de que novas constituições genéticas, como linhagens melhoradas de mamoneira do programa NBIO e cultivares testemunhas possam também beneficiar de ajustes de densidades e preparo de solo para o alcance do potencial genético da espécie com o conhecimento de melhores arranjos produtivos.

Com isso, objetiva-se com o trabalho avaliar a produtividade de linhagens e cultivares de mamoneira quando cultivadas em diferentes preparo do solo e espaçamentos.

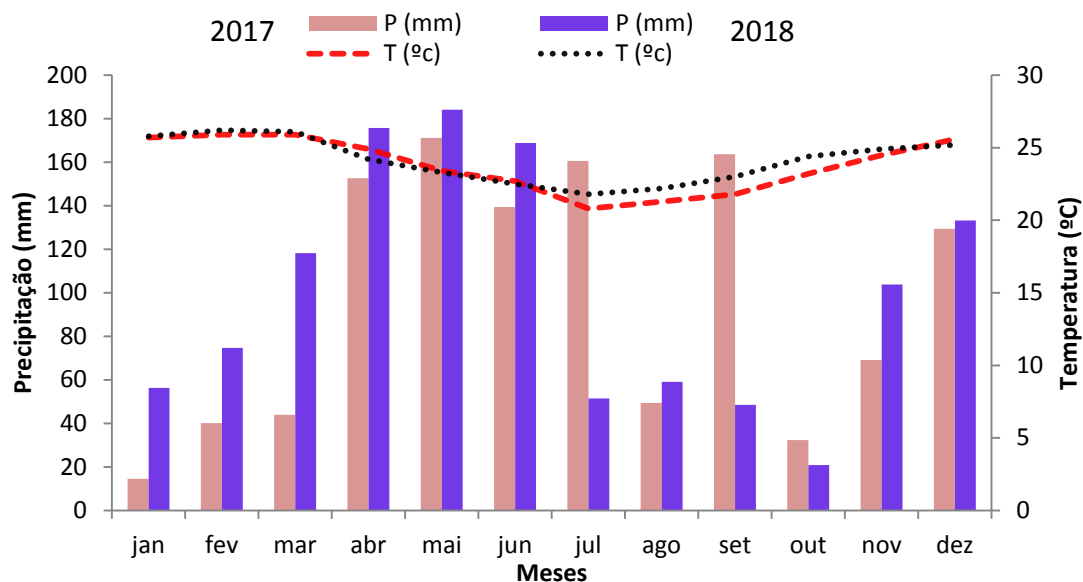
MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental do NBIO/CCAAB/UFRB (Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia), no município de Cruz das Almas, Bahia, nos anos agrícolas 2017 e 2018. O município está situado na região fisiográfica do Recôncavo Baiano, apresentando as coordenadas geográficas de 12°40'19 "latitude Sul, 39°06'23" de longitude Oeste de Greenwich e altitude de 220 m. O clima do município de acordo com a classificação de Thornthwaite é subúmido, com pluviosidade média anual de 1.170 mm, com variações entre 900 e 1.300 mm, sendo os meses de março a agosto os mais chuvosos e de setembro a fevereiro os mais secos. A temperatura média anual é de 24,1 °C, 82 % de umidade relativa do ar e o solo é classificado como Latossolo Amarelo Distrocoeso, de textura argilosa e relevo plano (RODRIGUES et al., 2009).

Os efeitos do estresse térmico sobre as culturas são extremamente importantes, devido às grandes variações de temperaturas, que podem ocorrer de um dia para o outro ou até entre períodos de um mesmo dia, exercendo importante influência nas diversas atividades socioeconômicas, especialmente na produção agrícola. Na Figura 4, pode-se verificar que a temperatura média mensal durante os dois anos de cultivo apresentou uma variação de 1,08°C, nos meses de julho a outubro, período este importante para o cultivo de mamona na região em estudo devido coincidir com os estádios fenológico da cultura correspondendo ao período em que a cultura entra em transição da fase vegetativa para a reprodutiva e enchimento de grão (MONTEIRO, 2009).

No ano agrícola de 2017 a temperatura média nos meses citados apresentou oscilações mensais de 20,8°C ocorrido no mês de julho, a 23,2°C para o mês de outubro, sendo o mês mais quente. Em 2018 a temperatura média foi de 22,85°C, com variação de 25,6°C entre a menor e a maior média para os meses de julho a outubro. Segundo Beltrão et al. (2007) a mamoneira, para produzir bem em regime de sequeiro, no semiárido brasileiro, necessita de pelo menos 2.000°C de unidades de calor, com temperatura média do ar entre 20°C e 30°C, com ideal de 23°C, em que o ponto de compensação térmico é mais equilibrado, com maior saldo fotossintético, reduzindo a respiração e incrementando a fotossíntese

líquida. Sendo assim, estas faixas de temperaturas apresentadas nos dois anos envolvidos neste trabalho estão dentro do recomendado para a cultura da mamoneira, conforme estes autores.



Fonte: Embrapa Mandioca e fruticultura

Figura 4. Valores médios mensais de temperatura do ar (°C) e precipitação pluviométrica total (mm) durante os anos de 2017 e 2018, nas condições climáticas de Cruz das Almas – BA.

Em relação a precipitação pluviométrica para a cultura da mamoneira, Monteiro (2009) estima que chuvas em torno de 600 a 700 mm têm sido associadas a rendimentos superiores a 1.500 kg ha^{-1} , sendo viável economicamente em áreas onde a precipitação pluvial mínima esteja entre 400 e 500 mm e que para produzir satisfatoriamente a mamoneira necessita de pelo menos 500 mm de precipitação pluvial por ciclo.

Assim, a precipitação pluviométrica para os dois anos de cultivo que abrangeu esta pesquisa foi bastante variável, principalmente nos meses de julho a outubro. No ano agrícola 2017 a precipitação pluviométrica neste período, acumulou um total de 406,1 mm. Já no mesmo período, para a safra de 2018, a precipitação pluviométrica acumulada foi de 179,9 mm, bem abaixo do exigido para a cultura e esperado para o período em comparação com o ano de 2017. Este fato foi decisivo para o menor rendimento da cultura e conseqüentemente

menor produtividade apresentados no segundo ano de cultivo (2018) em relação ao primeiro ano (2017).

Antes do preparo do solo, coletou-se uma amostra composta deste, em forma de zigue zague, para análise a fim de caracterizá-lo quimicamente e realizar as recomendações de calagem e adubação, para a cultura da mamoneira (Tabela 1). Com base na análise de solo foram distribuídos 1.100 Kg ha^{-1} de calcário dolomítico, 60 Kg ha^{-1} de N (20 Kg ha^{-1} no plantio e 40 Kg ha^{-1} em cobertura), 60 Kg ha^{-1} de P_2O_5 e 40 Kg ha^{-1} de K_2O nos dois anos de cultivo. O controle das plantas espontâneas foi realizado por meio de capinas manual a cada dois meses.

Tabela 1. Atributos químicos e granulometria de um Latossolo Amarelo distrocoeso típico nas camadas de 0 – 0,2 e 0,2 – 0,4 m. Cruz das Almas – BA, 2017.

Camada	pH	Al^{+3}	$\text{H}^+ + \text{Al}^{+3}$	$\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$	Ca^{+2}	P	K	Areia	Silte	Argila
.....m.....	H_2Ocmol _c dm ³		mg dm ⁻³%.....		
0,0 – 0,2	4,97	0,19	2,03	1,23	1,16	2,4	22,5	65,84	13,07	21,09
0,2 – 0,4	5,05	0,20	2,03	1,16	0,71	2,2	50,0	57,75	14,99	27,26

O experimento foi conduzido utilizando sementes das linhagens UFRB 248; UFRB 222 desenvolvidas pelo NBIO/CCAAB/UFRB e as cultivares BRS Nordestina e BRS Paraguaçu, desenvolvidas pela Embrapa Algodão – CNPA, cultivadas em diferentes espaçamentos (E): 3,0 m x 1,0 m; 2,0 m x 0,90 m e 1,0 m x 0,80 m, e diferentes preparo de solo: preparo convencional (PC) – com uma aração e duas gradagens em sentidos contrários, profundidade de corte de 40 cm; preparo reduzido (PR) - por meio de subsolagem apenas na linha de plantio, cortando a uma profundidade de 60 cm e plantio direto (PD) – formação de palhada após dessecação da pastagem.

Cada unidade experimental foi composta por vinte indivíduos, sendo quatro linhas com cinco plantas cada. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, e os tratamentos arranjados em parcelas subdivididas, com os fatores espaçamento (parcela principal), preparo de solo (parcela secundária) e os genótipos (parcela terciária) em sistema de subsubparcelas.

O preparo do solo foi realizado em abril de 2017 e 2018, o preparo convencional (PC) com uma aração e duas gradagens em sentidos contrários, com um trator TL 75 E, acoplado a um arado de disco reversível, modelo ARH (L) com três lâminas de corte de 0,55 m, cortando a uma profundidade de 0,40 m (Figura 2. A, B). Após a aração, o solo foi mobilizado com uma grade niveladora de 24 discos, dando dois corte em sentidos contrários para destorroamento do solo.



Figura 2. Preparo convencional do solo com uma aração e duas gradagens em sentidos contrário.

Para o preparo reduzido (PR) utilizou-se trator modelo TL 75 E, possuindo tração traseira auxiliar (TTA), potência nominal de 90 KW a 2.200 rpm, peso total de 3.462 kg, com operador, e um subsolador modelo AST/MATIC 450, apenas com uma haste de subsolagem na linha de plantio cortando a uma profundidade de 60 cm e um disco de corte liso de 0,5 m de diâmetro na frente para corte da palhada (Figura 3. A. B).



Figura 3. Preparo reduzido com subsolagem na linha de plantio a uma profundidade de corte de 0,60 m.

A área para instalação do experimento possuía histórico de três anos de pousio, composta de capim *Brachiaria* (*Brachiaria decumbes*). Assim, para o plantio direto (PD) foi formado a palhada após a dessecação da pastagem com a aplicação do herbicida glifosato, em fevereiro de 2017 e março de 2018, com um pulverizador de 600 l, acoplado a um trator TL 75 E, aplicando 5 L ha⁻¹ de herbicida com um volume de 300 litros de calda (Figura 4. A. B).

Após a dessecação com glifosato, foi utilizada uma roçadeira triton com 32 facas de corte duplas para rebaixar a palhada.



Figura 4. Dessecação da pastagem para formação de palhada para plantio direto de mamoneira.

A semeadura foi realizada manualmente durante a estação chuvosa, no período de 2 a 4 de maio de 2017 e 1 a 8 de maio de 2018, semeando três sementes por covas. Após quinze dias de germinadas, realizou-se o desbaste, deixando uma planta por cova.

Foram avaliados 17 caracteres morfoagronômicos nas linhagens e cultivares, relacionados aos adaptativos e de componentes de produção de mamoneira, propostos pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2008) e outros sugeridos pelo Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnológico (NBIO), sendo:

1) Estatura da Planta (EP): medida de todas as plantas da parcela, desde a superfície do solo até o ápice do racemo mais alto com auxílio de uma trena expressa em centímetros;

2) Florescimento (FLO): avaliado em número de dias, quando 50% das plantas apresentam 50% de flores femininas abertas no racemo primário a partir do dia do plantio;

3) Inserção do racemo primário (IRP): medida, em centímetro da superfície do solo até a inserção do racemo primário na época da maturação dos últimos racemos;

4) Comprimento total do racemo primário (CTRP): medida em centímetro do comprimento total da raquis, através de trena milimetrada;

5) Comprimento do racemo primário (CRP): medida em centímetro, da parte pistilada do racemo primário de todas as plantas da parcela, através de trena milimetrada;

6) Diâmetro do caule (DC): medida do diâmetro no terço médio do caule com o auxílio de um paquímetro, expressa em milímetros;

7) Número de internódios do caule (NIC): contagem do número de internódios a partir do solo até a região de inserção do racemo primário; 8) Número de racemo por planta (NRP): contagem do número de racemo por parcela;

9) Número de Frutos por racemo primário (NFRP): contagem do número de frutos do racemo primário por parcela;

10) Peso de frutos do racemo primário (PFRP): dados obtidos da massa de frutos em baga por racemo primário na parcela expresso em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$;

11) Peso de frutos em baga dos racemos de segunda ordem (PFBRs): dados obtidos da massa de frutos dos racemos de segunda ordem na parcela expressos em kg ha^{-1} ;

12) Peso de frutos em baga dos racemos excedentes (PFRE): dados obtidos da massa de frutos dos racemos excedentes na parcela expressos em kg ha^{-1} ;

13) Peso de sementes por racemo primário (PSRP): dados obtidos da massa de grãos do racemo de primeira ordem na parcela expressos em kg ha^{-1} ;

14) Peso de sementes dos racemos de segunda ordem (PSRS): dados obtidos da massa de grãos dos racemos de segunda ordem na parcela expressos em kg ha^{-1}

15) Peso de sementes dos racemos excedentes (PSRE): dados obtidos da massa de grãos dos racemos excedentes na parcela expressos em kg ha^{-1} ;

16) Rendimento em baga (RENDB): dados obtidos da massa de frutos dos racemos na parcela expressos em kg ha^{-1} ;

17) Produtividade (PROD): dados obtidos da massa de grãos na parcela expressos em kg ha^{-1} . Para obtenção da produtividade foram somados os pesos de grãos dos racemos primário, secundário e os excedentes dos quatro blocos, nos dois anos de cultivo.

Os caracteres foram submetidos à análise de variância conjunta, e após verificação da significância dos fatores foi realizado teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$), para comparação das médias e também quando uma interação significativa foi observada. As análises foram conduzidas com auxílio do software R versão 3.3.5 (R Development Core Team, 2019), utilizando o pacote estatístico Agridat (WRIGHT, 2018). O teste de Scott-Knott foi realizado usando o pacote EspDest.pt (Ferreira et al., 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância conjunta, para os caracteres adaptativos e os componentes de produtividade estão apresentados na Tabela 2. Considerando os fatores isoladamente, verifica-se que 70,59% dos caracteres estudados foram influenciados pelos diferentes espaçamentos (E); 88,24% para o preparo de solo (P) e 94,12% pelos diferentes genótipos (G), demonstrando variabilidade genética nos genótipos avaliados quanto aos caracteres estudados e desempenho diferenciado quando submetidos a diferentes sistemas de manejo.

O efeito do ano (A) sobre os caracteres analisados foi significativo em nível de ($P < 0,001$ ou 0,05) para a sua maioria, cerca de, 82,35% dos caracteres apresentam significância, indicando que as condições ambientais nos diferentes anos variaram e foram responsáveis pela maior parte da variação total, com exceção para as variáveis EP, FLO e PSRS (Tabela 2). Segundo Severino et. al. (2012) o rendimento da cultura é fortemente influenciado pelas condições de ambiente, trabalhos de pesquisas devem ser desenvolvidos para que possam encontrar e determinar densidades de plantios adequadas para a cultura com rendimentos superiores ao longo do tempo e as condições ambientais.

Tabela 2. Análise de variância conjunta dos caracteres adaptativos e produtivos envolvendo quatro genótipos de *Ricinus communis* L. (UFRB 248, UFRB 222, BRS Nordestina e BRS Paraguaçu), três espaçamentos (3,0 m x 1,0 m; 2,0 m x 0,90 m e 1,0 m x 0,80 m) três preparos de solo (convencional, reduzido e plantio direto) em dois anos agrícolas (2017 e 2018) Cruz das Almas (BA), 2019.

FV	GL	Quadrado médio					
		EP (m)	FLO (dias)	IRP (cm)	DC (mm)	NIC	CTRP (cm)
Bloco (B)	3	0,05	36,2	307,2	3,35	2,06	14,9
Ano (A)	1	0,03 ^{ns}	950,7 ^{ns}	4191 ^{**}	713,6 ^{***}	385,1 [*]	985,2 ^{**}
Espaçamento (E)	2	22,89 ^{***}	412,4 [*]	5117 ^{***}	1813,9 ^{***}	5,71 ^{ns}	959,4 ^{***}
Preparo (P)	2	1,59 ^{***}	256,7 ^{ns}	1775,2 ^{**}	218,4 ^{***}	59,12 ^{***}	141,8 ^{***}
Genótipo (G)	3	0,20 [*]	65,1 ^{ns}	496,4 [*]	77,0 ^{***}	71,68 ^{***}	591,5 ^{***}
A x E	2	13,40 ^{***}	178,4 ^{ns}	2054 ^{***}	714,4 ^{***}	11,84 ^{ns}	702,1 ^{***}
A X P	2	0,13 ^{ns}	316,6 ^{ns}	952,9 [*]	18,4 ^{ns}	8,64 ^{ns}	5,21 ^{ns}
A X G	3	0,02 ^{ns}	211,1 ^{ns}	190,8 ^{ns}	20,1 ^{ns}	12,71 [*]	342,0 ^{***}
E X P	4	0,25 [*]	294,9 ^{ns}	270,9 ^{ns}	62,2 ^{ns}	6,82 ^{ns}	49,3 [*]
E X G	6	0,06 ^{ns}	56,3 ^{ns}	89,7 ^{ns}	11,2 ^{ns}	6,92 ^{ns}	28,0 [*]
P X G	6	0,08 ^{ns}	153,4 ^{ns}	287,8 ^{ns}	14,0 ^{ns}	6,27 ^{ns}	28,2 [*]
A x E X P	4	0,38 ^{***}	203,3 ^{ns}	1309,4 ^{**}	79,2 [*]	2,92 ^{ns}	7,93 ^{ns}
B X A X E X P	36 ^{ns}	0,09 ^{ns}	133,1 ^{ns}	245,9 ^{ns}	24,4 ^{ns}	3,66 ^{ns}	15,06 ^{ns}
A X E X G	6	0,05 ^{ns}	12,0 ^{ns}	160,0 ^{ns}	22,03 ^{ns}	6,58 ^{ns}	52,2 ^{***}
A X P X G	6	0,09 ^{ns}	46,6 ^{ns}	58,3 ^{ns}	18,9 ^{ns}	2,81 ^{ns}	12,3 ^{ns}
E X P X G	12	0,06 ^{ns}	78,1 ^{ns}	199,9 ^{ns}	14,7 ^{ns}	3,06 ^{ns}	20,1 ^{ns}
A X E X P X G	12	0,07 ^{ns}	110,0 ^{ns}	136,1 ^{ns}	10,7 ^{ns}	3,57 ^{ns}	12,4 ^{ns}
Resíduos	162	0,06	91,9	165,6	13,3	4,39	11,6
Média		1,30	70,70	68,54	24,64	13,72	19,53
CV (%)		22,7	12,14	22,87	14,79	15,27	17,44

FV	GL	Quadrado médio					
		CRP (cm)	NRP	NFRP	PFRP (g)	PFBRs (g)	PFRE (g)
Bloco (B)	3	8,53	0,70	155,1	450,1	3465	2153
Ano (A)	1	319,2 ^{**}	534,3 ^{***}	192,8 [*]	5862 [*]	7142 ^{**}	2179 ^{**}
Espaçamento (E)	2	320,4 ^{***}	6,99 ^{ns}	55,12 ^{ns}	569,3 ^{ns}	1437 ^{**}	7934 ^{***}
Preparo (P)	2	118,3 ^{***}	2,49 ^{ns}	293,0 ^{**}	1922,2 [*]	7247 [*]	1796 ^{***}
Genótipo (G)	3	547,1 ^{***}	5,14 ^{***}	548,4 ^{***}	2836,3 ^{***}	1374 ^{***}	8636 ^{***}
A x E	2	271,2 ^{***}	2,58 ^{ns}	24,25 ^{ns}	1399,2 ^{ns}	2705 ^{***}	2311 [*]
A X P	2	0,16 ^{ns}	0,79 ^{ns}	23,89 ^{ns}	341,0 ^{ns}	1782 ^{ns}	1142 ^{ns}
A X G	3	207,0 ^{***}	7,64 ^{***}	352,1 ^{***}	2742,2 ^{***}	5456 ^{**}	3288 [*]
E X G	6	42,1 ^{***}	1,27 ^{ns}	89,9 [*]	693,4 [*]	2034 ^{ns}	626 ^{ns}
P X G	6	12,6 ^{ns}	0,59 ^{ns}	38,9 ^{ns}	352,7 ^{ns}	740 ^{ns}	369 ^{ns}

Tabela 2. (Continuação)

E X P	4	27,3 ^{ns}	2,25*	61,60 ^{ns}	1568,3**	4794*	1000***
A x E X P	4	10,3 ^{ns}	2,70*	32,02 ^{ns}	193,9 ^{ns}	3681 ^{ns}	3832 ^{ns}
A X E X G	6	31,4***	1,27 ^{ns}	47,5 ^{ns}	569,8*	504 ^{ns}	1054 ^{ns}
A X P X G	6	5,2 ^{ns}	0,51 ^{ns}	5,6 ^{ns}	342,4 ^{ns}	773 ^{ns}	536 ^{ns}
E X P X G	12	11,5 ^{ns}	0,58 ^{ns}	44,3 ^{ns}	568,0*	700 ^{ns}	945 ^{ns}
A X E X P X G	12	5,8 ^{ns}	0,70 ^{ns}	23,6 ^{ns}	445,4 ^{ns}	382 ^{ns}	550 ^{ns}
Resíduos	162	76	0,72	31,1	256,0	982	961
Média		12,69	4,06	23,99	78,73	101,38	62,31
CV (%)		21,72	22,12	23,23	20,32	30,95	49,74
FV	GL	Quadrado médio					
		PSRP (g)	PSRS (g)	PSRE (g)	RENDB (g)	PROD (Kg ha ⁻¹)	
Bloco (B)	3	236,7	781,5	482,3	1078	2746	
Ano (A)	1	1682*	3214 ^{ns}	8748**	7623*	7845**	
Espaçamento (E)	2	65,3 ^{ns}	1324***	2577**	1569***	7232**	
Preparo (P)	2	1037***	2636*	6020***	5916***	1992**	
Genótipo (G)	3	634,4***	8436***	3805***	4692***	2481***	
A x E	2	531,4 ^{ns}	9473***	1029*	1039**	4238**	
A X P	2	120,8 ^{ns}	315,6 ^{ns}	372 ^{ns}	1883 ^{ns}	748 ^{ns}	
A X G	3	837,3***	1304**	1802**	3187**	1005***	
B X A X E	12	234,7	607	2062	1193	5624	
E X P	4	745,1**	2304*	3469**	2599**	1167**	
E X G	6	318,0**	486 ^{ns}	258 ^{ns}	6191 ^{ns}	2211 ^{ns}	
P X G	6	121,1 ^{ns}	133 ^{ns}	152 ^{ns}	719 ^{ns}	232 ^{ns}	
A x E X P	4	65,0 ^{ns}	1220 ^{ns}	1248 ^{ns}	1094 ^{ns}	3830 ^{ns}	
A X E X G	6	285,3**	269 ^{ns}	388 ^{ns}	2768 ^{ns}	1566 ^{ns}	
A X P X G	6	98,7 ^{ns}	337 ^{ns}	195 ^{ns}	2336 ^{ns}	859 ^{ns}	
E X P X G	12	207,4*	284 ^{ns}	238 ^{ns}	3340 ^{ns}	1108 ^{ns}	
A X E X P X G	12	166,4 ^{ns}	161 ^{ns}	193 ^{ns}	2403 ^{ns}	811 ^{ns}	
Resíduos	162	97,1	331	334	3589	1323	
Média		49,37	64,10	37,82	242,44	151,30	
CV (%)		28,38	38,73	48,31	33,23	34,17	

^{ns} = não significativo pelo teste F; * significativo em nível de 5% probabilidade pelo teste F; ** significativo em nível de 1% probabilidade pelo teste F; *** significativo em nível de 0,1% probabilidade pelo teste F; CV= Coeficiente de Variação; FV= Fonte de Variação. Caracteres adaptativos: estatura da planta (EP), dias para florescimento (FLO); altura do racemo primário (IRP); diâmetro de caule (DC); número de internódios do caule (NIC); comprimento total do racemo primário (CTRP); comprimento efetivo racemo primário (CRP). Componentes de produção; número de racemos por planta (NRP); número de fruto do racemo primário (NFRP); peso de frutos do racemo primário (PFRP); peso de frutos dos racemos de segunda ordem (PFBRs); peso de frutos dos racemos excedentes (PFRE); peso de sementes do racemo primário (PSRP); peso de sementes dos racemos de segunda ordem (PSRS); peso de sementes dos racemos excedentes (PSRE); rendimento em bagas (RENDB) e produtividade (PROD).

Os valores dos coeficientes de variação (CV) dos caracteres avaliados apresentaram amplitude de variação oscilando entre 12,14% a 49,74%, em função da variável resposta dos diferentes períodos de avaliação, sendo esperado que os caracteres de produção PFBRs, RENDB, PROD, PSRS, PSRE e PFRE apresentem os maiores valores, entre 30,95% a 49,74%. Esses valores corroboram aos dados encontrados por Cargnelutti Filho et al. (2014); Alves et al. (2015b) para os caracteres de produção que apresentaram variação entre 31,64% a 49,84%. Segundo esses autores os coeficientes de variação para caracteres produtivos são elevados em razão do maior tempo de exposição ambiental. Haja vista que o período de avaliação desses caracteres ocorreu no final do estágio fenológico da cultura.

Para os demais caracteres os coeficientes de variação oscilaram entre 12,14% a 28,38%, relacionado às variáveis FLO, DC, NIC, CTRP, PFRP, CRP, NRP, EP, IRP, NFRP e PSR. Rukhsar et al. (2017, 2018) encontram valores para os mesmos caracteres com coeficientes de variação oscilando entre 3,29% a 16% ao estimarem a natureza e a magnitude da diversidade e variabilidade genética presente em 27 e 15 genótipos de mamona, respectivamente.

A interação A x E sobre as variáveis analisadas evidenciou que 64,70% dos caracteres apresentaram diferenças em nível de ($p < 0,001$ ou 0,05), sendo o efeito da interação menor que nos fatores isolados. Já a interação A x P apenas o caráter IRP foi significativo ($p < 0,05$). A interação A x G foi significativa ($p < 0,001$ ou 0,05) para 76,47% dos caracteres estudados, evidenciando a ocorrência de estresse hídrico durante o período produtivo. Também a interação E x P foi significativa em nível de ($p < 0,001$ ou 0,05), esta significância indica uma resposta variável em 64,70% dos caracteres analisados, evidenciando os efeitos das diferentes combinações de manejos testadas durante o experimento. Em relação às interações manejo e genótipos como E x G; P x G apresentaram significância ($p < 0,001$ ou 0,05) de 29,4% e 5,88% para os caracteres avaliados respectivamente (Tabela 2).

Entretanto, importantes componentes relacionados à produtividade não foram influenciados pela interação tripla A x E x P, esta foi observada apenas para os caracteres EP, IRP, DC e NRP com significância em nível de ($p < 0,001$ ou 0,05). Já a interação tripla A x E x G foi significativa ($p < 0,001$ ou 0,05) para os caracteres CTRP, CRP, PFRP e PSRP, representando 23,53% do total avaliado.

Para a interação E x P x G somente os caracteres PFRP e PSRP foram significativos ($P < 0,001$ ou $0,05$) representando 11,76% dos caracteres avaliados e a interação A x P x G não houve interação em nenhum dos caracteres estudados (Tabela 2).

As interações triplas foram verificadas para alguns caracteres indicando que os genótipos se comportaram de maneira diferente quando submetidos aos diferentes espaçamentos e preparo de solo (Figura 5). Os genótipos BRS Nordestina no espaçamento 2,0 m x 0,90 m e UFRB 222 no 3,0 m x 1,0 m, apresentaram as maiores médias de peso de frutos para o racemo primário (PFRP) com 111,69 g e 101,1 g e peso de sementes do racemo primário (PSRP) com 69,37 g e 61,29 g, respectivamente, para os preparos de solo convencional e reduzido (Figura 5 A 1, C1 e A 2, C2).

Não houve diferenças entre a BRS Nordestina e a UFRB 248, no espaçamento 1,0 m x 0,80 m, os genótipos apresentaram o mesmo desempenho para o preparo de solo reduzido e plantio direto, exceto para o peso de sementes do racemo primário no preparo convencional (Figura 5 A 1 e D 1).

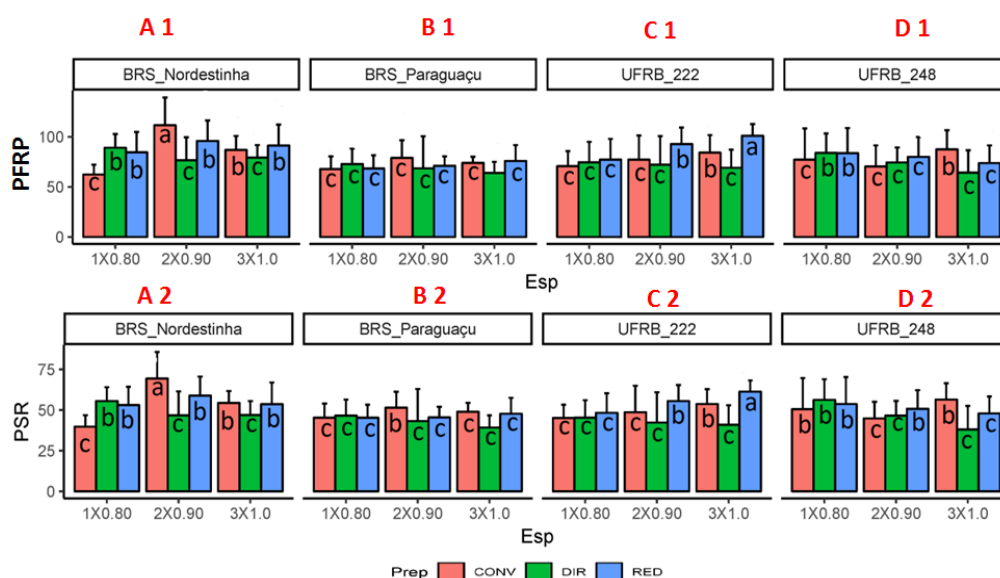


Figura 5. Agrupamento de médias para os caracteres PFRP: peso de frutos do racemo primário (A 1), (B 1), (C 1) e (D 1); PSR: peso de sementes do racemo primário (A 2), (B 2), (C 2) e (D 2), na interação espaçamento (1,00 X 0,80 m, 2,00 x 0,90 m, 3,00 x 1,0 m x preparo de solo (Convencional (CONV), Direto (DIR), Reduzido (RED)) x genótipos (BRS Nordestina, BRS Paraguaçu, UFRB 222 e UFRB 248), em dois anos de cultivo 2017/2018, nas condições climáticas de Cruz

das Almas – BA. Médias seguidas pela mesma letra, não difere entre si pelo teste de agrupamento de Scott & Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Observa-se que, no sistema plantio direto, tanto para os espaçamentos como os preparo de solo, não houve diferenças para os caracteres PFRP e PSRP, com exceção para os genótipos BRS Nordestina e UFRB 248, no espaçamento 1,0 m x 0,80 m, que diferenciaram dos demais (Figura 5 A 1, D 1 e A2, D2).

Para todos os espaçamentos e preparos de solo o genótipo BRS Paraguaçu, apresentou o mesmo desempenho, assim como a UFRB 222 no espaçamento 1,0 m x 0,80 m e UFRB 248 no espaçamento 2,0 m x 0,90 m (Figura 5 B 1, C 1 e D 1).

O peso de sementes representa em média 60% do peso do fruto da mamona, por isso, observa-se uma relação entre o PFRP e PSRP para todos os espaçamentos e preparos de solo, com exceção aos genótipos BRS Paraguaçu e UFRB 248, no espaçamento 2,0 m x 0,90 m, nos preparos de solo convencional e reduzido e UFRB 248 no espaçamento 1,0 m x 0,80 m no preparo convencional (Figura 5 B 1, D1 e B2, D2).

Existe uma analogia entre o CTRP e o CRP, o comprimento total do racemo primário (CTRP), que compreende a região do ápice do racemo até a cicatriz do primeiro nó, já o comprimento do racemo primário (CRP), compreende a medida entre o ápice até o último pedúnculo do racemo, ou seja, a região onde há inserção dos pedúnculos com bagas, a parte produtiva da planta propriamente dita.

Constata-se que há uma variação maior na interação A x G x E, para os caracteres CTRP e CRP entre os anos que dentro de cada ano. Na avaliação do ano 2017, no espaçamento 1,0 m x 0,80 m, os genótipos UFRB 248, BRS Nordestina e UFRB 222, apresentaram maiores comprimentos de racemos 34,46 cm, 30,60 cm e 29,02 cm, respectivamente, em relação aos espaçamentos 2,0 m x 0,90 m e 3,0 m x 1,0 m. Não houve diferença para os comprimentos de racemos nos espaçamentos 2,0 m x 0,90 m e 3,0 m x 1,0 m, com exceção do genótipo UFRB 248 para o caráter CRP (Figura 6 A 1, B 1).

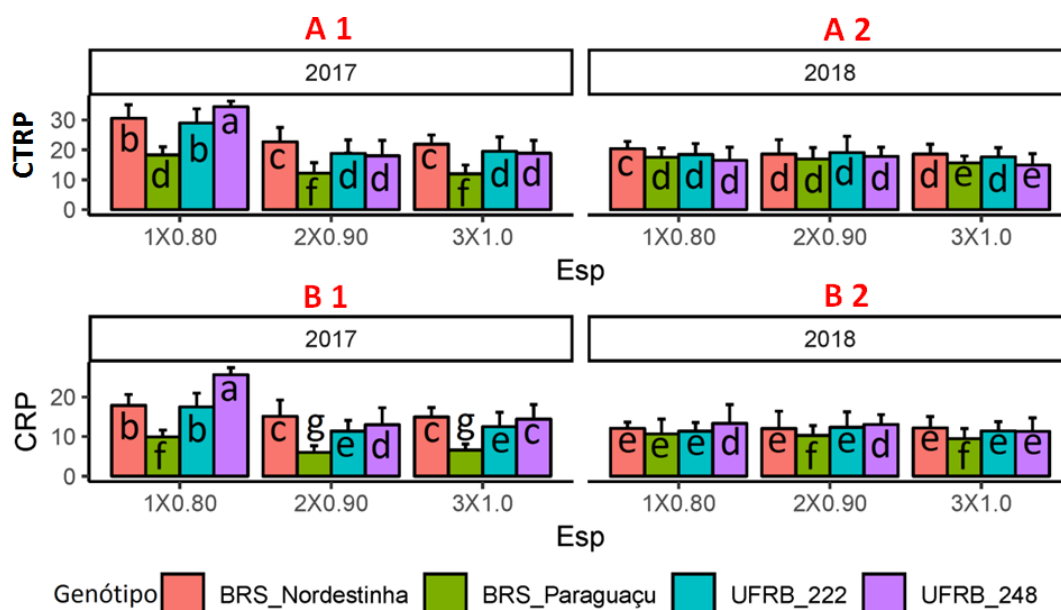


Figura 6. Agrupamento de médias para os caracteres CTRP: comprimento total do racemo primário ano 1 (A 1), CTRP: comprimento total do racemo primário ano 2 (A 2), CRP: comprimento do racemo primário ano 1 (B 1) e CRP: comprimento do racemo primário ano 2 (B 2), na interação ano x espaçamento x genótipos, em dois anos de cultivo 2017/2018, nas condições climáticas de Cruz das Almas – BA. Médias seguidas pela mesma letra, não difere entre si pelo teste de agrupamento de Scott & Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Na avaliação do segundo ano, os genótipos foram mais homogêneos, tanto entre os espaçamentos como dentro deles. A BRS Nordestina, no espaçamento 1,0 m x 0,80 m, apresentou maior média com 20,40 cm para o caráter CTRP, diferindo dos demais espaçamentos (Figura 6 A 2). No entanto, a BRS Paraguaçu e UFRB 248 no espaçamento 3,0 m x 1,0 m, apresentaram diferenças significativas com menores médias 15,63 cm e 14,90 cm, respectivamente (Figura 6 A 2).

Pode observar que no espaçamento 1,0 m x 0,80 m, o genótipo UFRB 248 apresentou a maior média para o CRP 13,34 cm, diferindo do espaçamento 3,0 m x 1,0 m, enquanto a BRS Paraguaçu, com a menor média 10,65 cm no espaçamento 1,0 m x 0,80 m, diferiu dos demais espaçamentos (Figura 6 B 2). SILVA, et al. (2017), observaram que as maiores produções advinham de plantas que apresentaram comprimento de racemos maiores.

Quando avaliados os caracteres que tiveram influência na interação dupla na análise conjunta nos dois anos, verificou-se diferenças significativas na

interação E x P entre os espaçamentos e preparos de solo. Os maiores comprimentos de racemos primários (CRP) foram observados no espaçamento 1,0 m x 0,80 m, com médias de 23,42 cm, 23,26 cm, e 22,79 cm para os preparos reduzido, direto e convencional, respectivamente. Valores próximos a esses foram encontrados por Silva et al. (2012) quando avaliaram a produtividade de mamoneira em função da variedade e adubação fosfatada.

Avaliando o comportamento do CTRP na interação espaçamento *versus* preparo de solo, observa-se que entre os espaçamentos 2,0 m x 0,90 m e 3,0 m x 1,0 m, não houve diferenças significativas para os preparos de solo convencional e reduzido, apenas o plantio direto diferenciou-se em ambos os espaçamentos com o menor comprimento de racemo total 16,23 cm e 14,9 cm (Figura 7 A).

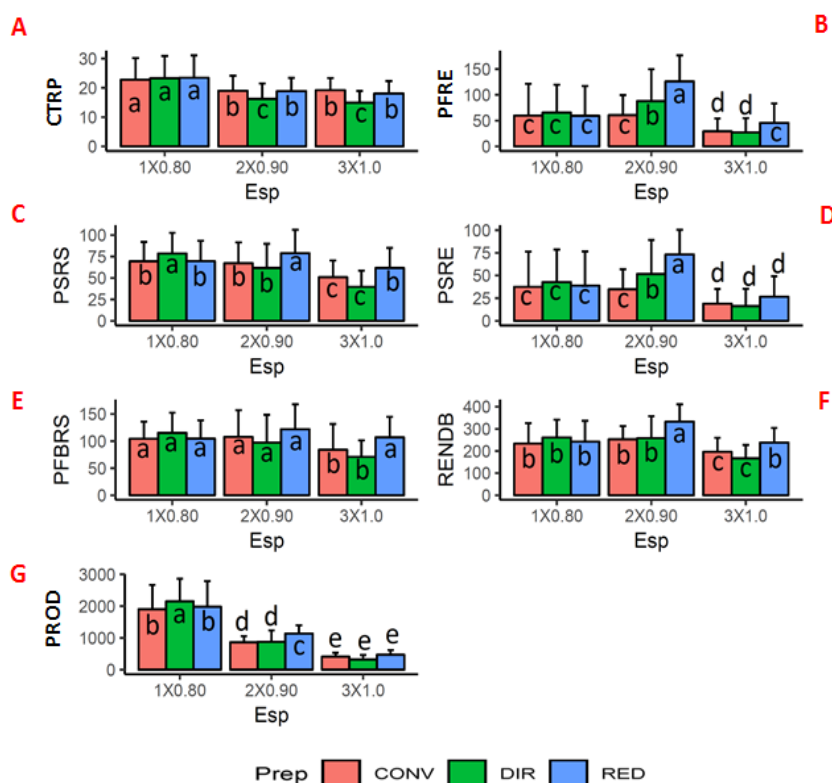


Figura 7. Agrupamento de médias para os caracteres CTRP: comprimento total do racemo primário (A); PFRE: peso de frutos em baga dos racemos excedentes (B); PSRS: peso de sementes dos racemos de segunda ordem (C); PSRE: peso de sementes dos racemos excedentes (D); PFBRs: peso de frutos em bagas dos racemos de segunda ordem (E); RENDB: rendimento de bagas (F) e PROD: produtividade (Kg Ha^{-1}), na interação espaçamento x preparo de solo, dois anos de cultivo 2017/2018, nas condições climáticas de Cruz das Almas – BA. Médias

seguidas pela mesma letra, não difere entre si pelo teste de agrupamento de Scott & Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Para os caracteres peso de frutos em baga dos racemos excedentes (PFRE) e peso de sementes dos racemos excedentes (PSRE), observou-se o mesmo comportamento, tanto nos espaçamentos como nos preparos de solo, haja vista, que as duas variáveis são dependentes, ou seja, o peso das sementes é o resultado dos frutos debulhados. Com isso, verificou-se variação entre os espaçamentos e dentro deles, com exceção para o espaçamento 1,0 m x 0,80 m (Figura 7 B, D).

O preparo de solo reduzido no espaçamento 2,0 m x 0,90 m, apresentou maior média de peso de frutos excedentes 133,61 g e de sementes 77,98 g, provavelmente devido ao maior número de racemos excedentes por planta. Segundo Alves et al. (2015b) uma menor população de plantas por unidade de área é compensada por uma maior produção de racemos por planta (Figura 7 B, D). Vale salientar que o fator compensação é válido até uma determinada população de plantas a qual visa o melhor rendimento da cultura (SEVERINO, et al., 2012).

A produção de sementes em cada parcela foi obtida a partir da massa de frutos debulhados, por isso os melhores desempenhos tanto para o peso de frutos em bagas de racemos de segunda ordem (PFBRs) quanto para o peso de sementes de racemos de segunda ordem (PSRS), foram obtidos para os preparos de solo reduzido no espaçamento 2,0 m x 0,90 m e plantio direto no espaçamento 1,0 m x 0,80 m com 121,95 g e 115,22 g de massa de frutos, respectivamente. O peso de sementes para os respectivos preparos de solo e espaçamentos foram 78,79 g e 78,53 g de sementes (Figura 7 C, E). Alves et al. (2015a) estudando a densidade populacional e seu efeito na produtividade da mamoneira BRS Energia sob cultivo irrigado, encontraram valores para peso de sementes variando de 10,6 g a 110,6 g em diferentes populações de plantas.

Os caracteres de produção avaliados entre os fatores espaçamentos *versus* preparos de solo como PFE, PSRE, PFBRs, PSRS, RENDB e PROD apresentaram rendimentos superiores, nas avaliações conjuntas, para o preparo de solo reduzido no espaçamento 2,0 m x 0,90 m e plantio direto no espaçamento

1,0 m x 0,80 m, exceto o caráter CTRP que obteve o maior comprimento no espaçamento 1,0 m x 0,80 m, para todos os preparos de solo.

O maior rendimento de bagas (RENDB) foi observado no plantio reduzido no espaçamento 2,0 m x 0,90 m, com 332,82 g por planta, isso não representa necessariamente maior produção por área uma vez que nesse espaçamento a população é de 5.555 plantas ha⁻¹ (Figura 7 F).

A melhor produtividade (PROD) foi observada no espaçamento 1,0 m x 0,80 m, com 12.500 plantas ha⁻¹, para o plantio direto, com 2.152 Kg ha⁻¹, seguidos pelo preparo reduzido com 1.980 Kg ha⁻¹ e convencional com 1.900 Kg ha⁻¹ (Figura 7 G). Mariyappillai et al. (2018) ao estudarem os efeitos dos espaçamentos em caracteres de produção de sementes e óleo de híbridos de *Ricinus* encontraram valores bem próximos a esses. Também, Miranda et al. (2018) ao avaliarem a produtividade e crescimento da mamoneira em plantio adensado sob diferentes níveis de irrigação encontram resultados semelhantes.

Em relação ao espaçamento 2,0 m x 0,90 m, com 5.555 plantas ha⁻¹ a produtividade foi bem inferior ao espaçamento 1,0 x 0,80 m, para os mesmos preparos de solo, com 1.136 Kg ha⁻¹ para o preparo reduzido, 877,500 Kg ha⁻¹ para o plantio direto e 864 Kg ha⁻¹ para o convencional (Figura 7 G), isso representa uma redução de 89,44%, 125,77% e 119,91% para os respectivos preparos de solo.

Já a produtividade no espaçamento 3,0 x 1,0 m foi bem baixa, próxima à média brasileira 600 Kg ha⁻¹ (CONAB, 2019). A produtividade nesse espaçamento para os três preparos de solo foi de 469,500 Kg ha⁻¹ para o preparo reduzido, 410,300 para o convencional e 323,700 para o plantio direto, esse desempenho se deve a menor população de plantas e a perda de algumas plantas das parcelas provocada por formigas.

Comparando a produtividade de grãos (PROD) entre as interações ano x espaçamento x genótipo, observa-se que para o espaçamento 1,0 x 0,80 m, tanto para o ano de 2017 quanto 2018 a melhor produtividade foi obtida pelo genótipo UFRB 248, com 3.350 Kg ha⁻¹ e 1.730,70 Kg ha⁻¹ respectivamente (Figuras 8 A, B).

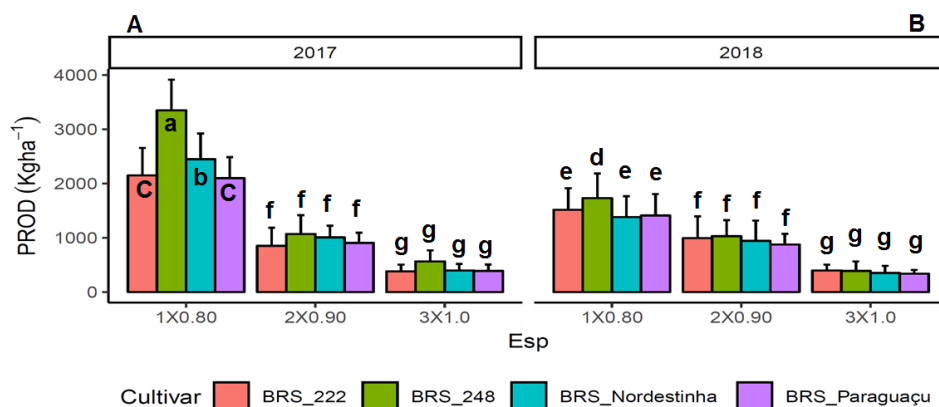


Figura 8. Agrupamento de médias para o carácter PROD: rendimento de grãos, na interação ano x espaçamento x genótipo em dois anos de cultivo 2017/2018, nas condições climáticas de Cruz das Almas – BA. Médias seguidas pela mesma letra, não difere entre si pelo teste de agrupamento de Scott & Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Para o mesmo espaçamento o genótipo BRS Nordestina no ano de 2017 alcançou 2.450 Kg ha⁻¹, superior em 77,4% em relação ao ano de 2018 que obteve uma produtividade de 1.381 Kg ha⁻¹. Já a produtividade do genótipo UFRB 222 no ano de 2017 foi de 2.150 Kg ha⁻¹, a mesma performance não foi observada no ano de 2018, que alcançou média de 1.516,500 Kg ha⁻¹, isso representa uma queda de 41,8% em relação ao ano anterior.

Para o espaçamento 2,0 x 0,90 m, o genótipo UFRB 248 também destacou com produtividade de 1.068 Kg ha⁻¹ e 1.030 Kg ha⁻¹, para os anos de 2017 e 2018 respectivamente, seguido pela BRS Nordestina que em 2017, obteve uma produtividade de 1.010 Kg ha⁻¹, superior em 7,3% em relação a 2018 que foi de 942 Kg ha⁻¹ (Figura 8 A, B).

O desempenho dos genótipos no espaçamento 3,0 x 1,0 m, foi inferior a média brasileira, isso se deve provavelmente a menor população de plantas por área, a precipitação pluviométrica no ano de 2018, durante os meses de julho a outubro, foi de 179,9 mm enquanto que em 2017 no mesmo período a precipitação pluviométrica chegou a 406,1 mm, uma diferença de 226,2 mm, a perda de algumas plantas por parcelas, devido ao corte por formigas (Figura 8 A, B).

Para as interações ano (A) versus espaçamentos (E) versus preparo de solo (P), o carácter diâmetro do caule (DC), apresentou diferença significativa entre os espaçamentos e preparos de solo no ano de 2017. Os maiores diâmetros

foram observados no espaçamento 1,0 m x 0,80 m, com médias de 35,94 mm, 33,9 mm e 33, 23 mm, para os preparos de solo convencional, reduzido e plantio direto, respectivamente (Figura 9 A 1).

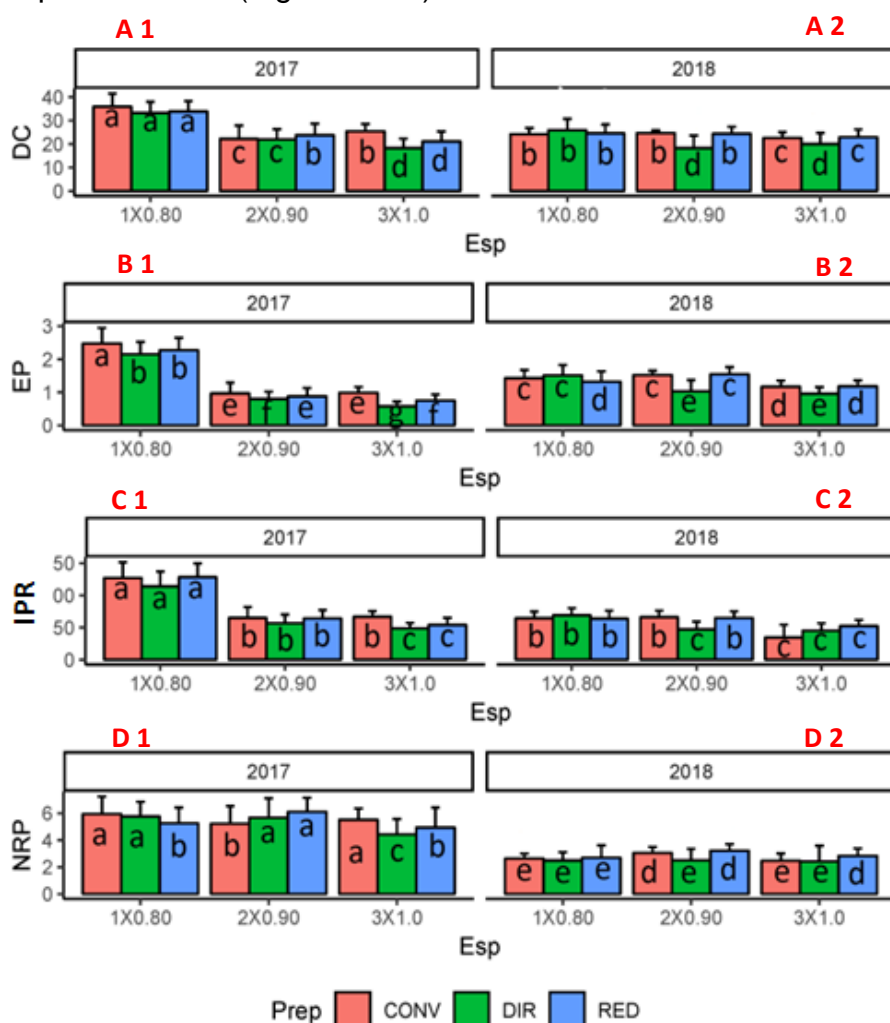


Figura 9. Agrupamento de médias para os caracteres DC: diâmetro do caule ano 1 (A 1), DC diâmetro do caule ano 2 (A 2); EP: estatura de planta ano 1 (B1), EP: estatura de planta ano 2 (B 2); IRP: inserção do racemo primário ano 1 (C 1), IRP: inserção do racemo primário ano 2 (C 2); NRP: número de racemos por planta ano 1 (D 1), NRP: número de racemos por planta ano 2 (D 2), na interação ano x espaçamento x preparo de solo, em dois anos de cultivo 2017/2018, nas condições climáticas de Cruz das Almas – BA. Médias seguidas pela mesma letra, não difere entre si pelo teste de agrupamento de Scott & Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Também houve diferença entre os espaçamentos 2,0 m x 0,90 m e 3,0 m x 1,0 m, para todos os preparos de solo. O preparo de solo reduzido no

espaçamento 2,0 m x 0,90 m, apresentou maior diâmetro de caule com 23,78 mm, diferindo dos demais preparos, já no espaçamento 3,0 m x 1,0 m, o maior diâmetro de caule foi observado para o preparo convencional com média de 25,47 mm (Figura 9 A1).

Assim como no ano anterior, em 2018, no espaçamento 1,0 m x 0,80 m, não houve diferença entre os preparos de solo para o diâmetro do caule. Os menores diâmetros foram observados entre os espaçamentos 2,0 m x 0,90 m e 3,0 m x 1,0 m, para o plantio direto, com médias de 18,29 mm e 19,99 mm (Figura 9 A 2).

Esses valores convergem de resultados relatados por diversos autores ALVES et al. (2015); FIOREZE et al. (2016); OLIVEIRA et al. (2017); SEVERINO et al. 2006; SORATO et al. (2012); SOUZA et al. (2012), que observaram menores diâmetros de caule em populações com maiores densidade de plantas. No entanto, segundo Sorato et al. (2012), plantas com diâmetro de caule mais finos favorece a colheita mecânica.

Com relação à estatura de planta (EP), observou-se que no espaçamento 1,0 m x 0,80 m, no ano agrícola de 2017, os genótipos apresentaram estatura superiores para o preparo de solo convencional, com média de 2,48 m, seguidas pelos preparo reduzido 2,27 m e plantio direto com 2,15 m, em relação aos demais preparos de solos, espaçamentos e ao ano de 2018.

Segundo Severino et al. (2006), a disponibilidade de água adequada durante o ciclo da cultura e a competição por luz pode induzir ao maior crescimento em altura. Em 2017 a precipitação pluviométrica durante os meses de julho a outubro foi superior ao mesmo período de 2018 em 226,2 mm. Houve diferenças entre os preparos de solo e os espaçamentos 2,0 m x 0,90 m e 3,0 m x 1,0 m, com exceção ao convencional que apresentou medias de 0,97 m e 0,99 m, respectivamente (Figura 9 B 1).

No ano agrícola de 2018 as plantas mais altas foram desenvolvidas no espaçamento 2,0 m x 0,90 m, para os preparos de solo reduzido, com média de 1,54 m e convencional com 1,52 m. Seguida pelo espaçamento 1,0 m x 0,80 m, no plantio direto 1,51 m e convencional 1,43 m (Figura 9 B 2). Estaturas de plantas de 1,52 m e 1,34 m, também foram observadas na Grécia e Itália por Alexopoulou et al. (2015), quando compararam diversos híbridos de mamona.

Para o caráter inserção do racemo primário (IRP), as maiores médias foram observadas no espaçamento 1,0 m x 0,80 m, em 2017, para os preparos de solo reduzido 128,35 cm, convencional 127,10 cm e plantio direto 114,21 cm, diferenciando entre os anos e aos demais espaçamentos e preparos de solo. No espaçamento 2,0 m x 0,90 m, nos dois anos de cultivo 2017/2018, houve diferença apenas para o plantio direto com altura de inserção de racemo em 56,84 cm e 47,38 cm, respectivamente (Figura 9 C1, C2).

No espaçamento 3,0 m x 1,0 m, o preparo de solo convencional, no ano agrícola 2018, apresentou a menor média de inserção do racemo primário 34,69 cm, diferenciando do ano anterior (Figura 9 C2).

A elevada precipitação pluviométrica no período e a densidade de plantas propiciaram um alongamento maior dos internódios, no espaçamento 1,0 m x 0,80 m, no ano de 2017, refletindo diretamente na inserção do racemo primário, que apresenta uma estreita relação com a precocidade do material (SHIFRISS, 1960).

Houve uma variação muito grande entre a maior inserção de racemos 128,35 cm e a menor 34,69 cm, com média geral de 68,54 cm. Essa variação provavelmente é devido às variações ambientais e genéticas. Na Índia Rukhsar et al. (2018), também encontraram valores máximos e mínimos semelhantes ao avaliarem a variabilidade e divergência genética em mamona.

Quanto ao caráter número de racemos por plantas (NRP), não houve uma variação discrepante dentro dos anos, mas entre os anos, tanto para os fatores espaçamentos como preparos de solo.

O número de racemos por planta em 2017 foi bem superior a 2018, com faixa de variação máxima de 6,11 a 4,43 racemos, no espaçamento 2,0 m x 0,90 m e preparo de solo reduzido, com média geral de 5,43 racemos. Em 2018 o maior número de racemos também foi alcançado no preparo de solo reduzido e espaçamento 2,0 m x 0,90 m, com 3,22 a 2,42 racemos por planta e média de 2,70 racemos. Em relação ao ano anterior isso representa uma perda de 50,3% no rendimento da cultura. Isso pode ser explicado pela baixa precipitação pluviométrica ocorrida no ano de 2018. Nos meses de julho a outubro de 2017, acumulou um total de 406,1 mm. Já no mesmo período de 2018, a precipitação pluviométrica acumulada foi de 179,9 mm, bem abaixo do esperado para o período.

Para a quantidade mínima e máxima de número de racemos por planta, Priya et al. (2018) encontraram 5,27 e 2,33 racemos por planta na Índia, estudando sobre a magnitude da variabilidade genética e estimativa de combinação para capacidade rendimentos em mamona.

Para a interação ano *versus* genótipos, nos dois anos de cultivo, houve uma variação maior entre os anos de cultivo que dentro dos anos. Observa-se que o número de internódios do caule (NIC), no ano de 2018, foi superior a 2017, com médias de 15,62, 15,53 e 15,01 internódios, respectivamente aos genótipos BRS Paraguaçu, UFRB 222 e BRS Nordestina, que não diferenciaram entre si dentro do ano (Figura 10 A).

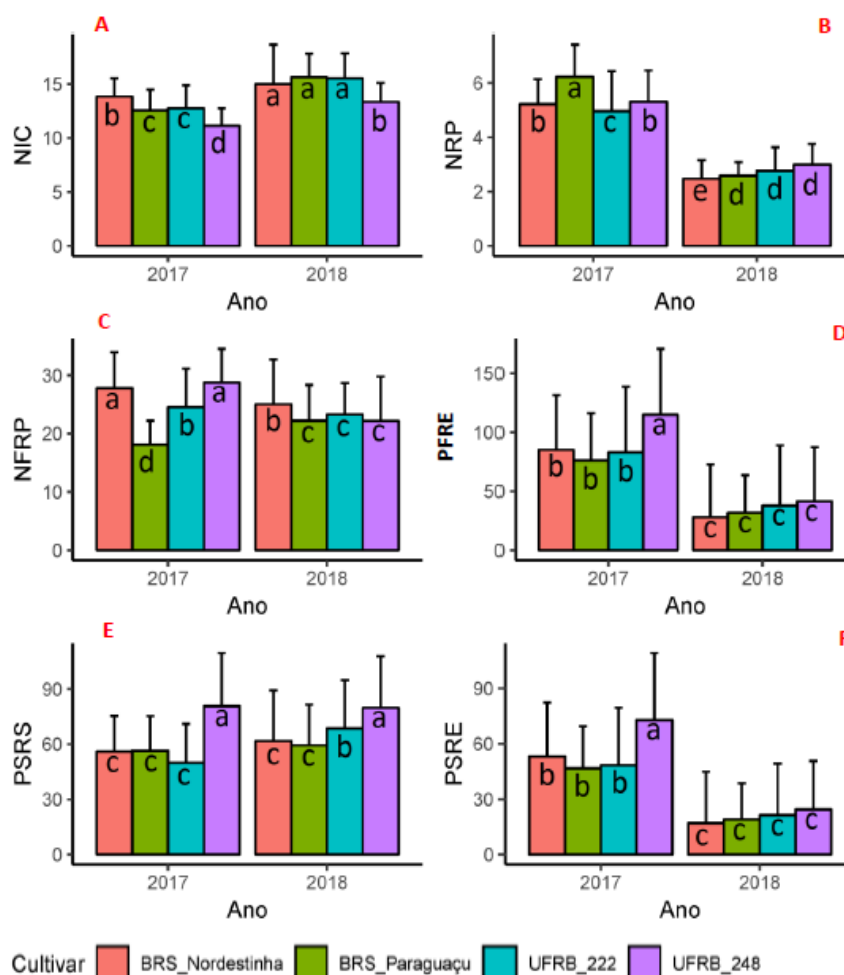


Figura 10. Agrupamento de médias dos caracteres NIC: número de internódios do caule (A); NRP: número de racemos por planta (B); NFRP: número de frutos do racemo primário (C); PFE: peso de frutos dos racemos excedentes (D); PSRS: peso de sementes dos racemos de segunda ordem (E); PSRE: peso de sementes dos racemos excedentes (F), na interação ano x genótipos em dois anos de

cultivo 2017/2018, nas condições climáticas de Cruz das Almas – BA. Médias seguidas pela mesma letra, não difere entre si pelo teste de agrupamento de Scott & Knott (1974), a 5% de probabilidade.

A BRS Nordestina no ano de 2017 diferiu-se dos demais genótipos com média de 13,84 internódios. A menor média 11,13 internódios, foi observada para o genótipo UFRB 248 (Figura 10 A). Vale ressaltar que em função das diferenças de precipitações pluviométricas entre os anos, a quantidade de internódios em 2017 foi menor, porém mais compridos em relação ao ano de 2018, que apresentou uma quantidade de internódios maior, porém curtos.

Quanto ao número de racemo por planta (NRP), houve uma variação maior entre os genótipos em 2017. A BRS Paraguaçu apresentou a maior quantidade de racemos por planta, com média de 6,22 racemos, enquanto que a menor média foi atribuída a UFRB 222 com 4,96 racemos. Já os genótipos UFRB 248 e BRS Nordestina, não diferenciaram entre si, com médias de 5,31 e 5,21 racemos, respectivamente (Figura 10 B).

Diferente do ano anterior, em 2018, houve uma uniformização maior entre os genótipos quanto ao NRP, apenas a BRS Nordestina diferenciou-se dos demais genótipos com 2,47 racemos por planta (Figura 10 B).

O maior número de frutos do racemo primário (NFRP) foi alcançado em 2017, com os genótipos UFRB 248 em média de 28,77 frutos, seguida pela BRS Nordestina com 27,83 frutos. A BRS Paraguaçu obteve o menor número 18,12 frutos (Figura 10 C).

Não houve diferenças entre os genótipos em 2018, exceto a BRS Nordestina que obteve 25,05 frutos, a qual não diferenciou da UFRB 222, no ano de 2017, com 24,54 frutos (Figura 10 C).

Quanto aos caracteres peso de frutos dos racemos excedentes (PFRE) e peso de sementes dos racemos excedentes (PSRE), há uma relação entre os caracteres. Em 2017, em ambos os caracteres, a UFRB 248 diferenciou-se dos demais genótipos, com as maiores médias 114,94 g de frutos e 72,87 g de sementes (Figura 10 D, F).

Bem inferior ao ano anterior, o peso de frutos e sementes dos racemos excedentes, não diferenciaram entre os genótipos, no entanto, a menor média foi atribuída ao genótipo BRS Nordestina com 28,09 g frutos e 16,94 g de sementes,

em relação ao ano de 2017, isso representa uma perda em rendimento de 25% e 23,3%, respectivamente (Figura 10 D, F).

Para o caráter peso de sementes dos racemos de segunda ordem (PSRS), embora não tenha diferenciado entre os anos, mas entre os genótipos nos dois anos de avaliação, o genótipo UFRB 248, apresentou desempenho superior com média de 80,79 g em 2017 e de 79,85 g no ano posterior, seguido pelo UFRB 222 com segundo melhor desempenho em 2018 com 68,64 g de sementes (Figura 10 E).

Houve diferenças ($p < 0,05$) para o caráter florescimento (FLO) entre os espaçamentos. Nos espaçamentos 3,0 m x 1,0 m e 1,0 m x 0,80 m, a média do número de dias para início do florescimento foi de 72,60 e 71,02 dias, respectivamente, superior ao espaçamento 2,0 m x 0,90 m que apresentou média de 68,50 dias (Figura 11 A).

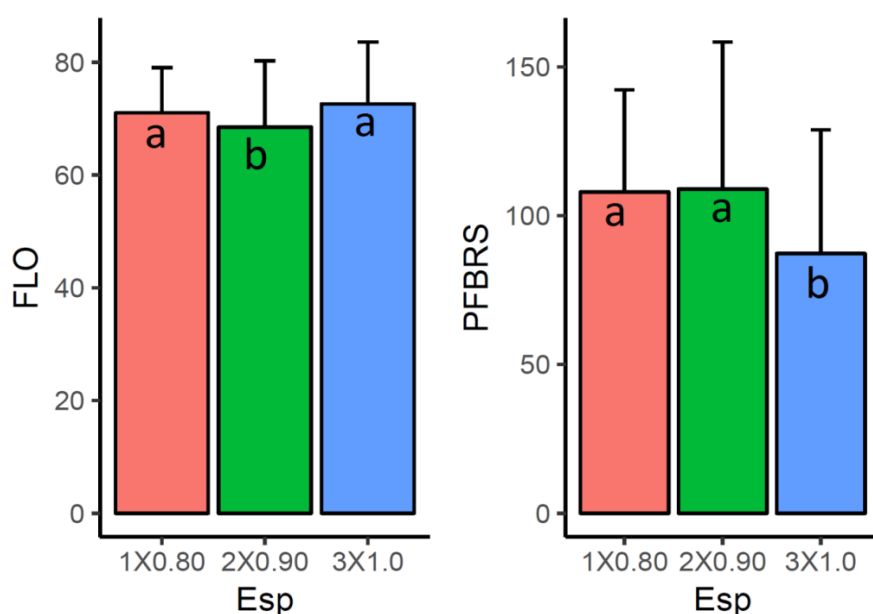


Figura 11. Agrupamento de médias para caracteres FLO: florescimento em dias (A) e PFBRs: peso de frutos dos racemos de segunda ordem (B), em diferentes espaçamentos, nas condições climáticas de Cruz das Almas – BA. Médias seguidas pela mesma letra, não difere entre si pelo teste de agrupamento de Scott & Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Os longos dias para o florescimento encontrado neste estudo é devido à época de cultivo que na região é realizado no inverno, período de dias curto e

noites longas, além de alta nebulosidade, prolongando o ciclo da cultura, segundo Beltrão e Silva (1999), o desenvolvimento da mamoneira é favorecido em áreas com intensa insolação, com aproximadamente 12 horas luz dia⁻¹. Na Índia, Priya et al. (2018) encontraram valores de 37 a 59,67 dias para o florescimento, quando estudaram a variabilidade genética entre linhagens de mamoneira, devido a maior intensidade de luminosidade presente.

Quando avaliado o peso de frutos em bagas dos racemos de segunda ordem (PFBRs), em diferentes espaçamentos, observa que os melhores resultados foram obtidos no espaçamento de 2,0 m x 0,90 m, com população de 5.555 plantas ha⁻¹, e no espaçamento 1,0 m x 0,80 m com 12.500 plantas ha⁻¹, com médias de 108,92 g e 107,98 g de frutos, respectivamente, o menor peso de frutos foram encontrado no espaçamento 3,0 m x 1,0 m, com 3.333 plantas ha⁻¹, que obteve média de 87,26 g de frutos (Figura 11 B).

Sendo assim, os resultados apresentados demonstram vantagens quando as linhagens e cultivares estudadas são submetidas ao espaçamento 1,0 m X 0,80 m, com população de 12.500 plantas ha⁻¹, devido o melhor resultado apresentado para os caracteres de rendimento, em relação aos espaçamentos 2,0 m x 0,90 m e 3,0 m x 1,0 m, sendo a linhagem UFRB 248 a que agregou maior expressão dos caracteres produtivos como: CTRP, CRP, DC, NFRP, PFRP, PFBRs, PFRE, PSR, PSRS, PSRE, RENDB e PROD. Assim como, o preparo de solo reduzido, com subsolagem na linha de plantio e plantio direto tem merecido destaque, onde os genótipos avaliados apresentaram melhores desempenhos para os caracteres produtivos.

CONCLUSÕES

1. A produtividade no espaçamento 1,0 m X 0,80 m, com população de 12.500 plantas ha⁻¹, proporcionou o melhor resultado para os caracteres de rendimento, em relação aos espaçamentos 2,0 m x 0,90 m e 3,0 m x 1,0 m;
2. A linhagem UFRB 248 apresentou desempenho superior para os caracteres de produção em relação aos demais genótipos avaliados;
3. O preparo de solo reduzido, com subsolagem na linha de plantio e plantio direto proporcionou melhor desempenho dos genótipos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDROV O.S, KARLOV G.I. Análise citogenética molecular e organização genômica de grandes repetições de DNA em mamoneira (*Ricinus communis* L.) Mol. **Genet Genômica**. v. 291 : p. 775-787, 2016.

ALEXOPOULOUA, E.; PAPTATHOCHARIB, Y.; ZANETTIC, F.; TSIOTASA, K.; PAPAMICHAELA, I.; CHRISTOVA, M.; NAMATOVA, A. M. Comparative studies on several castor (*Ricinus communis* L.) hybrids: Growth, yields, seed oil and biomass characterization. **Industrial Crops and Products**, v. 75, p. 8-13, 2015.

ALVES, G. S.; TARTAGLIA, F. L.; BELTRÃO, N. E. M.; SAMPAIO, L. R.; FREIRA, A. O. Densidade populacional e seu efeito na produtividade da mamoneira BRS Energia sob cultivo irrigado. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 46, n. 3, p. 546-554, 2015a.

ALVES, G. da S.; TARTAGLIA, F. de L.; FERREIRA, M. M.; BEUTLER, A. N.; dos SANTOS, E. C. Análise de crescimento da mamoneira brs energia em função da densidade populacional. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 28, n. 1, p. 167-175, 2015b.

ANJANI, K. Castor genetic resources: A primary gene pool for exploitation. **Ind. Crops Prod.** 35:1–2012.

BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P de.; LIMA, R. de L. S. de; QUEIROZ, W. N. de; QUEIROZ, W. C. de. Ecofisiologia. In; AZEVEDO, D. M. P de; BELTRÃO, N. E. de M.; . **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande, PB. 2. Ed. – Brasília, DF: Embrapa Algodão. P.43-72, 2007.

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.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento da safra Brasileira de grãos. v. 6 – safra 2018/2019 – N. 5 – quinto levantamento, fevereiro 2019. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 22 março de 2019.

FIOREZ, S. L. et al., Características agronômicas da mamoneira afetadas pelo método de condução de plantas e densidade de semeadura. **Revista Ciências Agronômica, Fortaleza**, v. 47, n. 1, p. 89-92, 2016.

FOSTER, J.T., ALLAN, G.J., CHAN, A.P., RABINOWICZ, P.D., RAVEL, J., JACKSON, P.J., KEIM, P. Single nucleotide polymorphisms for assessing genetic diversity in castor bean (*Ricinus communis* L.). **BMC Plant Biol.** v. 10, p. 13–22, 2010.

JACOMINE, P. K. T. Distribuição geográfica, características e classificação dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. In: **Reunião Técnica Sobre Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros**, 1., 1996. Cruz das Almas, BA. Anais... Aracaju - Se: Embrapa – CPATC/Embrapa/CNPMF/EAUFBA/IGUFBA, 1996. 80p.

MARIYAPPILLAI, A.; ANBARASU, M.; VENKATARAMAN, N. S.; RAMUTHA, R.; KATHIRVELAN, P. The effect of crop geometry on physiological characters to influence of seed and oil yield of hybrid castor. **International Journal of Chemical Studies.** v. 6, n. 3, p. 864-866, 2018.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO- MAPA, Instruções para execução dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de mamona (*Ricinus communis* L.). Publicado no DOU n. 147, de 01/08/2008. s. 1, p. 14-15. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/mamona-formulario-01-08-2008-p>

MIRANDA, W. L. CARVALHO, L. G. de. ; ASSIS, G. A. de.; CASTRO NETO, P.; REZENDE, F. C.; DIOTTO, A. v. Produtividade e crescimento de mamoneira em plantio adensado sob diferentes níveis de irrigação. **Sustentare**, v. 1, n. 1, p. 18-28, 2017.

MONTEIRO, J. E. B. A. Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola. - Brasília, DF: 530 p.: il **Instituto Nacional de Meteorologia - INMET**, 2009.

MOSHKIN, V. A. **Castor**, Amerind Publishing, New Delhi, India, 1986.

OLIVEIRA, A. B.; BRITO NETO, J. F. de; CARDOSO, G. D. VALE, L. S. do. Growth and yield of castor bean (*Ricinus communis* L.) CV. 'BRS Energia' under different spacings. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, México, v. 20, n. 2, p. 289-295, 2017.

PINOTTI, R. N.; AMARAL, J. G. C. do; Informações Econômicas da Mamona como Biocombustível. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 10, n. 1, 2013.

PRIYA, P. B.; KUMAR, M. V. N., SHANKAR, V. G., SESHU, G.; ANURADHA, G.; RAMANA, M. V. Studies on Magnitude of Genetic Variability and Estimates of Combining Ability for Yield and its Contributing Traits among Improved Lines of Castor (*Ricinus communis* L.). **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, Índia, v. 7, n. 1, 2018.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/> 2017.

RODRIGUES, M. G. F.; NACIF, P. G. S.; COSTA, O. V.; OLSZEWSKI, N. Solos e suas relações com as paisagens naturais no município de Cruz das Almas – BA. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 9, n. 2, 2009.

RUKHSAR, S.; PATEL, M. P.; PARMARC, D. J.; KALOLAC, A. D.; KUMAR, S. Morphological and molecular diversity patterns in castor germplasm accessions. **Industrial Crops and Products**, v. 97, p. 316-323, 2017.

RUKHSAR, S.; PATEL, M. P.; D.J. PARMAR, C. D. J.; KUMAR, S. Genetic variability, character association and genetic divergence studies in castor (*Ricinus communis* L.) **Annals of Agrarian Science**, v. 16, p. 143-148, 2018.

SEVERINO, L. S.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S. CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. M. Crescimento e produtividade da mamoneira influenciada por plantio em diferentes espaçamentos entre linhas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.37, n.1, p.50-54, 2006.

SEVERINO, L. S., AULD, D. L., BALDANZI, M., CANDIDO, M. J. D., CHEN, G., CROSBY, W., TAN, D., HE, X. H., LAKSHMAMMA, P., LAVANYA, C., MACHADO, O. L. T., MIELKE, T., MILANI, M., MILLER, T.D., MORRIS, J. B., MORSE, S.A., NAVAS, A. A., SOARES, D. J., SOFIATTI, V., WANG, M. L., ZANOTTO, M. D., ZIELER, H. A review on the challenges for increased production of castor. **Agronomy Journal**. v. 104, p. 853–880, 2012.

SHIFRISS, O. Conventional and unconventional systems controlling sex variations in *Ricinus*. Rehovot, Israel: **The Weizmann Institute of Science**, 1960. p. 361-388.

SILVA, D. F.; TRINDADE, R. C. P.; OLIVEIRA, M. W.; FERRO, J. H. A.; SILVA, A. C. Crescimento vegetativo e produtividade de mamoneira em função da variedade e da adubação fosfatada. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 160-167, 2012.

SILVA, A. R.; SILVA, S. A.; ALMEIDA, V. O.; ARAUJO, G. M.; LEDO, C. A. 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, 2017.

SOUZA-SCHLICK, G. D.; SORATO, R. P.; ZANOTTO, M. D. Optimizing row spacing and plant population arrangement for a new short-height castor genotype in fall-winter. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 36, n. 4, p. 475-481, 2014.

SOUZA, G. D.; SORATTO, R. P.; BOTTINI, D.; MAZETTI, A. F. Crescimento e produtividade da mamona de porte baixo em diferentes espaçamentos e populações de plantas. **Interciencia**, Caracas, v. 37, n. 1, p. 49-54, 2012.

SORATO, R. P.; SOUZA-SCHLICK, G. D.; SAN GIACOMO, B. M.; ZANOTO, M. D.; FERNANDES, A. M. Espaçamento e população de plantas de mamoneira de porte baixo para colheita mecanizada. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 46, n. 3, p. 245-253, 2011.

SORATO R. P.; SOUZA-SCHLICK, G. D.; FERNANDES, A. M.; ZANOTTO, M. D.; CRUSCIOL, C. A. C. Narrow row spacing and high plant population to short height castor genotypes in two cropping seasons. **Industrial Crops and Products**, v. 35, n. 1, p. 244 - 249, 2012.

CAPÍTULO 2

VARIABILIDADE ESPACIAL DE RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM LATOSSOLO COESO SOB CULTIVO DE *Ricinus communis* L.

¹Artigo a ser ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Revista Brasileira de Ciências do Solo.

VARIABILIDADE ESPACIAL DE RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM LATOSSOLO COESO SOB CULTIVO DE *Ricinus communis* L.

Resumo: Compreender como a mecanização e a população de plantas influenciam os fatores físicos de solo torna imperativo para delinear sistemas de cultivo mais eficientes e sustentáveis. Desta forma, objetivou-se avaliar a variabilidade espacial da resistência a penetração do solo cultivado com *Ricinus communis* L. sob diferentes preparos (plantio reduzido, convencional e plantio direto) e espaçamentos (3,0 m x 1,0 m; 2,0 m x 0,90 m e 1,0 m x 0,80 m). Por meio de amostras indeformadas de solo determinou-se a macroporosidade, microporosidade, porosidade total, densidade do solo e umidade gravimétrica. A variabilidade espacial foi empregada para avaliar a resistência do solo à penetração (RSP) no perfil do solo. O sistema de plantio reduzido rompeu a camada coesa do solo e o menor espaçamento reduziu a resistência do solo à penetração, aumentou a porosidade e diminuiu a densidade, resultando em melhores condições físicas de solo para o desenvolvimento do sistema radicular da mamoneira, conseqüentemente uma maior formação da parte aérea, resultando em maior produtividade. O sistema de preparo convencional aumentou a RSP pelo tráfego do rodado no sulco da aração na camada variando de 0,25-0,30 m, compactando o solo em profundidade. Entretanto o preparo reduzido mobiliza o solo em camadas mais profundas, melhorando as qualidades físicas do solo até o limite de atuação do subsolador. A geoestatística permite determinar que o sistema de plantio direto apresenta maiores valores absolutos de resistência do solo à penetração em solos coesos.

Palavras-chave: Manejo de solo, tabuleiro costeiros, compactação de solo, geoestatística.

SPATIAL VARIABILITY OF SOIL RESISTANCE TO PENETRATION IN COHESIVE LATOSOL UNDER CROP OF *Ricinus communis* L.

Abstract: Understanding how mechanization and plant population influence soil physical factors makes it imperative to design more efficient and sustainable cultivation systems. Thus, the objective was to evaluate the spatial variability of soil resistance to penetration of soil cultivated with *Ricinus communis* L. under different tillage (reduced, conventional and no-till) and spacing (3.0 mx 1.0 m; 2.0 mx 0.90 m and 1.0 mx 0.80 m). Undeformed soil samples were used to determine macroporosity, microporosity, total porosity, soil density and gravimetric humidity. Spatial variability was employed to evaluate soil penetration resistance (RSP) in the soil profile. The reduced tillage system broke the cohesive soil layer and the smaller spacing reduced soil resistance to penetration, increased porosity and decreased density, resulting in better soil physical conditions for castor bean root system development, consequently greater shoot formation, resulting in higher productivity. The conventional tillage system increased the RSP by the wheel traffic in the plowing furrow in the layer ranging from 0.25-0.30 m, compacting the soil in depth. However, the reduced tillage mobilizes the soil in deeper layers, improving the physical qualities of the soil to the limit of the subsoiler. The geostatistics allowed to determine that the no-till system has higher absolute values of soil resistance to penetration in cohesive soils.

Keywords: Soil management, coastal board, compaction, geostatistics.

INTRODUÇÃO

A grande demanda por produtos oleaginosos tem possibilitado um crescimento das áreas plantadas com culturas oleaginosas. A mamoneira (*Ricinus communis* L.), planta arbustiva, disseminada por diversas regiões do Brasil, apresenta condições para suprir essa demanda. Do ponto de vista industrial, o interesse pelo cultivo dessa oleaginosa se deve às diversas possibilidades de uso do óleo como fonte fundamental de ácidos graxos hidroxilados (900 g Kg^{-1}) (SEVERINO et al., 2012).

Em 2018, a produção da Bahia foi de 630 kg de sementes por hectare (CONAB, 2019), produtividade esta que pode ser dobrada por meio de técnicas de manejo adequadas. Segundo a Secretaria de Agricultura do Estado da Bahia (SEAGRI, 2013), este fato evidencia a necessidade na melhoria dos métodos de condução das lavouras.

Neste sentido, o manejo do solo, embora simples, determina as aplicações dos resultados obtidos em regiões de altas produtividades e, ou de baixo rendimento, circunstância que pode ser correlacionada com a variabilidade espacial dos atributos do solo (MOLIN, 2002). A resistência do solo à penetração auxilia na caracterização da variabilidade espacial aplicada à Ciência do Solo e no conhecimento da área com precisão para sua otimização (VIEIRA et al., 2010; SAMPIETRO & LOPES, 2016). Estes parâmetros, por sua vez, são influenciados pelos sistemas de preparo de solo, convencional, plantio reduzido e plantio direto.

A estrutura do solo está relacionada com vários parâmetros que determinam a qualidade do solo, sendo elas a densidade, macroporosidade, microporosidade e a resistência à penetração, estes parâmetros podem ser utilizados para quantificar a compactação do solo (SILVA et al., 2011).

Além disto, o espaçamento causa grande influência às características físicas, hídricas e ambientais do solo, capaz de aumentar o crescimento e a produtividade das culturas e melhorar qualidade, visando identificar o melhor sistema de manejo para a cultura da mamoneira (SILVA et al., 2011). Uma das ferramentas para auxiliar o produtor quanto às características do ambiente agrícola é a geoestatística, que segundo VIEIRA (2000), constitui na maneira mais correta que se tem conhecimento para analisar a variabilidade espacial da área de produção. Sem esse conhecimento existe o risco de aplicações

inadequadas de manejo, refletindo nos resultados de produção. A caracterização e a modelagem espacial e temporal da área são informações geradas pela geoestatística, por meio de confecções de mapas precisos para bases de tomadas de decisões (McBRATNEY et al., 2005).

Desta forma, estudos de variabilidade espacial da resistência do solo à penetração em plantios de mamoneira visam alcançar as melhores produtividades com base no manejo do solo e quantidade de plantas por área. Uma vez que a resistência do solo impede o desenvolvimento radicular da mamoneira, comprometendo sua produtividade e o conhecimento da resistência do solo à penetração favorecerá uma decisão de utilização de manejo adequado ao solo que favoreça o rompimento da camada compactada.

Neste contexto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a variabilidade espacial da resistência do solo à penetração em Latossolo Coeso sob cultivo de *Ricinus communis* L. em solos com diferentes preparos e espaçamentos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológica (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), em Cruz das Almas, Bahia, no ano agrícola de 2017/2018. O município está situado na região fisiográfica do Recôncavo Baiano, apresentando as coordenadas geográficas de 12°40'19" latitude Sul, 39°06'23" de longitude Oeste de Greenwich e altitude de 220 m.

O clima do município de acordo com a classificação de Thornthwaite, é subúmido, com pluviosidade média anual de 1.170 mm, com variações entre 900 e 1.300 mm, sendo os meses de março a agosto os mais chuvosos e de setembro a fevereiro os mais secos. A temperatura média anual é de 24,1 °C, 82% de umidade relativa do ar e o solo é classificado de acordo com Costa & Santos (2014) como Latossolo Amarelo Distrocoeso. A Tabela 1 apresenta as características físicas e granulométricas do solo na área em estudo.

Tabela 1. Características químicas e granulometria do Latossolo Amarelo distrocoeso típico nas camadas de 0 – 0,20 e 0,20 – 0,40 m.

Camada	pH	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	Ca ²⁺	P	K	Areia	Silte	Argila
....cm....	H ₂ OCmolc.dm ³			mg.dm ³		%.....		
0,0 - 20	4,97	0,19	2,03	1,23	1,16	2,4	22,5	65,84	13,07	21,09
20 - 40	5,05	0,20	2,03	1,16	0,71	2,2	50,0	57,75	14,99	27,26

A área plantada foi de 1,2 ha⁻¹ de mamoneira (*R. communis* L.). A semeadura foi realizada manualmente durante a estação chuvosa, no período de 2 a 4 de maio de 2017 e 1, 5, 7 e 8 de maio de 2018, semeando três sementes por covas. Após 15 dias de germinadas, realizou-se o desbaste, deixando uma planta por cova. Cada unidade experimental foi composta por oitenta indivíduos, sendo quatro linhas com vinte plantas cada.

Espaçamentos

O experimento foi conduzido sob diferentes espaçamentos: 3,0 m x 1,0 m; 2,0 m x 0,90 m e 1,0 m x 0,80 m (linha x entre linhas), com 3.333; 5.555 e 12.500 plantas ha⁻¹, respectivamente.

Preparo do Solo

Os preparos de solo utilizados foram: “PC” - preparo convencional (uma aração e duas gradagens em sentidos contrários com profundidade de corte de 30 cm); “PR” - preparo reduzido (subsolagem a 0,55 m de profundidade e apenas na linha de plantio); e “PD” - plantio direto (plantio sobre a palhada após dessecação da pastagem).

Análises

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, e os tratamentos arranjados em parcelas subdivididas, com os fatores espaçamento (parcela principal), preparo de solo (parcela secundário) e os genótipos (subsubparcelas).

As variáveis avaliadas foram: o efeito da densidade (DS), macroporosidade (MAP), microporosidade (MIP) e volume total de poros (VTP) em Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico nas camadas de 0,0 a 0,20; 0,20 a 0,40 e 0,40 a 0,60 m, em diferentes preparos de solo e espaçamentos.

As análises físicas do solo foram realizadas a partir de amostras indeformadas coletadas em abril de 2017 e analisadas no laboratório de Física do solo da UFRB. As amostras foram coletadas nas entrelinhas do plantio com anéis volumétricos possuindo 0,05 x 0,05 m nas entrelinhas do perfil do solo em três profundidades: 0,0 - 0,2; 0,2 - 0,4 e 0,4 - 0,6 m. As variáveis analisadas através das amostras indeformadas foram: densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade total.

As amostras de solo para determinar o teor de água foram coletadas com auxílio de um trado, tipo holandês, nas profundidades de 0,0-0,20; 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m. A umidade do solo foi obtida pelo método gravimétrico, em amostras deformadas, após um período de 24 horas em estufa a 105 °C (DONAGEMA, 2011).

Para a determinação da resistência do solo à penetração (RSP), utilizou-se um penetrômetro digital FALKER, modelo SOLOSTAR, equipado com uma ponta em forma de cone e ângulo de vértice de 30 graus, configurado para registrar leituras a cada 0,01m de profundidade, e velocidade de penetração constante com a unidade KPa. Para cada parcela foram realizadas sete medições, distanciadas a cada 0,25 m, e profundidade de 0,60 m em uma distância de 1,5 m (Figura 1).

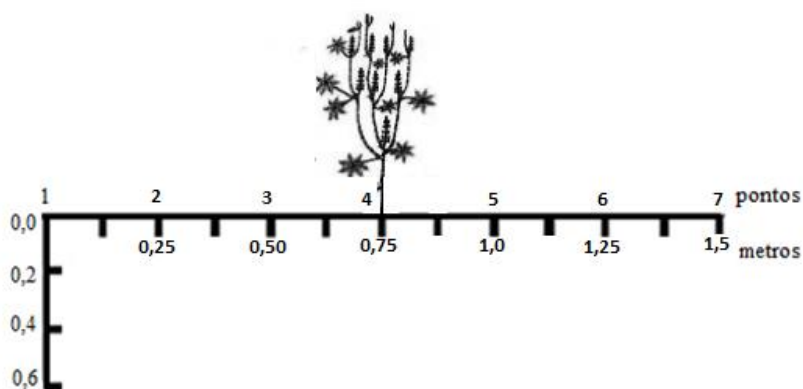


Figura 1. Padrão de obtenção dos dados de resistência do solo à penetração na linha de plantio da mamoneira.

A partir da largura de 1,5 m e profundidade de 0,6 m foram confeccionados os mapas temáticos da variabilidade espacial da RSP por meio de técnicas de geoestatística. Os parâmetros de dependência espacial foram usados para ajustar o modelo ao semivariograma para cada distância (VIEIRA, 2010; GREGO &

VIEIRA, 2005), estabelecendo uma relação entre o patamar e o efeito pepita, em que indica o Grau de Dependência (GD) espacial (fraco <25%, moderado >27% até 75%, forte >75%), que segundo Cambardella et al. (1994) pode ser calculado pela Equação1:

$$GD(\%) = C1 * 100 / (C0 + C1) \quad \text{Eq.(1)}$$

As análises das distribuições espaciais e semivariogramas foram realizadas com auxílio do software GS+ (Robertson, 1998), selecionando os semivariogramas com base no maior índice de dependência espacial e no melhor coeficiente de determinação (R^2). Para representar individualmente os espaçamentos e preparos de solo, um valor médio foi utilizado na construção dos mapas.

Foi aplicada a análise de variância em nível de 5% e 1% probabilidade pelo teste F. As médias dos tratamentos em relação às variáveis de macroporosidade, microporosidade, porosidade total, densidade do solo, umidade gravimétrica foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade com auxílio do software R versão 3.3.4 (R. Development Core Team, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise de variância para os atributos físicos do solo evidenciaram que a porosidade do solo, macroporosidade e microporosidade foram influenciados pelos diferentes preparos de solo (Prep) Tabela 2. Já os diferentes espaçamentos (Esp) revelaram efeito ($p < 0,05$) para a densidade e a macroporosidade; enquanto que a profundidade (Prof) demonstrou efeito para a macroporosidade e o volume total de poro para os fatores isolados (Tabela 2). A interação Esp x Prof apresentou efeito significativo para macroporosidade.

Tabela 2. Análise de variância para o efeito da densidade (DS), macroporosidade (MAP), microporosidade (MIP) e volume total de poros (VTP) em Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico nas camadas de 0,0 a 0,20; 0,20 a 0,40 e 0,40 a 0,60 m, em diferentes preparos de solo e espaçamentos, sob cultivo de *Ricinus communis* L.

FV	GL	Quadrado Médio			
		DS	MAP	MIP	VTP
Prep	2	0,007	102,249**	79,106**	1,672
Esp	2	0,024*	28,323*	3,355	13,371
Prof	2	0,018	35,116*	0,163	30,233*
Prep x Esp	4	0,005	2,829	2,304	4,115
Prep x Prof	4	0,003	1,815	4,048	3,184
Esp x Prof	4	0,005	26,053*	6,047	12,356
Erro	8	0,005	6,641	3,871	4,090
CV (%)		4,07	33,84	8,93	6,82
Média geral		1,77	7,61	22,02	29,65

* significativo em nível de 5% probabilidade pelo teste F; ** significativo em nível de 1% probabilidade pelo teste F; FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; CV: coeficiente de variação; Prep: preparo de solo; Esp: espaçamentos; Prof: profundidade; Prep. x Esp: interação preparo *versus* espaçamento; Prep x Prof: interação preparo *versus* profundidade; Esp x Prof: interação espaçamento *versus* profundidade.

O espaçamento 3,0 m x 1,0 m, obteve os maiores valores de densidade (Tabela 3), com médias de 1,83 Mg m⁻³, já no espaçamento 2,0 x 0,90 m e 1,0 x 0,8 m registraram os menores valores de densidade do solo (1,72 Mg m⁻³) e (1,77 Mg m⁻³), respectivamente, devido a movimentação de pessoas durante a realização das diversas atividades realizadas durante o experimento, como adubações, capinas, pulverizações e avaliações dentro no espaçamento 1,0 x 0,8 m promoveu similaridade da densidade com o espaçamento 3,0 x 1,0m.

Tabela 3. Efeito da densidade do solo e macroporosidade em função dos diferentes espaçamentos sob cultivo de *Ricinus communis* L.

Espaçamentos (m)	Macroporosidade (Mg m ⁻³)	Densidade do solo (Mg m ⁻³)
1,0 x 0,80	7,99ab	1,77 ab
2,0 x 0,90	9,17a	1,72 b
3,0 x 1,0	5,68b	1,83 a

Observa-se que, os parâmetros do semivariograma evidenciaram forte dependência espacial, confirmando alta variabilidade da RSP na linha e entre linha da cultura da mamoneira (Tabela 4). Os valores de índice de dependência espacial (IDE) foram maiores que os encontrados por Cancian (2015), onde avaliou um Latossolo Vermelho distrófico típico e Rosa Filho et al. (2011) em Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso, verificaram índice de Dependência Espacial moderado. Os maiores valores de IDE neste estudo foram devido a maior variação da RSP no perfil do solo influenciada pela camada coesa do solo.

Tabela 4. Parâmetros dos modelos teóricos de semivariância ajustados para resistência do solo à penetração em LATOSSOLO AMARELO distrocoesoso típico sob cultivo de *Ricinus communis* em diferentes espaçamentos.

Espaçamento (m)	Modelo	IDE (%)	R ²	CO	CO+C	AO
1,0 x 0,80	Exponencial	93,73	0,43	0,07	1,13	2,58
2,0 x 0,90	Exponencial	92,00	0,38	0,12	1,55	2,41
3,0 x 1,0	Exponencial	92,80	0,38	0,16	2,15	2,50

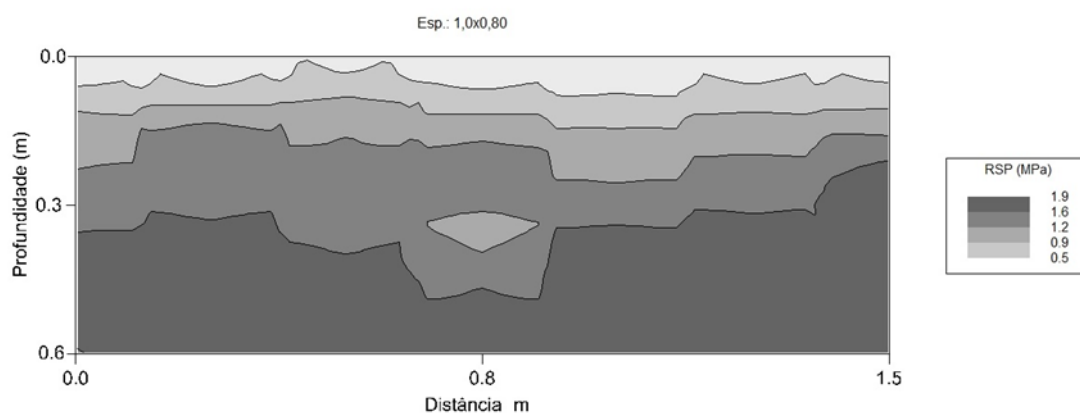
(IDE) = Índice de dependência espacial; (R²) Coeficiente de determinação; (CO) Efeito pepita; (CO+C) Patamar; (AO) Alcance em metros.

Os coeficientes de determinação variaram de 0,38 a 0,43, classificando como moderados, valores semelhantes aos encontrados por Guimarães (2013), avaliando um Latossolo em mata secundária.

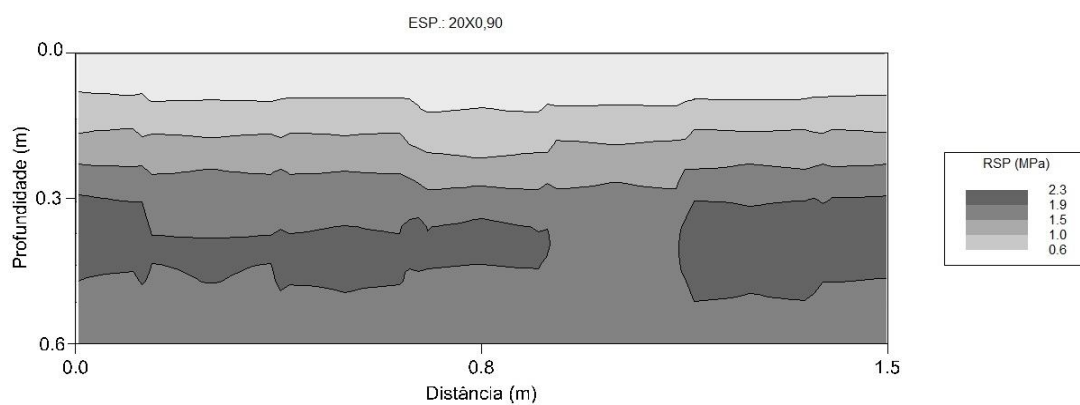
Segundo Carvalho et al. (2013), a expressão da variável em uma área não pode ser usada apenas com os recursos do conhecimento das medidas dos atributos físicos do solo. Para isso, a análise de geoestatística visa verificar a variabilidade espacial de uma variável e, se identificada, mapas temáticos são elaborados para auxiliar no entendimento do seu comportamento no campo.

A partir dos mapas de variabilidade espacial da RSP sob o efeito dos espaçamentos, verifica-se que os menores espaçamentos proporcionaram menores valores (Figura 2). As maiores quantidades de raízes e maior mobilização do solo contribuíram para os menores valores da RSP no perfil do solo para o espaçamento 1,0 x 0,8m, já o espaçamento 3,0 x 1,0 m observou maiores valores de RSP. Para todos os espaçamentos as camadas superficiais do solo apresentam menores valores de RSP em virtude do maior nível de matéria orgânica.

1) Espaçamento 1,0 x 0,80 m



2) Espaçamento 2,0 x 0,90 m



3) Espaçamento 3,0 x 1,0 m

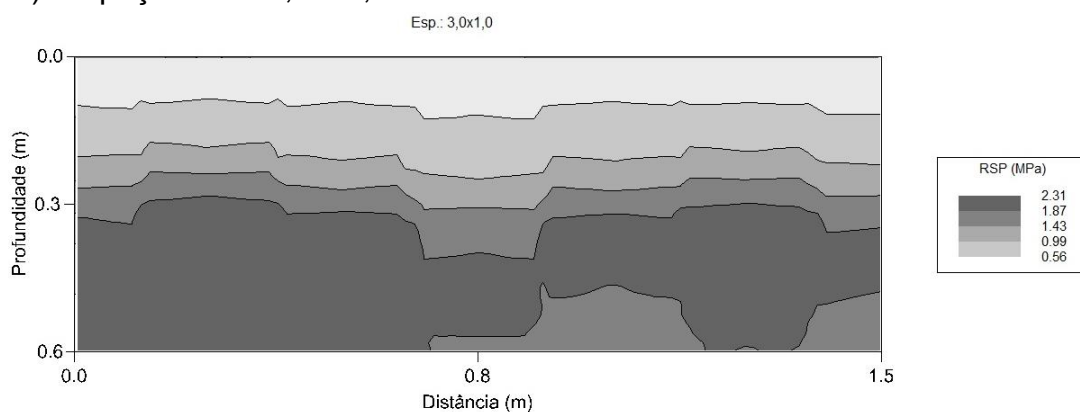


Figura 2. Mapas de variabilidade espacial de resistência do solo à penetração RSP (Mpa) em diferentes espaçamentos e camadas de solo em um Latossolo Amarelo Distrocoeso sob cultivo de *Ricinus communis* L.

O sistema de preparo convencional obteve maior média de macroporosidade $11,350 \text{ Mg m}^{-3}$ em relação aos sistemas de preparo de solo reduzido e de plantio direto, que não diferenciaram entre si (Tabela 5). O aumento da macroporosidade foi proporcionado pelas operações de corte e a inversão da leiva, seguido de duas gradagens em sentidos contrários para nivelamento do solo. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2005), avaliando o efeito a longo prazo dos sistemas de preparo convencional, preparo reduzido e semeadura direta sobre os atributos físicos em Argissolo Vermelho.

Tabela 5. Média do efeito da macroporosidade do solo nos preparos convencional, reduzido e plantio direto sob cultivo de *Ricinus communis* L..

	Preparos de solo	Médias (Mg m^{-3})
3	Convencional	11,350 a
1	Reduzido	6,701 b
2	Direto	4,797 b

A microporosidade foi maior no sistema de plantio direto com média de $24,581 \text{ Mg m}^{-3}$, inversamente proporcional ao plantio convencional que apresentou a menor média $18,773 \text{ Mg m}^{-3}$ de microporos e a maior de macroporosidade Tabela 6. Essa relação inversa corresponde aos dados avaliados nesse estudo, sendo comprovada pelos mapas de resistência do solo à penetração elaborado a partir dos semivariogramas.

Tabela 6. Média do efeito da microporosidade nos diferentes preparos de solo sob cultivo de *Ricinus communis*.

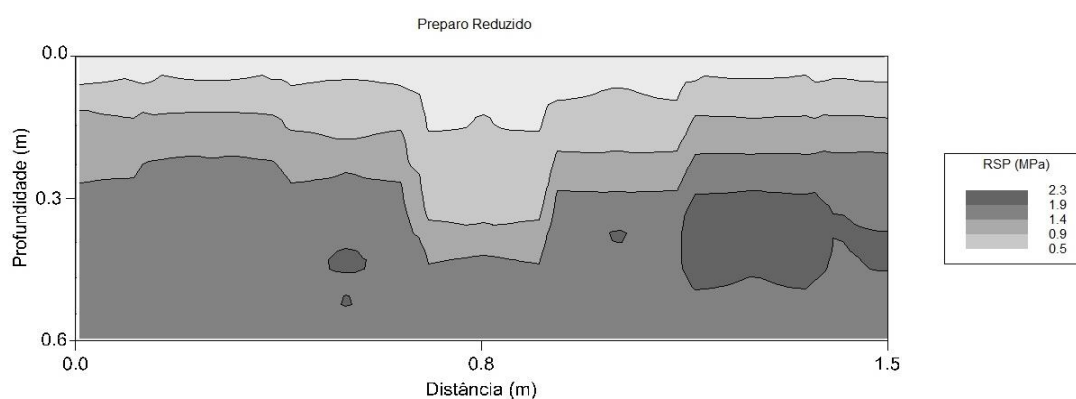
	Preparos de solo	Médias (Mg m^{-3})
2	Direto	24,581 a
1	Reduzido	22,712 a
3	Convencional	18,773 b

Tabela 7. Parâmetros dos modelos teóricos de semivariância ajustados para resistência do solo à penetração em LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico sob cultivo de *Ricinus communis* em diferentes preparos de solo.

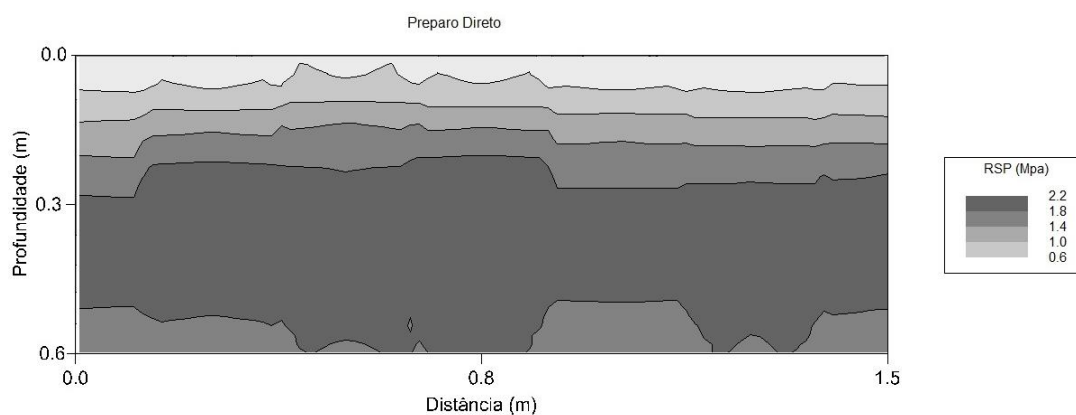
Variável	Modelo	IDE%	R ²	CO	CO+C	AO
Reduzido	Esférico	99,8	0,48	0,001	0,65	0,65
Plantio Direto	Exponencial	90,05	0,39	0,13	1,37	2,41
Plantio Convencional	Exponencial	93,6	0,38	0,14	2,21	2,55

(IDE) = Índice de dependência espacial; (R²) = Coeficiente de determinação; (CO) Efeito pepita; (CO+C) Patamar; (AO) Alcance em metros.

1) Preparo de solo reduzido



2) Plantio direto



3) Preparo de solo convencional

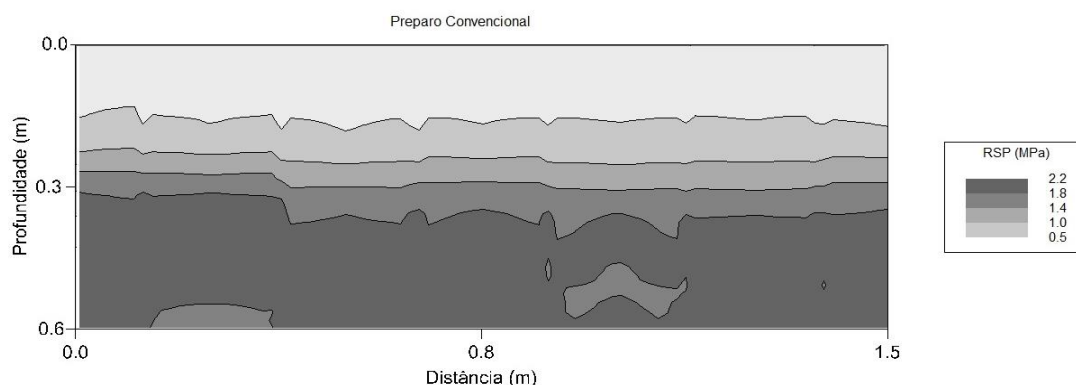


Figura 3. Mapas de variabilidade espacial da resistência do solo à penetração RSP (Mpa) em diferentes sistemas de preparo de solo em um Latossolo Amarelo Distrocoeso sob cultivo de *Ricinus communis*.

Quanto à profundidade os maiores valores de macroporosidade foram observados na camada de 0,0 – 0,20 m, com média de $9,78 \text{ Mg m}^{-3}$, proporcionado pelo preparo de solo, principalmente no sistema convencional, onde o solo foi revolvido por meio de arado e grade niveladora (Tabela 8). Entretanto, os menores valores de macroporos na camada de 0,20 – 0,40 m, expressa a camada mais compactada do estudo. Esta observação está associada ao tráfego de um lado do trator deslocar no sulco do arado, atuando em profundidade, além da ação dos próprios discos dos arados e grades, provocando o chamado “pé-de-arado” ou “pé-de-grade” (VEIGA et al., 2009).

Tabela 8. Média do efeito da macroporosidade do solo nas diferentes profundidades para o espaçamento 2,0 x 0,90 m na profundidade de 0,0 a 0,20 m, devido às operações de manejo realizadas, principalmente no preparo convencional, onde houve revolvimento do solo.

	Profundidades (m)	Médias (Mg m^{-3})
2	0,20 – 0,40	5.918 b
3	0,40 – 0,60	7.145 ab
1	0,0 – 0,20	9.784 a

Em relação a macroporosidade nas diferentes profundidades (Tabela 9) o maior volume de poros observados foi nas profundidade de 0,20 a 0,40 m e de 0,40 a 0,60 m, no espaçamento 1,0 x 0,80 m, provavelmente se deve a ação da

subsolagem, que gera variações de carga durante a operação, com isso, há uma vibração no sentido longitudinal, que melhora sensivelmente o efeito da desagregação.

Tabela 9. Médias de macroporosidade para a interação dos fatores espaçamentos *versus* profundidade.

Espaçamentos (m)	Profundidade (m)		
	0,0 – 0,20	0,20 – 0,40	0,40 – 0,60
3,0 x 1,0	10,603 aA	7,383 aB	4,490 bB
2,0 x 0,90	7,226 aA	5,867 aB	4,663 aB
1,0 x 0,80	6,157 aA	14,260 aA	7,897 aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não difere entre si, pelo teste Tukey (P >0,05).

Os maiores valores do volume total de poros para as camadas avaliadas foram encontrados na camada de 0,0 a 0,20 m (Tabela 10) o que pode ser explicado pelo preparo de solo realizado, principalmente o convencional, já a camada de 0,20 a 0,40 m apresentou os menores valores do volume total, isso se deve ao adensamento natural do Latossolo coeso característico da região. Assim, quanto maior a densidade do solo, menor será a porosidade, aumentando as restrições ao crescimento radicular das plantas (ROCHA et al., 2015).

Tabela 10. Médias do volume total de poros em função da profundidade do solo sob cultivo de *Ricinus communis* L.

Profundidade (m)	Médias (Mg m ⁻³)
2	0,20 – 0,40 28.090 b
3	0,40 – 0,60 29.197 ab
1	0,0 – 0,20 31.670 a

Desta forma, é possível observar pelos resultados apresentados que o sistema de plantio reduzido permitiu um maior rompimento da camada coesa do solo quanto submetido aos diferentes espaçamentos, comparado com os demais sistemas. Assim como, o menor espaçamento (1,0 m x 0,80 m) reduz a resistência do solo à penetração (RSP), com conseqüente aumento da porosidade e diminuição da densidade, o que resulta em melhores condições físicas de solo para o desenvolvimento do sistema radicular da mamoneira. Em

detrimento ao sistema de preparo convencional que aumentou a RSP pelo tráfego do rodado no sulco da aração na camada variando de 0,25 - 0,30 m, compactando o solo em profundidade. Entretanto o preparo reduzido mobiliza o solo em camadas mais profundas, melhorando as qualidades físicas do solo até o limite de atuação do subsolador.

CONCLUSÕES

O sistema de plantio reduzido rompe a camada coesa do solo e o menor espaçamento reduz a resistência do solo à penetração (RSP), aumenta a porosidade e diminui a densidade, o que resulta em melhores condições físicas de solo para o desenvolvimento do sistema radicular da mamoneira.

A geoestatística permite determinar que o sistema de plantio direto apresenta maiores valores absolutos de resistência do solo à penetração em solos coesos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.58, n.5, p.1501-1511, 1994

CANCIAN, L. C. Variabilidade espacial da resistência a penetração, granulometria e umidade do solo. 2015. 60 f. Dissertação (Mestrado) **Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Agricultura e Ambiente**, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), 2015.

CARVALHO, L. C. C.; SILVA, F. M. da.; FERRAZ, G. A. S.; SILVA, F. C. da.; STRACIERI, J. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo e 265 características agronômicas da cultura do café. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 3, p. 265-275, 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento da safra Brasileira de grãos. v. 6 – safra 2018/2019 – N. 5 – quinto levantamento,

fevereiro 2019. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 22 março de 2019.

COSTA, O.D.V.; SANTOS, R.P. **Descrição morfológica Latrossolo Amarelo distrocoeso típico**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, 2014.

CRUZ, A.C.R.; PAULETTO, E.A.; FLORES, C.A. & SILVA, J.B. Atributos físicos e carbono orgânico de um Argissolo Vermelho sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira Ciências Solo**, v.27 n.6 p.1105-1112, 2003.

DONAGEMA, G. K.; Manual de métodos de análise de solos / organizadores, CAMPOS. D. V. B. de.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. **Manual de métodos de análise de solo**. — Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p. - (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627 ; 132)

GREGO, C. R., VIEIRA, S. R. Variabilidade espacial de propriedades físicas do solo em uma parcela experimental. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 29:169-177, 2005.

MCBRATNEY, A. B.; WHELAN, B. M.; ANCEV, T.; BOUMA, J. Future directions of Precision Agriculture. **Precision Agriculture**, v. 6, n. 1, p. 1-17, 2005. <http://dx.doi.org/10.1007/s11119-005-0681-8>

MOLIN, J. P. Definição de unidades de manejo a partir de mapas de produtividade. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 22, n. 1, p. 83-92, 2002.

ROBERTSON, G. P. GS+: **Geoestatistics for the environmental sciencies – GS+ User's Guide**. Plainwell, Gamma Desing Software, 152p, 1998.

ROCHA. S. P DA; PREVEDELLO, J; REINERT, D.J; FLEIG, F.D; VOGELMANN, E. S; SOARES, J. C. W; HEINZ, B. B. Propriedades físicas do solo e crescimento de eucalipto implantado em diferentes métodos de preparo do solo. **Ciências Florestais** v.43, n.108, 2015.

ROSA FILHO, GILBERTO.; CARVALHO, M. P.; MONTANARI, R.; SILVA, J.M DA.; SIQUEIRA, G. M.; ZAMBIANCO, E. C. Variabilidade espacial de

propriedades dendrométricas do eucalipto e de atributos físicos de um Latossolo Vermelho. **Bragantia: Solos e nutrição de plantas**, v.70, n.2, p.439-446, 2011.

SAMPIETRO, J. A; LOPES, E. S; compactação de um cambissolo causada por máquinas de colheita florestal espacializada com geoestatística. **Floresta**, v.46, n.3, p.307-314, 2016.

SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA, IRRIGAÇÃO, PISCICULTURA E AQUICULTURA – SEAGRI. Conjuntura Mensal de Agosto de 2013. **Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/cotação?produto=4928>>**. Acesso em 31 de maio de 2015.

SEVERINO, L. S., AULD, D. L., BALDANZI, M., CANDIDO, M. J. D., CHEN, G., CROSBY, W., TAN, D., HE, X. H., LAKSHMAMMA, P., LAVANYA, C., MACHADO, O. L. T., MIELKE, T., MILANI, M., MILLER, T.D., MORRIS, J. B., MORSE, S.A., NAVAS, A. A., SOARES, D. J., SOFIATTI, V., WANG, M. L., ZANOTTO, M. D., ZIELER, H. A review on the challenges for increased production of castor. **Agronomy Journal**. 104, 853–880, 2012.

SILVA, A.R.; DIAS JÚNIOR, M.S.; LEITE, F.P. Avaliação da intensidade de tráfego e carga de um forwarder sobre a compactação de um Latossolo Vermelho-amarelo. **Revista Árvore**, v.35, n.3, p.547-554, 2011.

SILVA, M. A. S.; MAFRA, A. L.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Atributos físicos do solo relacionados ao armazenamento de água em um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.544-552, 2005.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, G. R. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Vicosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 1, p. 1-54, 2010.

VEIGA, MILTON DA; REICHERT, MIGUEL; REINERT, DALVAN JOSÉ. Compactação: das causas às soluções. **A Granja**. p.4143, 2009.

CAPÍTULO 3

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE *Ricinus communis* L. CULTIVADA EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E SISTEMAS DE PRODUÇÃO.

¹Artigo a ser ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Ciência Rural.

AValiação EconôMica DE *Ricinus communis* L. CULTIVADA EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E SISTEMAS DE PRODUÇÃO.

Resumo: Compreender a dinâmica da viabilidade econômica de produção de determinada cultura, identificando os agentes envolvidos, mostra-se relevante para tomada de decisão do produtor. Desta forma, objetivou-se estimar a rentabilidade econômica da cultura da mamona cultivada em diferentes sistemas de produção (plantio reduzido, convencional e plantio direto) e espaçamentos (3,0 m x 1,0 m; 2,0 m x 0,90 m e 1,0 m x 0,80 m). O custo de produção foi baseado na estrutura do custo operacional total de produção (COT) e do custo total de produção (CTP). Os insumos como fertilizantes (supersimples, ureia, cloreto potássio e calcário), as operações manuais (plantio, desbaste, capina manual, aplicação de fungicida e colheita) representam 67,06% do custo total. O espaçamento 1,0 x 0,80 m para o sistema de preparo em plantio direto apresentou os melhores resultados econômicos, contrapondo o sistema de preparo convencional para o mesmo espaçamento. O menor resultado econômico foi observado no espaçamento 3,0 x 1,0 m, nos três preparos de solo, que mesmo com os custos baixos, apresentaram lucros negativos. Os resultados apontam para a viabilidade econômica da produção da cultura da mamona nos cenários apresentados para os espaçamentos 1,0 x 0,80 m e 2,0 x 0,90 m, com densidade de 12.500 e 5.555 plantas ha⁻¹, destacando-se o controle do custo e a produtividade.

Palavras-chave: Mamona, eficiência econômica, manejo de solo, população de plantas, lucratividade.

ECONOMIC EVALUATION OF *Ricinus communis* L. CULTIVATED IN DIFFERENT SPACING AND PRODUCTION SYSTEMS.

Abstract: Understanding the economic viability dynamics of the production of a given crop, identifying the agents involved, is relevant to the decision making of the producer. Thus, the objective of this work was to estimate the economic profitability of castor bean cultivated in different production systems (reduced tillage, conventional and no-till) and spacing (3.0 mx 1.0 m; 2.0 mx 0.90 m and 1 .0 mx 0.80 m). The cost of production was based on the structure of total operating cost of production (COT) and total cost of production (CTP). Inputs such as fertilizers (Single superphosphate, urea, potassium chloride and limestone), manual operations (planting, thinning, weeding, fungicide application and harvesting) represent 67.06% of the total cost. The 1.0 x 0.80 m spacing for the no-till system presented the best economic results, as opposed to the conventional tillage system for the same spacing. The lowest economic result was observed in the 3.0 x 1.0 m spacing, in the three soil preparation, which even with low costs, presented negative profits. The results point to the economic viability of castor bean crop production in the presented scenarios for the spacings 1.0 x 0.80 m and 2.0 x 0.90 m, with density of 12,500 and 5,555 plants ha⁻¹, with emphasis on cost control and productivity.

Keywords: Castor bean, economic efficiency, soil management, plant population, profitability.

INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma cultura explorada comercialmente pelas características peculiares de seu óleo, como única fonte de ácidos graxos (900 g Kg^{-1}) de ácido ricinoléico, sendo do ponto de vista comercial, seu principal produto em importância econômica para as indústrias químicas e de lubrificantes (Severino et al., 2012; Zanetti et al., 2013). É cultivada em 1,5 milhões de ha^{-1} em todo o mundo, principalmente na Índia, China, Brasil e Moçambique que detem mais de 92% da produção mundial de óleo (FAO, 2016; Fernández-Martínez & Velasco, 2012).

No Brasil, é esperado para a safra 2018/2019 um incremento na área plantada, com previsão de cultivo de 47,9 mil hectares, que, comparados com os cultivos da safra anterior, equivale a um aumento de 50,6% (CONAB, 2019). No entanto, na última década o principal incentivo para o aumento da produção de mamona no Brasil foi o Programa Nacional de Uso e Produção do Biodiesel (AZEVEDO & BELTRÃO, 2012).

Na Bahia, estado de maior produção nacional, estima-se que a área cultivada na safra 2018/2019 seja de 43,2 mil hectares, com variação de 60% na área plantada em relação à safra anterior, que foi de 27,0 mil hectares (CONAB, 2019). Em relação à produção, a estimativa da CONAB é que haja um incremento de 62,4%, alcançando 27,2 mil toneladas de grãos de mamona em relação à safra passada, que foi de 17,0 mil toneladas de grãos.

O cultivo da mamona ocorre exclusivamente na mesorregião Centro-Norte da Bahia, sendo cultivada pela agricultura familiar, com baixa mecanização agrícola e uso de sementes de baixa qualidade, provavelmente, multiplicadas pelos próprios produtores. Sendo os cultivos conduzidos em regime de sequeiro, com plantios com sementes novas e também com o cultivo de plantas remanescentes da safra anterior. Em termos de produtividade, a estimativa da CONAB, é que a Bahia deve alcançar uma produtividade média de 639 Kg ha^{-1} em 2019, em comparação a maior média nacional de 900 Kg ha^{-1} no estado de Mato Grosso, isso representa um deságio de 40,85% (CONAB, 2019).

Compreender a dinâmica de produção da cultura da mamona em determinada região, identificando os agentes envolvidos, os custos de produção,

a dinâmica de mercado e a situação econômica dos produtores, mostra-se de fundamental importância para o produtor na hora de tomada de decisão.

Desta forma, objetivou-se estimar a rentabilidade econômica e financeira da cultura da mamona cultivada em diferentes espaçamentos e sistemas de manejo em Cruz das Almas, Bahia, identificando os componentes envolvidos e dessa forma mostrar-se relevante para o produtor na tomada de decisão do que plantar.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), em Cruz das Almas, Bahia, nos anos agrícolas 2017 e 2018. O município está situado na região fisiográfica do Recôncavo Baiano, apresentando as coordenadas geográficas de 12°40'19" latitude Sul, 39°06'23" longitude Oeste de Greenwich e altitude de 220 m.

O clima do município de acordo com a classificação de Thornthwaite é subúmido, com pluviosidade média anual de 1.170 mm, com variações entre 900 e 1.300 mm, sendo os meses de março a agosto os mais chuvosos e de setembro a fevereiro os mais secos. A temperatura média anual é de 24,1 °C, 82 % de umidade relativa do ar e o solo é classificado como Latossolo Amarelo Distrocoeso, de textura argilosa e relevo plano (RODRIGUES et al., 2009).

O experimento foi conduzido utilizando sementes das linhagens UFRB 248; UFRB 222 desenvolvidas pelo NBIO/CCAAB/UFRB e as cultivares BRS Nordestina e BRS Paraguaçu, cultivadas em diferentes espaçamentos (E): 3,0 m x 1,0 m; 2,0 m x 0,90 m e 1,0 m x 0,80 m, e preparo de solo: preparo convencional (PC) – com uma aração e duas gradagens em sentidos contrários, profundidade de corte de 30 cm; preparo reduzido (PR) - por meio de subsolagem apenas na linha de plantio, cortando a uma profundidade de 60 cm e plantio direto (PD) – formação de palhada após dessecação da pastagem.

Cada unidade experimental foi composta por oitenta indivíduos, sendo quatro linhas com vinte cinco plantas cada. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições.

Antes do preparo, coletou-se uma amostra de solo para análise a fim de caracterizá-lo quimicamente e realizar as recomendações de calagem e adubação, para a cultura da mamoneira (Tabela 1). Com base na análise de solo foram distribuídos 1.100 Kg ha⁻¹ de calcário dolomítico, 60 Kg ha⁻¹ de N (20 Kg ha⁻¹ no plantio e 40 Kg ha⁻¹ em cobertura), 60 Kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 Kg ha⁻¹ de K₂O nos dois anos de cultivo. O controle das plantas voluntárias foi realizado por meio de capina manual a cada dois meses.

Tabela 1. Atributos químicos e granulometria de um Latossolo Amarelo Distrocoeso típico nas camadas de 0,0 – 0,20 e 0,20 – 0,40 m. Cruz das Almas – BA, 2017.

Camada	pH	Al ⁺³	H ⁺ + Al ⁺³	Ca ⁺² + Mg ⁺²	Ca ⁺²	P	K	Areia	Silte	Argila
....cm....	H ₂ OCmolc.dm ³				mg.dm ³%.....			
0,0 – 20	4,97	0,19	2,03	1,23	1,16	2,4	22,5	65,84	13,07	21,09
20 – 40	5,05	0,20	2,03	1,16	0,71	2,2	50,0	57,75	14,99	27,26

A semeadura foi realizada manualmente durante a estação chuvosa, no período de 2 a 4 de maio de 2017 e 1 a 8 de maio de 2018, semeando três sementes por covas. Após quinze dias de germinadas, realizou-se o desbaste, deixando uma planta por cova.

O preparo do solo para o manejo convencional foi realizado em abril de 2017 e 2018 com uma aração e duas gradagens em sentidos contrários, com um trator TL 75 E, acoplado a um arado de disco reversível, modelo ARH (L) com três lâminas de corte de 55 cm, cortando a uma profundidade de 30 cm. Após a aração, o solo foi mobilizado com uma grade niveladora de 24 discos, dando dois corte em sentidos contrários para destorroamento do solo.

Para o preparo reduzido utilizou-se trator, modelo TL 75 E, possuindo tração traseira auxiliar (TTA), potência nominal de 90 KW a 2.200 rpm, peso total de 3.462 kg, com operador, e um subsolador modelo AST/MATIC 450, apenas com uma haste de subsolagem na linha de plantio cortando a uma profundidade de 60 cm e um disco de corte liso de 0,5 m de diâmetro na frente para corte da palhada.

A área para instalação do experimento em plantio direto possuía histórico de três anos de pousio, composta de capim *Brachiaria (Brachiaria decumbes)*. Para dessecação da pastagem foi aplicado herbicida glifosato, em fevereiro de

2017 e março de 2018, com um pulverizado TLP, de 600 l, acoplado a um trator TL 75 E, aplicando 5 L ha⁻¹ de herbicida com um volume de 300 litros de calda. Após a dessecação com glifosato, foi utilizada uma roçadeira com 32 facas de corte duplas para rebaixar a palhada.

Para a avaliação de custo de produção, considerou-se o modelo do Instituto de Economia Agrícola (IEA) proposto por Matsunaga et al. (1976), para todas as atividades envolvidas na produção, dentro do ciclo da cultura da mamona, suficiente para que se obtenham resultados em forma de produto final.

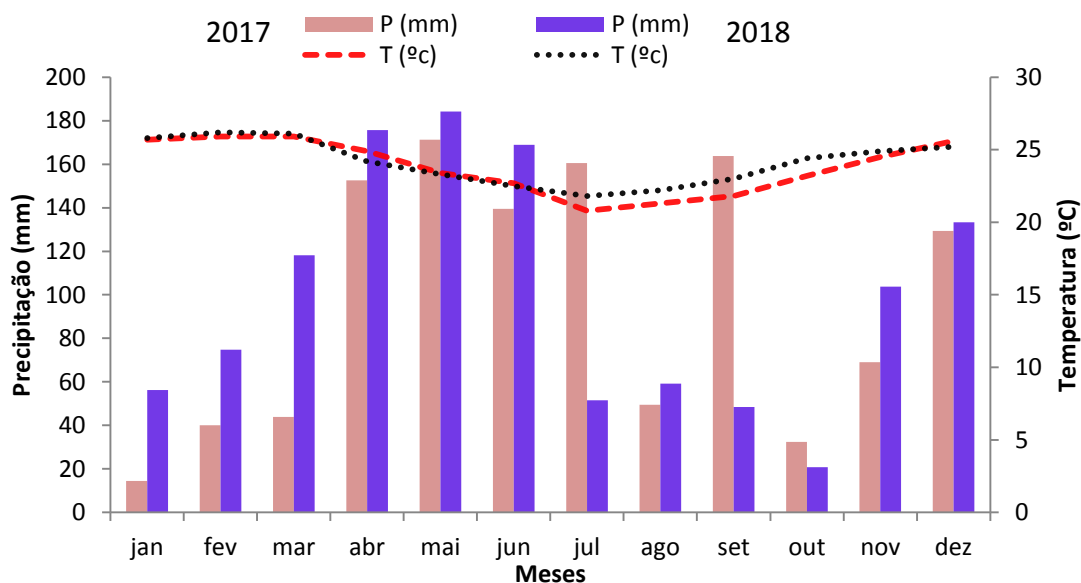
O custo de produção foi baseado na estrutura do custo operacional total (COT) de produção e do custo total de produção (CTP). O custo operacional total compõe-se dos seguintes itens: operações mecanizadas e implementos, operações manuais, materiais, outras despesas, juros de custeio (8,75% a.a.).

Para a realização da análise econômica de resultados, foi utilizada a metodologia descrita por Martin et al. (1998), que considera os seguintes fatores: Receita bruta (RB), receita esperada para determinada atividade e respectivo rendimento por hectare, para um preço de venda pré-definido; o lucro operacional (LO), ou receita líquida, constitui a diferença entre a receita bruta e o custo operacional total; e o índice de lucratividade (IL), mostra a relação entre o lucro operacional (LO) e a receita bruta, em porcentagem. É uma medida importante de rentabilidade da atividade agropecuária, uma vez que mostra a taxa disponível de receita da atividade, após o pagamento de todos os custos operacionais.

Considerou-se o preço médio da semente de mamona em 2019 de R\$ 2,50 Kg⁻¹, recebido pelo produtor da empresa Bioóleo, processadora de grãos sediada no município de Feira de Santana – BA, a mais próxima do município de Cruz das Almas, BA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, pode-se verificar que a temperatura média mensal durante os dois anos de cultivo apresentou uma variação de 1,08°C, nos meses de julho a outubro, período este importante para o cultivo de mamona na região em estudo devido coincidir com os estádios fenológico da cultura correspondendo ao período em que a cultura entra em transição da fase vegetativa para a reprodutiva e enchimento de grão (MONTEIRO, 2009).



Fonte: Embrapa Mandioca e fruticultura

Figura 1. Valores médios mensais de temperatura do ar (°C) e precipitação pluviométrica total (mm) durante os anos de 2017 e 2018, nas condições climáticas de Cruz das Almas – BA.

Em relação a precipitação pluviométrica para a cultura da mamoneira, Monteiro (2009) estima-se que chuvas em torno de 600 a 700 mm têm sido associadas a rendimentos superiores a 1.500 kg ha^{-1} , sendo viável economicamente em áreas onde a precipitação pluvial mínima esteja entre 400 e 500 mm e que para produzir satisfatoriamente a mamoneira necessita de pelo menos 500 mm de precipitação pluvial por ciclo (Figura 1).

Assim, a precipitação pluviométrica para os dois anos de cultivo que abrangeu esta pesquisa foi bastante variável, principalmente nos meses de julho a outubro. No ano agrícola 2017 a precipitação pluviométrica neste período, acumulou um total de 406,1 mm. Já no mesmo período, para a safra de 2018, a precipitação pluviométrica acumulada foi de 179,9 mm neste mesmo período, bem abaixo do exigido para a cultura e esperado para o período em comparação com o ano de 2017. Este fato foi decisivo para o menor rendimento da cultura e conseqüentemente menor produtividade apresentados no segundo ano de cultivo (2018) em relação ao primeiro ano (2017) (Figura 1).

Para os diferentes espaçamentos e preparos de solo, o custo de produção de mamona por ha⁻¹ considerando o desempenho médio anual e nos dois anos agrícolas, apresentou variação para a produtividade nos atributos econômicos avaliados como custo, receita, lucro e taxa interna de retorno (TIR). Já a variação observada dentro do mesmo espaçamento foi atribuída aos diferentes preparos de solo (ano 2017, 2018 e 2017/2018) (Tabela 2).

Tabela 2. Custo de produção e análise de rentabilidade em ha⁻¹ da cultura da mamona em dois anos de cultivo (2017 e 2018), no município de Cruz das Almas-BA, 2019.

Ano 2017						
Preparo solo	Espaçamento (m)	Produtividade (Kg ha ⁻¹)	Custo (R\$)	Receita (R\$)	Lucro (R\$)	TIR (%)
Convencional	1,0 x 0,80	2.429,43	2.538,60	6.073,58	3.534,98	139%
	2,0 x 0,90	826,28	1.752,76	2.065,70	312,94	18%
	3,0 x 1,0	445,47	1.384,95	1.113,68	-271,28	-20%
Reduzido	1,0 x 0,80	2.548,47	2.385,92	6.371,18	3.985,26	167%
	2,0 x 0,90	1.078,36	1.645,58	2.695,90	1.050,32	64%
	3,0 x 1,0	497,21	1.243,80	1.243,03	-0,78	0%
Plantio Direto	1,0 x 0,80	2.557,50	2.364,52	6.393,75	4.029,23	170%
	2,0 x 0,90	969,62	1.580,68	2.424,05	843,37	53%
	3,0 x 1,0	357,25	1.202,87	893,13	-309,75	-26%
Ano 2018						
Preparo solo	Espaçamento (m)	Produtividade (Kg/ha ⁻¹)	Custo (R\$)	Receita (R\$)	Lucro (R\$)	TIR (%)
Convencional	1,0 x 0,80	1.370,81	2.538,60	3.427,03	888,43	35%
	2,0 x 0,90	902,10	1.752,76	2.255,25	502,49	29%
	3,0 x 1,0	375,10	1.384,95	937,75	-447,20	-32%
Reduzido	1,0 x 0,80	1.411,12	2.385,92	3.527,80	1.141,88	48%
	2,0 x 0,90	1.194,20	1.645,58	2.985,50	1.339,92	81%
	3,0 x 1,0	441,65	1.243,80	1.104,13	-139,68	-11%
Plantio Direto	1,0 x 0,80	1.746,83	2.364,52	4.367,08	2.002,56	85%
	2,0 x 0,90	785,47	1.580,68	1.963,68	383,00	24%
	3,0 x 1,0	290,20	1.202,87	725,50	-477,37	-40%

Tabela 2. (continuação)
Média dos anos 2017/2018

Preparo solo	Espaçamento (m)	Produtividade (Kg/ha ⁻¹)	Custo (R\$)	Receita (R\$)	Lucro (R\$)	TIR (%)
Convencional	1,0 x 0,80	1.900,12	2.538,60	4.750,31	2.211,71	87,12
	2,0 x 0,90	864,19	1.752,76	2.169,47	407,71	23,26
	3,0 x 1,0	410,30	1.384,95	1.025,75	-359,20	-25,94
Reduzido	1,0 x 0,80	1.979,75	2.385,92	4.949,37	2.563,45	107,44
	2,0 x 0,90	1.136,00	1.645,58	2.840,00	1.194,42	72,58
	3,0 x 1,0	469,42	1.243,80	1.173,55	-70,25	-5,65
Plantio Direto	1,0 x 0,80	2.152,00	2.364,52	5.380,31	3.015,79	127,54
	2,0 x 0,90	877,52	1.580,68	2.193,80	613,12	38,79
	3,0 x 1,0	323,74	1.202,87	809,33	-393,54	-32,72

Para os três preparos de solo, o maior custo de produção por ha⁻¹, foi observado para o preparo convencional nos três espaçamentos (Tabela 2). Isso pode ser facilmente compreendido devido às operações adicionais com máquinas, necessárias para o preparo de solo convencional (aração e gradagem). Essas operações com máquina representam para o preparo convencional um aditivo em relação aos outros preparos de solo, haja vista, que o preparo convencional é caracterizado por uma aração e duas gradagens em sentidos contrários, para melhor destorroamento e nivelamento do solo.

1. Preparo Convencional

Para os componentes de produção (Figura 2), o maior custo por ha⁻¹, foi para as despesas com operações manuais (plantio, desbaste, capina manual, aplicação de fungicida e colheita), essas atividades representam 31,52%, 37,98% e 37,25% do custo total de produção nos espaçamentos 1,0 x 0,80 m, 2,0 x 0,90 m e 3,0 x 1,0 m, seguido pelos fertilizantes com 37,86%, 27,65% e 24,37%, as operações adicionais com máquina representaram 8,01%, 6,11% e 7,74% do custo total, para os respectivos espaçamentos (Figura 2).

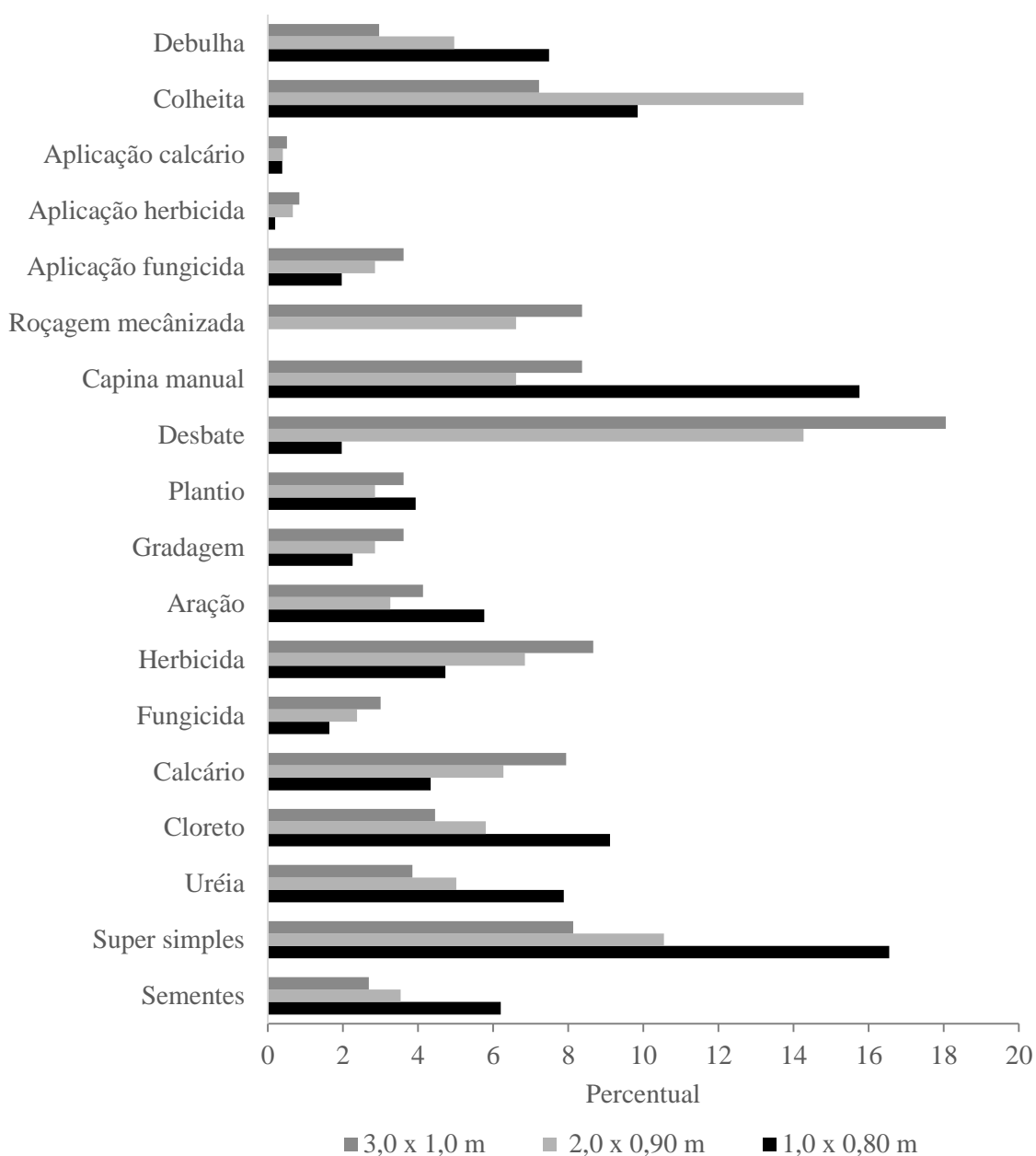


Figura 2. Principais atividades de produção de mamona (*Ricinus communis* L.) para o preparo convencional em diferentes espaçamentos.

O custo total por hectare para o preparo convencional foi de R\$ 2.538,60, R\$ 1.752,76 e R\$ 1.384,95 para os três espaçamentos (1,0 x 0,80m, 2,0 x 0,90m, 3,0 x 1,0m), respectivamente (Tabela 2). Considerando o preço de R\$ 2,50 o Kg da mamona pago pela empresa Bioóleo de Feira de Santana - BA, observa-se com base nos custos médios e na receita média bruta, a taxa interna de retorno de 139%, 18% (2017); 35%, 29% (2018) e 87,12%, 23,26% (2017/2018) para os espaçamentos 1,0 x 0,80 m e 2,0 x 0,90 m, com densidade de 12.500 e 5.555 plantas ha⁻¹, respectivamente, no sistema convencional. No espaçamento 3,0 x

1,0 m, com densidade de 3.333 plantas ha^{-1} , a taxa interna de retorno foi negativa, de -20%, -32% e -25,94%, nos períodos de 2017, 2018 e 2017/2018, respectivamente, isso se deve, provavelmente em função da menor população de plantas por hectare. Essas condições auxiliam o produtor rural na tomada de decisão para a implantação da cultura da mamona no espaçamento adequado, de forma mais econômica.

2. Preparo Reduzido

O custo total de produção por hectare, no sistema de preparo do solo reduzido, foi de R\$ 2.385,92 para o espaçamento 1,0 x 0,80 m, de R\$ 1.645,58 para o 2,0 x 0,90 m e de R\$ 1.243,80 para o espaçamento 3,0 x 1,0 m (Tabela 2). Este tipo de preparo é caracterizado pela operação de subsolagem apenas na linha de plantio em profundidade estabelecida, evitando a mobilização do solo em área total. Isso representa uma redução nos custos nas operações com máquina em relação ao preparo convencional de 6,4%, 6,51% e 11,35%, respectivamente para os espaçamentos 1,0 x 0,80 m, 2,0 x 0,90 m e 3,0 x 1,0 m.

As atividades de produção relacionadas as operações manuais de plantio, desbaste, capina manual, aplicação de fungicida e colheita, representam 35,61%, 39,50% e 40,2% do custo total de produção para os espaçamentos 1,0 x 0,80 m, 2,0 x 0,90 m e 3,0 x 1,0 m, seguido pelos fertilizantes com 40,28%, 29,43% e 27,11%, respectivamente (Figura 3).

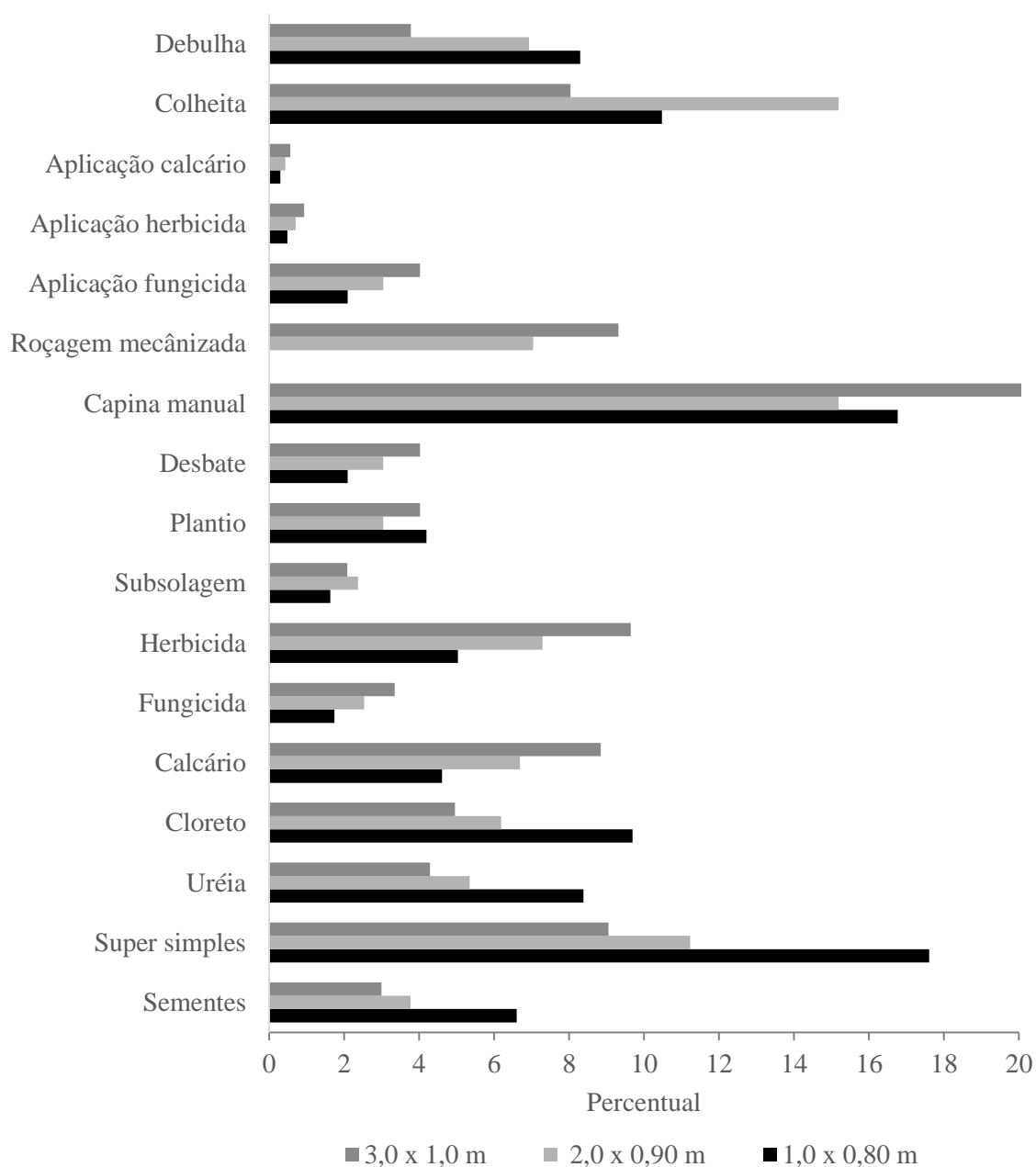


Figura 3. Principais atividades de produção de mamona (*Ricinus communis* L.) para o preparo reduzido em diferentes espaçamentos.

A taxa interna de retorno para o preparo reduzido foi de 167%, 48% (2017 e 2018) e 107,44% (2017/2018) para o espaçamento 1,0 x 0,80 m e de 64%, 81% (2017 e 2018), e 72,58% (2017/2018) para o espaçamento 2,0 x 0,90 m, superior em 20,32% e 49,32% na análise conjunta, em relação ao preparo convencional para os mesmos espaçamentos. Esses valores são superiores aos encontrados por Petinari et al. (2012), que, estudando densidades em diferentes arranjos de plantas de mamona, verificaram índice de lucratividade de 41,44%.

Para o preparo reduzido, o espaçamento 3,0 x 1,0 m, apenas no ano de 2017 não apresenta taxa interna de retorno negativa (0%), enquanto que a TIR do ano agrícola de 2018 foi de (-11%) e (-5,65%), na análise conjunta, porém inferior ao preparo convencional que foi de -25,94% (2017/2018) (Tabela 2). Essa diferença se deve ao aumento na produtividade obtida no espaçamento 3,0 x 1,0 m, no preparo reduzido quando comparado com o preparo convencional.

3. Plantio Direto

A combinação ótima de espaçamento entre fileiras e densidade de plantas pode levar à maximização da produção. Haja vista, que a maior produtividade de grãos foi obtida para o plantio direto, no espaçamento 1,0 x 0,80 m, com população de 12.500 plantas ha⁻¹, proporcionando o melhor resultado com produtividade de 2.557,50, 1.746,83e 2.152,00 Kg ha⁻¹, custo operacional de R\$ 2.364,52 e lucro operacional de R\$ 4.029,23, R\$ 2.002,56 e R\$ 3.015,79, nos anos agrícolas de 2017, 2018 e 2017/2018, respectivamente (Tabela 2).

As atividades de produção como operações manuais de plantio, desbaste, capina manual, aplicação de fungicida e colheita, representam parte significativa do custo total de produção com 34,29%, 38,67% e 38,35% para os espaçamentos 1,0 x 0,80 m, 2,0 x 0,90 m e 3,0 x 1,0 m, respectivamente, seguido pelos fertilizantes com 40,64%, 30,64% e 8,04%, respectivamente (Figura 4).

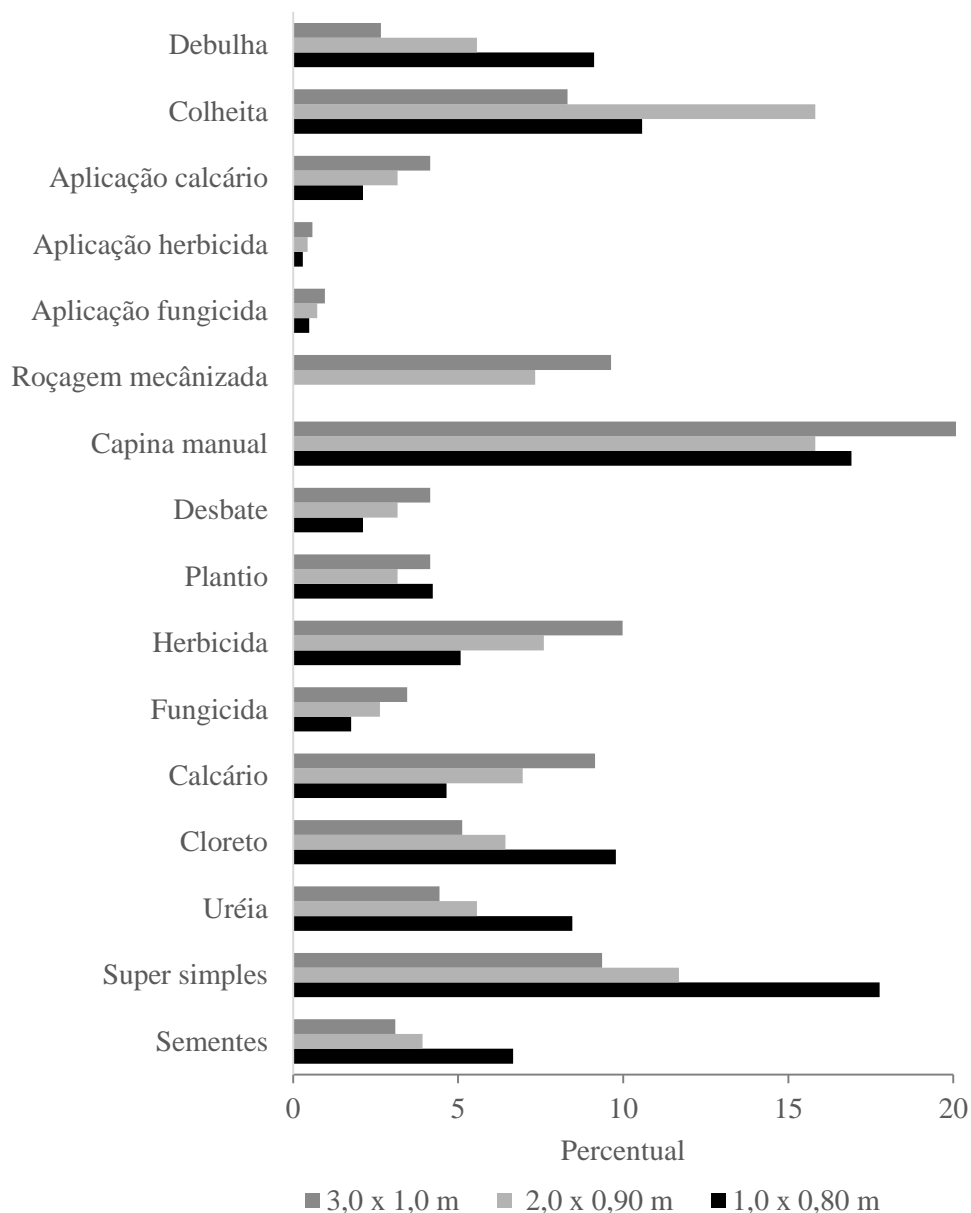


Figura 4. Principais atividades de produção de mamona (*Ricinus communis* L.) para o plantio direto em diferentes espaçamentos.

Os insumos como fertilizantes (supersimples, ureia, cloreto de potássio e calcário), as operações manuais (plantio, desbaste, capina manual, aplicação de fungicida e colheita) representam 67,06% do custo total. O espaçamento 1,0 x 0,80 m para o sistema de preparo em plantio direto apresentou os melhores resultados econômicos, contrapondo o sistema de preparo convencional para o mesmo espaçamento. O menor resultado econômico foi observado no espaçamento 3,0 x 1,0 m, nos três preparos de solo, convencional, reduzido e plantio direto, que mesmo com os custos baixos, apresentaram lucros negativos e menores percentagens de taxa interna de retorno.

CONCLUSÕES

1. Os custos de produção analisados para a cultura da mamona destacam-se pelos insumos de produção como fertilizantes e operações manuais que representam o maior do custo total;

2. O maior custo operacional total foi observado para o preparo convencional, no espaçamento 1,0 x 0,80 m, em função da utilização de operações adicionais com máquina em aração e gradagem;

3. Os maiores retornos econômicos são obtidos para o plantio direto no espaçamento 1,0 x 0,80 m, com maior lucro e taxa interna de retorno;

4. A viabilidade econômica de produção para a cultura da mamona nos espaçamentos 1,0 x 0,80 m e 2,0 x 0,90 m, com densidades de 12.500 e 5.555 plantas ha⁻¹, é mais promissora para a cultura da mamona no município de Cruz das Almas, Bahia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, Demóstenes Marcos Pedrosa e BELTRÃO, Napoleão Esberard Macêdo. **O agronegócio da Mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento da safra Brasileira de grãos. v. 6 – safra 2018/2019 – N. 5 – quinto levantamento, fevereiro 2019. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 22 março de 2019.

FAO, Estatística de produção agrícola. 2015, disponível em: <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx>. Acesso em junho de 2019.

FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, J.M., VELASCO, L. Castor. In: Gupta, S.K. (Ed.), Technological Innovations in Major World Oil Crops, v. 1. **Breeding**, Springer, New York, p. 237–265, 2012

MARTIN, N. B. et al. Sistema integrado de custos agropecuários–CUSTAGRI. **Informações econômicas**, São Paulo, v. 1, n. 12, p. 7-28, 1998.

MATSUNAGA, M. et al. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 123-39, 1976.

MONTEIRO, J. E. B. A. Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola. - Brasília, DF.: 530 p.: il **Instituto Nacional de Meteorologia - INMET**, 2009.

PETINARI, R. A.; SORATO, R. P.; Souza-Schlick, G. D.; ZANOTO, M. D.; BERGAMASCO, S. M. P. P. Custos de produção e lucratividade de cultivares de mamona em diferentes arranjos de plantas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 143-149, 2012

PINOTTI, R. N.; AMARAL, J. G. C. do; Informações Econômicas da Mamona como Biocombustível. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 10, n. 1, 2013.

RODRIGUES, M. G. F.; NACIF, P. G. S.; COSTA, O. V.; OLSZEWSKI, N. Solos e suas relações com as paisagens naturais no município de Cruz das Almas – BA. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 9, n. 2, 2009.

SEVERINO, L. S., AULD, D. L., BALDANZI, M., CANDIDO, M. J. D., CHEN, G., CROSBY, W., TAN, D., HE, X. H., LAKSHMAMMA, P., LAVANYA, C., MACHADO, O. L. T., MIELKE, T., MILANI, M., MILLER, T.D., MORRIS, J. B., MORSE, S.A., NAVAS, A. A., SOARES, D. J., SOFIATTI, V., WANG, M. L., ZANOTTO, M. D., ZIELER, H. A review on the challenges for increased production of castor. **Agronomy Journal**. 104, p. 853–880, 2012.

Zanetti, F., Monti, A., Berti, M.T. Challenges and opportunities for new industrial oilseed crops in EU-27: **A Review. Ind. Crop Prod.** v. 50, p. 580–595, 2013.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cultivo da mamona pode ser melhorado por meio do manejo recomendado pela pesquisa, associado aos avanços no desenvolvimento de produtos agrícolas, tecnológicos e de políticas governamentais. Assim, com uso de sistemas de cultivos adequados, combinação ótima de espaçamento entre fileiras e populações de plantas e seleção de genótipos superiores, poderá melhorar expressivamente o desempenho produtivo dessa oleaginosa, contribuindo para alavancar a geração de emprego e renda para o produtor.

Desta forma, o desempenho alcançado pelos genótipos (UFRB 248, UFRB 222, BRS Nordestina e BRS Paraguaçu) em dois anos de cultivo nos diferentes espaçamentos (1,0 x 0,80 m, 2,0 x 0,90 m e 3,0 x 1,0m) e preparo de solo (convencional, reduzido e plantio direto), mostram os indicadores de desempenho superior à média da produção do Nordeste brasileiro, evidenciando que será possível mais do que dobrar a média da produção com a adoção de técnicas relativamente simples de manejo.

Entretanto, para que a grande maioria de pequenos produtores possam efetivamente executarem o manejo do cultivo da mamona, torna-se de fundamental importância o comprometimento do governo com ações efetivamente voltadas para os pequenos produtores, por intermédio de instrumentos apropriados, no período adequado do ano, como assistência técnica, insumos, máquinas, equipamentos e implementos agrícolas, para que os produtores possam maximizar a produção de grãos.

Neste estudo, ao apurar-se o custo de produção da mamona e a rentabilidade econômica, foi possível verificar que os melhores resultados econômicos, foram obtidos para o plantio direto no espaçamento 1,0 x 0,80 m, com população de 12.500 plantas ha⁻¹, com lucro líquido de R\$ 3.015,79 e taxa interna de retorno de 127,54%. Na atual situação, o produtor consegue cobrir seu custo variável médio, que é de extrema importância para tomada de decisão de produzir, no curto prazo.