

Adubação NPK e épocas de plantio para mamoneira. II - Componentes das fases vegetativas e reprodutivas¹

NPK fertilization and sowing time for castor plant. II - reproductive and vegetative stages components

Manoel Alexandre Diniz Neto^{2*}, Francisco José Alves Fernandes Távora³, Lindbergue Araujo Crisóstomo⁴ e Belísia Lúcia Moreira Toscano Diniz⁵

Resumo - Neste trabalho objetivou-se avaliar os componentes das fases vegetativa e reprodutiva de cultivares de mamona submetidas a diferentes níveis de adubação mineral, épocas de plantio e localidades. Os experimentos foram conduzidos no CCA/UFC, em Pentecoste, e no CENTEC, em Limoeiro do Norte, entre janeiro e outubro de 2006. Foram utilizadas quatro doses de NPK (00-00-00; 40-25-15; 80-50-30 e 120-75-45 de N-P₂O₅-K₂O), duas cultivares (BRS nordestina e Mirante 10), duas épocas de plantio (plantio antecipado e plantio em sequeiro) e duas localidades (Pentecoste e Limoeiro do Norte); distribuídos no delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições de um arranjo fatorial 4x2³. Em Pentecoste a cv. Mirante 10 aumenta seu crescimento, em altura, diâmetro caulinar e número de racemos, e prolonga seu florescimento quando há aumento no fornecimento de nutrientes conjugado à suplementação hídrica no plantio antecipado. Em Limoeiro do Norte a cv. BRS Nordestina produz racemos maiores, em plantio sob sequeiro, devido ao menor número de racemos produzidos, ensejando menor competição entre mesmos na planta. A menor quantidade de água disponível às plantas no cultivo de sequeiro, mais evidente em Limoeiro do Norte, afeta as estruturas vegetativas e reprodutivas da mamoneira, sendo um fator mais importante que altitudes inferiores a 300 m.

Palavras-chave - *Ricinus communis* L. Fenologia vegetal. Manejo cultural. Nutrição Mineral.

Abstract - The objective of this work was to investigate the components of reproductive and vegetative stages of the castor bean cultivars submitted to mineral fertilizer, sowing times and locations. The experiments were conducted at the CCA/UFC in Pentecoste and the CENTEC in Limoeiro do Norte, Ceará, Brazil. The treatments consisted on four doses of NPK fertilizer (00-00-00; 40-25-15; 80-50-30 and 120-75-45 of N-P₂O₅-K₂O), two castor bean cultivars (BRS Nordestina and Mirante 10); two sowing times (early sowing and dry sowing) and two locations (Pentecoste and Limoeiro do Norte), in a randomized block design with four replications of a factorial arrangement 4x2³. In Pentecoste the cv. Mirante 10 increases in height growth, stem diameter, number of racemes and prolong its flowering when there is an increase in the supply of nutrients combined with supplemental water in early sowing. In Limoeiro do Norte the cv. BRS Nordestina produces racemes largest in dry sowing due to the lower number of racemes produced, less chance of competing in the same plant. The smallest amount of water available to plants in the cultivation of drought, most evident in Limoeiro do Norte, affects the vegetative and reproductive structures of castor beans and is a most important factor in altitudes below 300 m.

Key words - *Ricinus communis* L. Plant phenology. Crop management. Mineral nutrition.

* Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 02/10/2008; aprovado em 29/06/2009

Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da UFC

²Centro de Ciências Agrárias/UFPB, Rua Prof. Xávier Júnior, 255. Ap. 104, Centro, 58397-000, Areia-PB, Brasil, diniznetto@gmail.com

³Departament de Fototecnia/UFC, Fortaleza-CE, Brasil, tavora@ufc.br

⁴Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, Brasil, lindberg@cnpat.embrapa.br

⁵Centro de Ciências Agrárias/UFPB, Areia-PB, Brasil, belisia.diniz@gmail.com

Introdução

No crescimento vegetativo indeterminado os meristemas são altamente repetitivos, produzindo a mesma ou similar estrutura reiterada vezes, podendo sua atividade continuar indefinidamente (TAIZ; ZEIGER, 2004). A descrição e o entendimento das fases vegetativas e reprodutivas das plantas sempre foi questão de interesse da pesquisa. Nos dias atuais o conhecimento da fenologia auxilia no planejamento das épocas oportunas para a realização de práticas culturais como aplicação de fertilizantes e épocas de semeadura. Já a fase reprodutiva é marcada pela capacidade da planta em produzir flores e é resultante de mudanças que ocorrem no meristema das gemas (MORAIS et al., 2008; PEZZOPANE et al., 2003).

A mamoneira (*Ricinus communis* L.), que é uma espécie polimórfica, apresenta acentuada variação quanto ao hábito de crescimento e porte das plantas, sendo considerada uma espécie perene quando as condições do ambiente, especialmente temperatura e umidade, são favoráveis (BELTRÃO et al., 2005; WEISS, 1983). Por ser uma espécie vegetal rústica, a mamona é tolerante à seca na fase adulta, mas é exigente em boa nutrição em quase todas as etapas do seu ciclo de vida (SEVERINO et al., 2006). Vários estudos com adubação mineral na cultura da mamona (LAVRES JÚNIOR et al., 2005; PACHECO et al., 2008; SEVERINO et al., 2006) têm demonstrado que a espécie extrai grande quantidade de nutrientes do solo para o aumento de sua produtividade devido diversas estruturas da planta estarem ligadas a produção de grãos. O comprimento e o número de racemos, o número de frutos, o número de nós e a altura do primeiro cacho são características agrônomicas importantes no rendimento dessa espécie, tendo, as duas últimas, relação direta com a precocidade da planta, pois aquela que emitir o cacho principal com menor número de nós e com menor altura é tida como mais precoce e pode ser mais produtiva em regiões com irregularidades de chuvas (SEVERINO et al., 2006; TÁVORA, 1982).

A mamoneira é exigente em umidade nos estádios iniciais do seu crescimento, necessitando de um período seco nos estádios de maturação e secagem dos frutos. No entanto, a cultura no campo fica exposta às deficiências hídricas, principalmente na Região Nordeste. Desse modo, a suplementação hídrica ao período chuvoso dessa região, nas épocas de maior demanda de água pela cultura, possibilita melhor desempenho produtivo, pois sob irrigação há aumentos expressivos de produtividade em relação ao cultivo de sequeiro, especialmente pelo efeito benéfico no número de racemos por planta (KOUTROUBAS et al., 1999; PAULO et al., 1997; SOUZA et al., 2007a; TÁVORA, 1982).

Objetivou-se, na presente pesquisa, estudar as características das fases vegetativa e reprodutiva de duas cultivares de mamona submetidas a níveis crescentes de adubação mineral, em diferentes épocas de plantio e ambientes de cultivo.

Material e métodos

A pesquisa foi conduzida em duas localidades no Estado do Ceará. A primeira na Fazenda Experimental Vale do Curu (FEVC) do CCA/UFC no município de Pentecoste, coordenadas 3°47'34" de latitude sul e 39°16'13" de longitude oeste com altitude média de 60 metros, em solo Neossolo Flúvico (Unidade de Mapeamento Ae₃), textura Franco arenosa. São solos formados por deposições fluviais ao longo dos cursos de água, são terraços tipicamente planos apresentando drenagem insuficiente (BRASIL, 1973; EMBRAPA 2006; SOUSA, 2007).

Amostras compostas foram coletadas na camada de 0-40 cm da superfície do solo para a quantificação da água disponível. Com os valores de umidade (θ_{cc} tensão de 33 kPa = 0,117 m³ m⁻³ e θ_{PMP} tensão de 1500 kPa = 0,047 m³ m⁻³) constatou-se 70 L de água para 1.000 L de solo, concluindo-se que o solo da área apresentava baixa disponibilidade de água às plantas. Entretanto, a drenagem insuficiente, promovida por deposições de materiais que formam no solo camadas de baixa permeabilidade (EMBRAPA, 2006), tornou-se uma característica que beneficiou as plantas no plantio em sequeiro pelo maior tempo de umidade do solo devido a uma infiltração mais lenta. Já no plantio antecipado, como a umidade do ar fica mais elevada no período chuvoso, registrou-se o surgimento de doenças fúngicas nos racemos primários da cv. BRS Nordestina e secundários na cv. Mirante 10, por ser esta mais precoce em florescer e pelas duas cultivares estarem em plena frutificação dos racemos correspondentes.

A segunda foi realizada no Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC) localizado na Chapada do Apodi no município de Limoeiro do Norte, coordenadas de 5°12'9" de latitude sul, 37°59'29" de longitude oeste e altitude de 158 m, em solo Cambissolo Háplico, classe textural Franco argilosa (EMBRAPA, 2006). Amostras compostas foram coletadas na camada de 0-40 cm da superfície do solo para a quantificação da água disponível e através dos valores de umidade (θ_{cc} tensão de 33 kPa = 0,159 m³ m⁻³ e θ_{PMP} tensão de 1500 kPa = 0,110 m³ m⁻³) constatou-se disponibilidade de 49 L de água para 1.000 L de solo, nestas condições há pouca água disponível às plantas. Garcia et al. (2007) realizaram estudos nessa área e também observaram baixa quantidade de água disponível e concluíram que há necessidade de irrigações mais frequentes.

Os solos apresentavam conteúdos de potássio, cálcio e magnésio altos para as duas localidades estudadas. Com relação ao fósforo, observou-se grande diferença entre as localidades, sendo o conteúdo no solo de Pentecoste aproximadamente 20 vezes superior ao da localidade de Limoeiro do Norte, na camada de 0-40 cm de profundidade, conforme observado na Tabela 1.

Os tratamentos compreenderam quatro níveis de nitrogênio (0-40-80-120 kg ha⁻¹), quatro níveis de fósforo (0-25-50-75 kg ha⁻¹) e quatro níveis de potássio (0-15-30-45 kg ha⁻¹) que foram combinados em: (N₀) 0-0-0, (N₁) 40-25-15, (N₂) 80-50-30 e (N₃) 120-75-45 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O; duas cultivares de mamona (cv. BRS Nordestina e cv. Mirante 10); duas épocas de plantio (plantio antecipado e plantio em sequeiro) e dois ambientes de cultivo (Pentecoste e Limoeiro do Norte). Utilizou-se como fonte de nutrientes a uréia, o superfosfato simples e o cloreto de potássio. A adubação nitrogenada foi fracionada em duas porções, 1/3 em fundação junto com o fósforo e potássio e 2/3 em cobertura aos 45 dias após a emergência das plântulas. Foram estabelecidos quatro níveis de adubação NPK e o nível 2 (80-50-30 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O) serviu como referência de base conforme os resultados laboratoriais.

A irrigação em Pentecoste foi realizada por microaspersão utilizando 192 microaspersores e o fornecimento de água à cultura por quatro horas, turno de rega de dois dias na semana e vazão média estimada em 50 L h⁻¹. Em Limoeiro do Norte foi feita por aspersão convencional utilizando 12 aspersores e a água fornecida por duas horas com turno de rega de dois dias semanais e vazão média de 1.600 L h⁻¹. Embora as irrigações tenham sido em sistemas diferenciados, a quantidade total de água

aplicada nos experimentos foi de aproximadamente 130 mm, o que está de acordo com o recomendado para a cultura na fase inicial de crescimento (TÁVORA, 1982). No início das chuvas do ano agrícola de 2006/2007, as irrigações nos ensaios com a antecipação do plantio foram suspensas e na mesma área os ensaios em regime de sequeiro foram implantados com a mesma configuração de plantio, cultivares e adubação.

As plantas da cv. BRS Nordestina, que têm caule de coloração verde e sementes de coloração preta, e da cv. Mirante 10, que possui caule de cor avermelhada e sementes marrons com mosqueados, ambas produzindo de 1.500 a 1.600 kg ha⁻¹ em anos normais de chuvas, foram plantadas com espaçamento 2 m x 2 m, escolhendo-se as quatro plantas do centro da parcela como área útil. As variáveis estudadas ligadas à fase vegetativa foram: altura de planta, diâmetro do caule e número de nós até o racemo principal e as ligadas à fase reprodutiva foram: início do florescimento, comprimento do racemo, número de frutos por racemo e número de racemos por planta.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com fatorial 4x2³ (4 níveis de adubação, 2 cultivares, 2 épocas de plantio e 2 localidades) e com quatro repetições. Para os tratamentos com níveis de adubação (quantitativos), efetuou-se a análise de regressão por polinômios ortogonais, individualmente para cada cultivar, dentro da época de plantio e localidades estudadas, testando-se os modelos linear e quadrático. Para cultivares, época de plantio e localidades, realizados em esquema fatorial, foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. O programa estatístico utilizado foi o ASSISTAT, Versão 7.4 beta (SILVA; AZEVEDO, 2002).

Tabela 1 - Atributos químicos e classificação textural dos solos das áreas experimentais de Pentecoste-CE e Limoeiro do Norte-CE, 2006

| Profundidade | Pentecoste | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|---------------------|----------------|-----------------|------------------------------------|------------------|-----|
| | pH | P | K ⁺ | Na ⁺ | Ca ⁺² | Mg ⁺² | V |
| | H ₂ O (1:2,5) | mg dm ⁻³ | | | cmol _c dm ⁻³ | | (%) |
| 0 - 40 cm | 6,7 | 102 | 0,52 | 0,07 | 4,00 | 1,10 | 89 |
| Caracterização | - | Alto | Alto | - | Alto | Alto | |
| Classificação textural | Franco Arenosa | | | | | | |
| Profundidade | Limoeiro do Norte | | | | | | |
| | pH | P | K ⁺ | Na ⁺ | Ca ⁺² | Mg ⁺² | V |
| 0 - 40 cm | 7,1 | 5 | 0,96 | 0,09 | 6,60 | 1,90 | 92 |
| Caracterização | - | Baixo | Alto | - | Alto | Alto | |
| Classificação textural | Franco Argilosa | | | | | | |

Fonte: Laboratório de Física e Química do Solo. Departamento de Ciências do Solo (CCA/UFC)

Resultados e discussão

A altura das plantas, tanto em relação às cultivares como às épocas de plantio, foi maior na localidade de Pentecoste. Comparando-se as cultivares dentro das localidades, observou-se que as plantas da cv. BRS Nordestina cresceram mais do que as da Mirante 10, em Limoeiro do Norte, comportamento justificado pelo seu próprio porte que naturalmente é superior ao da Mirante 10 (EMBRAPA, 2002; SEMENTES ITAQUERÊ, 2004); enquanto em Pentecoste não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 2).

As plantas com maior crescimento foram observadas em Pentecoste, independente do sistema de plantio adotado. Utilizando-se a antecipação do plantio observou-se diferença significativa nas duas localidades estudadas. Em Limoeiro do Norte essa diferença foi mais evidente, pois houve incremento de quase 100% em relação ao plantio em sequeiro. É importante um suprimento hídrico adequado no início do crescimento da mamoneira, pois poderá haver maior ramificação

e aumento no número de estruturas reprodutivas das plantas, tais como o número de racemos, aumentando a produtividade (OLIVEIRA; ZANOTTO, 2008; SOUZA et al., 2007b; TÁVORA, 1982).

O diâmetro do caule das plantas em Pentecoste foi maior com incremento de 36% em relação àquelas exploradas em Limoeiro do Norte. Com a cv. BRS Nordestina obteve-se aumento superior à cv. Mirante 10 em 45%. De fato, a cv. BRS Nordestina produz plantas mais altas, possivelmente pela sua menor precocidade para florescer, o que possibilita um prolongamento da fase de crescimento vegetativo inicial (Tabela 3).

Houve aumento no diâmetro caulinar das plantas quando cultivadas em Pentecoste, independente da época de plantio (Tabela 3). No plantio antecipado o diâmetro caulinar foi maior nas duas localidades em relação ao plantio em sequeiro, seguindo comportamento semelhante aos resultados obtidos com a altura de plantas, ensejando um grande efeito da utilização da água consumida em estruturas vegetativas (SOUZA et al., 2007b).

Tabela 2 - Altura de plantas de duas variedades de mamona cultivadas em duas épocas de plantio, em diferentes localidades no Estado do Ceará. Pentecoste-CE e Limoeiro do Norte-CE, 2006

| Tratamentos | Localidades | |
|---------------------|-----------------------|-------------------|
| | Pentecoste | Limoeiro do Norte |
| | Altura de plantas (m) | |
| BRS Nordestina | 3,67 aA | 2,63 aB |
| Mirante 10 | 3,69 aA | 2,15 bB |
| Plantio antecipado | 4,14 aA | 3,19 aB |
| Plantio em sequeiro | 3,22 bA | 1,60 bB |
| CV (%) | 17,63 | |

Médias seguidas de letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 3 - Diâmetro caulinar de duas variedades de mamona cultivadas em duas épocas de plantio, em diferentes localidades no Estado do Ceará. Pentecoste-CE e Limoeiro do Norte-CE, 2006

| Tratamentos | Localidades | | Médias |
|---------------------|------------------------|-------------------|---------|
| | Pentecoste | Limoeiro do Norte | |
| | Diâmetro caulinar (mm) | | |
| BRS Nordestina | 63,75 | 49,70 | 56,72 a |
| Mirante 10 | 46,71 | 31,41 | 39,06 b |
| Médias | 55,23 A | 40,55 B | - |
| Plantio antecipado | 58,99 aA | 47,97 aB | - |
| Plantio em sequeiro | 51,48 bA | 33,14 bB | - |
| CV (%) | 13,98 | | |

Médias seguidas de letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

O número de nós da cv. BRS Nordestina não foi influenciado pelo ambiente de cultivo. Com a cv. Mirante 10 maior número de nós foi obtido em Limoeiro do Norte, embora seus valores estejam bastante próximos. Nesta localidade, esta cultivar cresceu menos em altura (Tabela 1) e diâmetro (Tabela 2) e o maior número de nós denota um menor comprimento dos internódios, característica que segundo Távora (1982) pode ser observada quando há menor disponibilidade hídrica (Tabela 4).

Com relação às cultivares dentro de ambiente de cultivo, constatou-se que a cv. BRS Nordestina teve maior número de nós em ambas as localidades. Tal comportamento pode ter relação com a menor precocidade do florescimento das plantas dessa variedade, pois é considerada mais precoce a cultivar que lançar o primeiro cacho com o menor número de nós (SEVERINO et al., 2006). De fato, com a cv. Mirante 10 foram observadas plantas florescendo próximo aos 30 dias após o plantio e próximo aos 68 dias com a cv. BRS Nordestina.

Avaliando-se épocas de plantio dentro de ambientes, observou-se que as plantas cultivadas em Limoeiro do Norte produziram em média maior número de nós e que no plantio antecipado o número de nós foi aumentado em mais de 61% em relação ao plantio em sequeiro. As plantas de mamona crescem mais com maior disponibilidade hídrica e aumenta o comprimento dos internódios. No entanto, cultivares mais precoces tendem a produzir plantas com menor número de nós, mesmo em condições hídricas que possibilitem maior crescimento vegetativo (SEVERINO et al., 2006; SOUZA et al., 2007b).

O número de dias para a cv. BRS Nordestina florescer não foi influenciado pelo ambiente de cultivo. A cv. Mirante 10 floresceu mais tarde quando plantada em Pentecoste, possivelmente pela maior disponibilidade de umidade no solo, pois nessas condições, segundo Souza et al. (2007b), pode haver um prolongamento do tempo para as plantas iniciarem seu florescimento (Tabela 5).

Tabela 4 - Número de nós até o racemo primário de duas variedades de mamona cultivadas em duas épocas de plantio, em diferentes localidades no Estado do Ceará. Pentecoste-CE e Limoeiro do Norte-CE, 2006

| Tratamentos | Localidades | | |
|------------------------|-------------|-------------------|---------|
| | Pentecoste | Limoeiro do Norte | Médias |
| Nós até 1º racemo (nº) | | | |
| BRS Nordestina | 16,91 aA | 16,87 aA | - |
| Mirante 10 | 10,26 bB | 11,01 bA | - |
| Plantio antecipado | 16,87 | 17,12 | 16,99 a |
| Plantio em sequeiro | 10,30 | 10,76 | 10,53 b |
| Médias | 13,58 B | 13,94 A | - |
| CV (%) | 7,28 | | |

Médias seguidas de letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 5 - Número de dias para o início do florescimento do racemo principal de duas variedades de mamona cultivadas em duas épocas de plantio, em diferentes localidades no Estado do Ceará. Pentecoste-CE e Limoeiro do Norte-CE, 2006

| Tratamentos | Localidades | | |
|-----------------------------------|-------------|-------------------|---------|
| | Pentecoste | Limoeiro do Norte | Médias |
| Florescimento do 1º racemo (dias) | | | |
| BRS Nordestina | 60,02 aA | 64,16 aA | - |
| Mirante 10 | 29,69 bA | 25,95 bB | - |
| Plantio antecipado | 48,92 | 46,85 | 47,88 a |
| Plantio em sequeiro | 40,78 | 43,26 | 42,02 b |
| Médias | 44,85 A | 45,05 A | - |
| CV (%) | 19,31 | | |

Médias seguidas de letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Com relação às cultivares dentro da mesma localidade, observou-se que a cv. BRS Nordestina floresceu mais tarde, independente do ambiente de cultivo, fato que comprova a maior precocidade da cv. Mirante 10 para iniciar a fase reprodutiva. Vale destacar que a cultivar que inicia a fase de florescimento mais rápida é mais indicada para o cultivo em regiões de irregularidades nas chuvas, pois essa característica assegura a produção dos racemos primários que é a segunda ordem de racemos de maior participação na produção final de grãos, características estas que foram destacadas por vários autores (CORRÊA et al., 2006; SOUZA et al., 2007b; TÁVORA, 1982).

O ambiente de cultivo não influenciou o tempo para o início do florescimento das plantas. Entretanto, as plantas cultivadas em plantio antecipado, alongaram o tempo de início da floração em relação ao plantio em sequeiro (KOUTROUBAS et al., 2000; SOUZA et al., 2007b).

A cv. BRS Nordestina não foi influenciada pelo ambiente de cultivo em relação ao comprimento dos racemos. No entanto, em Pentecoste, as plantas da cv. Mirante 10 produziram racemos maiores do que em Limoeiro do Norte (Tabela 6).

O ambiente de cultivo exerce grande influência nos componentes de produção da mamoneira, e a altitude segundo Severino et al. (2007) é um fator que pode influenciar consideravelmente a fisiologia dessa espécie. A altitude em Pentecoste é inferior a de Limoeiro do Norte em mais de 90 m e em ambas as localidades ela está abaixo do recomendado pelo Zoneamento Agroecológico da mamoneira que é de 300 m a 1.500 m (AMARAL et al., 2005). No entanto, segundo Weiss (1983), a mamona é uma espécie basicamente perene e semi-tropical que cresce em regiões temperadas de clima ameno e regiões tropicais, florescendo em condições climáticas tão diversas que não se pode definir facilmente seus limites, sendo possível

encontrar áreas cultivadas com essa espécie desde o nível do mar até em regiões montanhosas.

Avaliando-se as cultivares dentro do mesmo ambiente, observou-se que a cv. BRS Nordestina produziu racemos maiores nas duas localidades avaliadas. Fato esperado, pois naturalmente esta cultivar produz racemos mais longos, embora tal comportamento não se traduza em maior produtividade. Segundo Koutroubas et al. (1999) outros componentes tais como: número de frutos por racemo, massa de sementes, percentagem de flores femininas e número de racemos por planta também estão ligados diretamente à sua produtividade.

Ainda na Tabela 6 observa-se que as cultivares, em Pentecoste, produziram racemos maiores nas duas épocas de plantio, quando comparadas àquelas cultivadas em Limoeiro do Norte. Com o estudo das épocas de plantio dentro da mesma localidade, as plantas cultivadas em regime de sequeiro aumentaram o comprimento de racemos significativamente. Tais resultados diferem dos encontrados por Souza et al. (2007a). Entretanto, o maior número de racemos produzido pelas plantas no plantio antecipado pode ter exercido influência em tal comportamento, ensejando um aumento na competição intraplanta dos racemos produzidos nessa época de plantio. Este resultado é pertinente, pois as plantas cultivadas nesta época apresentaram uma maior participação na produção final de grãos com racemos de ordens mais elevadas.

O número de frutos por racemo das cultivares foi maior em Pentecoste com um aumento de 11,85% em relação a Limoeiro do Norte, o que pode estar relacionado com um maior aproveitamento da umidade do solo alcançado pelas raízes das plantas na primeira localidade, devido esta apresentar uma infiltração mais lenta proveniente da drenagem insuficiente (EMBRAPA, 2006), acompanhando a tendência do surgimento de racemos mais compridos nas plantas produzidas nesta

Tabela 6 - Comprimento de racemos de duas variedades de mamona cultivadas em duas épocas de plantio, em diferentes localidades no Estado do Ceará. Pentecoste-CE e Limoeiro do Norte-CE, 2006

| Tratamentos | Localidades | |
|---------------------|-----------------------------|-------------------|
| | Pentecoste | Limoeiro do Norte |
| | Comprimento de racemos (cm) | |
| BRS Nordestina | 32,82 aA | 31,73 aA |
| Mirante 10 | 28,72 bA | 24,07 bB |
| Plantio antecipado | 28,62 bA | 26,78 bB |
| Plantio em sequeiro | 32,92 aA | 29,02 aB |
| CV (%) | 9,37 | |

Médias seguidas de letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

localidade. Em média a cv. BRS Nordestina produziu mais frutos por racemo em relação à cv. Mirante 10 em aproximadamente 38%, fato inesperado, pois esta cultivar, embora apresente frutos menores, o número de frutos é maior em relação a outras cultivares de mamona, inclusive a BRS Nordestina (Tabela 7).

De um modo geral, a cv. BRS Nordestina também produziu racemos maiores e esta característica pode ter influenciado o aumento do número de frutos dos racemos. Os valores médios para o número de frutos da cv. BRS Nordestina encontrado na presente pesquisa estão acima dos encontrados por Corrêa et al., (2006) e Souza et al., (2007a) que foi de 28,9 e 29,92 frutos por racemo, respectivamente.

As plantas produziram racemos com maior número de frutos em Pentecoste do que em Limoeiro do Norte, quando cultivadas em plantio antecipado (Tabela 7). Em plantio sob sequeiro não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as duas localidades. Comparando-se as épocas de plantio em cada localidade, não houve efeito significativo para os tratamentos em Pentecoste. Em

Limoeiro do Norte, os racemos produziram mais frutos quando as plantas foram cultivadas em regime de sequeiro com aumento de 35,26%, fato que difere dos resultados encontrados por Souza et al. (2007a) estudando diferentes épocas de plantio para mamoneira. Tais resultados podem estar relacionados com o maior comprimento dos racemos colhidos em plantas cultivadas nessa época de plantio.

O número de racemos por planta foi maior para a cv. BRS Nordestina em Pentecoste, provavelmente pelo maior tempo de umidade no solo dessa área, caracterizada pela maior quantidade de água disponível. Para a cv. Mirante 10 não houve efeito significativo. Com relação ao estudo das cultivares na mesma localidade, observou-se que as plantas da cv. BRS Nordestina produziram um número de racemos superior a 100% em relação à cv. Mirante 10, em Pentecoste. Nesta localidade as plantas da cv. BRS Nordestina apresentaram maior ramificação lateral, fato que pode explicar a maior quantidade de racemos por planta, pois em cada ramificação a mamoneira emite um racemo ou cacho (TÁVORA, 1982). Em Limoeiro do Norte não houve efeito significativo (Tabela 8).

Tabela 7 - Número de frutos por racemo de duas variedades de mamona cultivadas em duas épocas de plantio, em diferentes localidades no Estado do Ceará. Pentecoste-CE e Limoeiro do Norte-CE, 2006

| Tratamentos | Localidades | | |
|---------------------|-------------|--------------------|---------|
| | Pentecoste | Limoeiro do Norte | Médias |
| | | Frutos/racemo (n°) | |
| BRS Nordestina | 35,48 | 32,47 | 33,97 a |
| Mirante 10 | 26,46 | 22,91 | 24,68 b |
| Médias | 30,97 A | 27,69 B | - |
| Plantio antecipado | 30,20 aA | 23,54 bB | - |
| Plantio em sequeiro | 31,73 aA | 31,84 aA | - |
| CV (%) | | 12,85 | |

Médias seguidas de letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 8 - Número de racemos por planta de duas variedades de mamona cultivadas em duas épocas de plantio, em diferentes localidades no Estado do Ceará. Pentecoste-CE e Limoeiro do Norte-CE, 2006

| Tratamentos | Localidades | |
|---------------------|-------------|---------------------|
| | Pentecoste | Limoeiro do Norte |
| | | Racemos/planta (n°) |
| BRS Nordestina | 15,29 aA | 6,39 aB |
| Mirante 10 | 6,90 bA | 6,98 aA |
| Plantio antecipado | 13,13 aA | 9,49 aB |
| Plantio em sequeiro | 9,06 bA | 3,88 bB |
| CV (%) | | 10,38 |

Médias seguidas de letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

As plantas cultivadas em Pentecoste produziram mais racemos em ambos os sistemas de plantio utilizados quando comparadas aos tratamentos em Limoeiro do Norte (Tabela 8). Tais resultados podem estar relacionados com a maior capacidade de armazenamento de água do solo de Pentecoste comparado ao menor poder de armazenamento de água do solo de Limoeiro do Norte, com necessidade de irrigações mais freqüentes (GARCIA et al., 2007).

Com relação ao estudo do sistema de plantio em diferentes ambientes, observou-se que as plantas aumentaram a produção de racemos no plantio antecipado independente do ambiente de cultivo. Tais resultados podem estar relacionados com o aumento do tempo de disponibilidade hídrica, pois nestas condições a mamoneira eleva sua eficiência na transformação de água consumida em órgãos reprodutivos e matéria seca (BARROS JÚNIOR et al., 2008; KOUTROUBAS et al., 2000).

A adubação NPK conjugada ao plantio antecipado influenciou de forma linear o crescimento das plantas da cv. Mirante 10 em Pentecoste, proporcionando crescimento em altura (Figura 1A) e diâmetro de caule (Figura 1B) e estendendo o início do florescimento (Figura 1C).

Observa-se pelos resultados das Figuras 1A, 1B e 1C que a cada uma unidade de variação no nível de adubação ocorreu aumento de 0,33 m na altura de plantas, 3,26 mm no diâmetro do caule e 2,37 dias para o início do florescimento. A altura das plantas de mamona está diretamente relacionada à nutrição e disponibilidade hídrica durante o ciclo da cultura e o aumento do fornecimento desses insumos promove maior crescimento lateral e consequente aumento da competição por luz, induzindo a um maior crescimento em altura e prolongando o tempo para florescimento (SEVERINO et al., 2006). Em geral, constatou-se uma relação entre altura da planta; diâmetro caulinar e florescimento com a aplicação dos tratamentos. Assim, os tratamentos que determinaram aumento em altura das plantas, também influenciaram o aumento do diâmetro do caule e do tempo para o início do florescimento, indicando elevada eficiência da espécie para transformar água consumida em fitomassa (BARROS JÚNIOR et al., 2008).

O comprimento de racemo da cv. BRS Nordestina em Limoeiro do Norte aumentou de forma linear com os níveis de adubação NPK no sistema plantio em sequeiro (Figura 2A), fato que pode ter relação com a menor competição dos racemos devido ao menor número de racemos produzidos pelas plantas cultivadas nesta época de plantio.

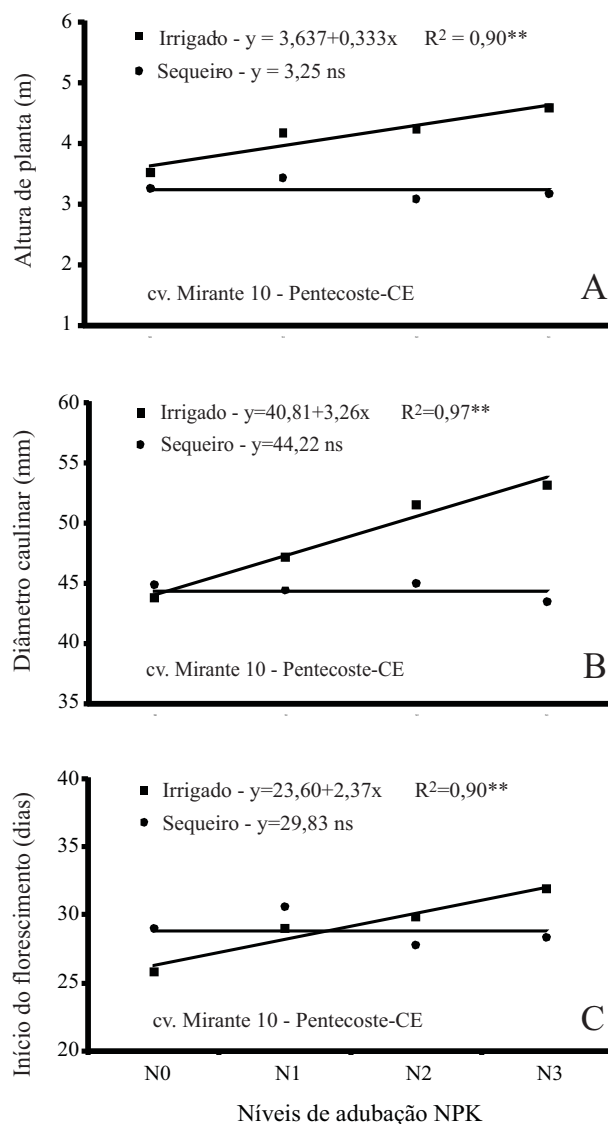


Figura 1 - Efeito da adubação NPK sobre a altura de planta (A), diâmetro do caule (B) e início do florescimento (C) aplicada em duas épocas de plantio para a cv. Mirante 10. Pentecoste-CE, 2006

Com a irrigação, a adubação NPK provocou aumento linear no número de frutos da cv. BRS Nordestina, em Limoeiro do Norte (Figura 2B), mas não influenciou no comprimento do racemo (Figura 2A). Tais resultados demonstram grande eficiência do uso da água pela planta (BARROS JÚNIOR et al., 2008) para conversão em estruturas de reprodução, pois as plantas cultivadas sob irrigação no início do plantio, mesmo produzindo racemos menores, estes podem ter apresentado maior proporção de flores femininas o que possibilitou maior produção de frutos por racemo (SAVY FILHO, 2005).

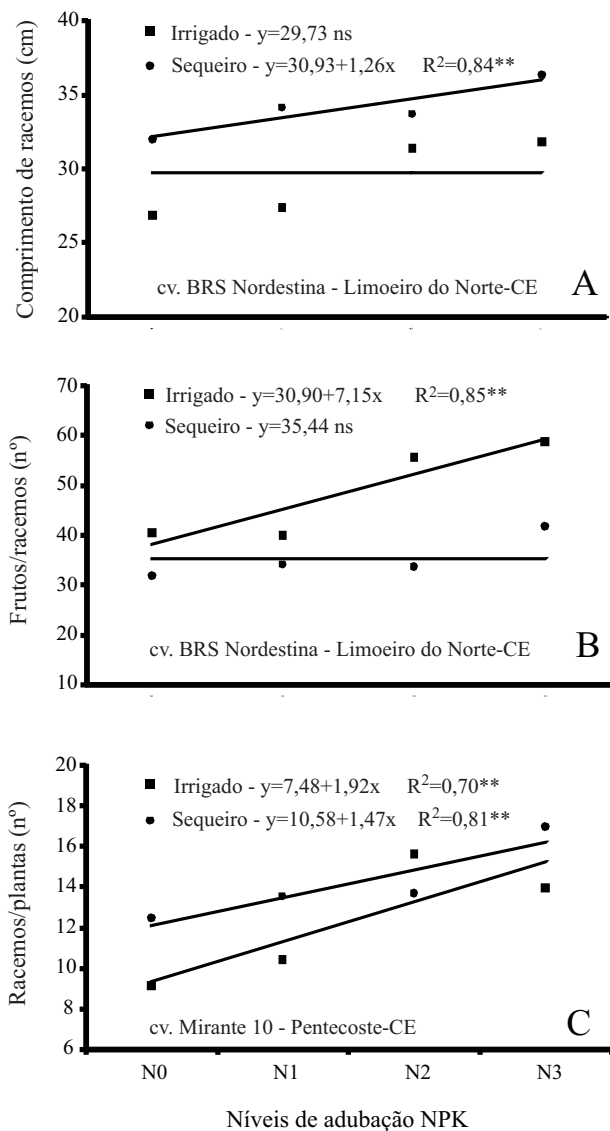


Figura 2 - Efeito da adubação NPK sobre o comprimento de racemo (A), número de frutos por racemo (B) e número de racemos por planta (C) aplicada em duas épocas de plantio para as cvs. BRS Nordestina e Mirante 10. Pentecoste-CE e Limoeiro do Norte-CE, 2006

O número de racemos por planta aumentou conforme foram aumentados os níveis de adubação NPK, com efeito linear significativo da cv. Mirante 10 em Pentecoste, nas duas épocas de plantio (Figura 2C). Tais resultados divergem dos apresentados por Paulo et al. (1997) e Koutroubas et al. (2000) ao observarem que a época de plantio da mamoneira pode influenciar a produção de racemos por planta e com o atraso da semeadura há redução na quantidade dos racemos produzidos. Em Pentecoste o solo era de aluvião, tinha

boa fertilidade natural e apresentava uma infiltração mais lenta, aumentando a quantidade de água disponível às plantas, e esta característica do solo pode ter influenciado sobremaneira os tratamentos tanto com a irrigação suplementar como os de sequeiro.

Conclusões

1. Em Pentecoste a cv. Mirante 10 aumenta seu crescimento em altura, diâmetro caulinar, número de racemos e prolonga seu florescimento quando há aumento no fornecimento de nutrientes conjugado à suplementação hídrica na antecipação do plantio;
2. Em Limoeiro do Norte a cv. BRS Nordestina produz racemos maiores em sistema de plantio sob sequeiro devido ao menor número de racemos produzidos, o que é proporcionado pela menor competição entre mesmos na planta;
3. A menor quantidade de água disponível às plantas no cultivo de sequeiro, mais evidente em Limoeiro do Norte, afeta as estruturas vegetativas e reprodutivas da mamoneira, sendo um fator mais importante que altitudes inferiores a 300 m;

Agradecimentos

À UFC e à CAPES pela concessão de bolsa ao primeiro autor e apoio financeiro ao projeto, à Embrapa Agroindústria Tropical e Embrapa Algodão pelo apoio logístico.

Referências

- AMARAL, J. A. B. et al. **Zoneamento agrícola da mamona no Nordeste Brasileiro safra 2005/2006. Estado da Paraíba.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 9 p. (Comunicado Técnico, 259).
- BARROS JÚNIOR, et al. Consumo de água e eficiência do uso para duas cultivares de mamona submetidas a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** v. 12, n. 04, p. 350-355, 2008.
- BELTRÃO, N. E. de M. et al. Estimativa da produtividade primária de assimilados na cultura da mamona no semi-árido brasileiro. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas.** v. 09, n. 01/03, p. 925-930, 2005.
- CORRÊA, M. L. P.; TÁVORA, F. J. A. F.; PITOMBEIRA, J. B. Comportamento de cultivares de mamona em sistemas de cultivo isolados e consorciados com caupi e sorgo granífero. **Revista Ciência Agrônômica,** v. 37, n. 02, p. 200-207, 2006.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA), Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Sistema de Produção de Informação – SPI, 2006. 412 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) **BRS – 149 Nordestina**. Campina Grande: EMBRAPA ALGODÃO, 2002. Folder.
- GARCIA, F. C. de H.; BEZERRA, F. M. L.; FREITAS, C. A. S. de. Níveis de irrigação no comportamento produtivo do mamoeiro Formosa na Chapada do Apodi, CE. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 02, p. 136-141, 2007.
- KOUTROBAS, S. D.; PAPAKOSTA, D. K.; DOITSINIS, A. Adaptation and yielding ability of castor plant (*Ricinus communis* L.) genotypes in a Mediterranean climate. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 11, n. 03/04, p. 227-237, 1999. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/eja>>. Acesso em: 26 jun. 2007.
- KOUTROBAS, S. D.; PAPAKOSTA, D. K.; DOITSINIS, A. Water requirements for castor oil crops (*Ricinus communis* L.) in a Mediermean climate. **European Journal of Agronomy**, p. 33-41, 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 21 jan. 2006.
- LAVRES JÚNIOR, J. et al. Deficiências de macronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar íris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 2, p. 145-151, 2005.
- MORAIS, H. et al. Escala fenológica detalhada da fase reprodutiva de *Coffea arábica*. **Bragantia**, v. 67, n. 01, p. 257-260, 2008.
- OLIVEIRA, I. J. de.; ZANOTTO, M. D. Eficiência da seleção recorrente para redução da estatura de plantas em mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Ciência Agrotécnica**, v. 32, n. 04, p. 1107-1112, 2008.
- PACHECO, D. D. et al. Produção e disponibilidade de nutrientes para mamoneira (*Ricinus communis* L.) adubada com NPK. **Revista de Biologia e ciências da Terra**, v. 08, n. 01, p. 153-160, 2008.
- PAULO, E. M.; KASAI, F. S.; SAVY FILHO, A. Efeito da largura da faixa de capina na cultura da mamona. **Bragantia**, v. 56, n. 01, p. 145-153, 1997.
- PEZZOPANE, J. R. M. et al. Escala para variação de estádios fenológicos do cafeeiro arábica. **Bragantia**, v. 62, n. 03, p. 499-505, 2003.
- SAVY FILHO, A. **Mamona: tecnologia agrícola**. Campinas: EMOPI, 2005. 105 p.
- SEMENTES ITAQUERÊ. A cultura da mamona no cerrado brasileiro. Primavera do Leste, MT: Sementes Itaquerê/Sementes Armani, 2004. (Fôlder).
- SEVERINO, L. S. et al. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 04, p. 563-568, 2006.
- SEVERINO, L. S.; VALE, L. S. do.; MORAIS, C. R. de A. **Efeito da altitude sobre o crescimento e desenvolvimento de quatro genótipos de mamona**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007, 5 p. (Comunicado Técnico, 339).
- SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de.; Versão do programa computacional assistat para o sistema operacional windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 04, n. 01, p. 71-78, 2002.
- SOUZA, A. dos S. et al. Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. I - componentes de produção. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 04, p. 414-421, 2007a.
- SOUZA, A. dos S. et al. Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. II - crescimento e produtividade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 04, p. 422-429, 2007b.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. (Ed.). **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto alegre: Artmed, 2004. 719 p.
- TÁVORA, F. J. A. **Cultura da mamona**. Fortaleza: EPACE, 1982. 111 p.
- WEISS, E. A. **Oilseed Crops**. London: Longman, 1983. 660 p.