

Cutivo Mínimo de Variedades de Mamona em Rotação com Cereais de Inverno¹

Antonio Carlos Pires Devide², Cristina Maria de Castro² e Cássia Regina Limonta Carvalho³

¹ Aceito para Publicação no 1º Trimestre de 2016.

² Polo Regional Vale Paraíba- APTA-SAA, antoniodevide@apta.sp.gov.br.

³Instituto Agronômico de Campinas IAC-APTA-SAA.

Resumo

A expansão sustentável da ricinocultura no Brasil demanda avaliações quanto ao desempenho de variedades de mamona em diversos ambientes, adequando-se o manejo para prevenir a erosão do solo e os problemas fitossanitários. O sistema de cultivo mínimo (SCM) em rotação com cereais de inverno gera matéria prima para o biodiesel e grãos para alimentação humana, conservando o solo e a água. O objetivo dessa pesquisa foi comparar o desempenho de três genótipos de mamona: AL Guarany 2002, IAC 2028 e IAC Guarani no SCM em rotação aos cereais aveia e triticale no cultivo de sequeiro. O delineamento em blocos ao acaso teve parcelas subdivididas em faixas fixas contendo os cereais, e subparcelas sorteadas com mamona. O aporte de MS dos cereais ($2,57 \text{ t ha}^{-1}$) e da mamona ($2,787 \text{ t ha}^{-1}$) foram equivalentes à fixação de $2,14 \text{ Mg C ha}^{-1}$. A aveia reciclagem mais macronutrientes e o triticale, rendimento de grão superior ($2,5 \text{ Mg ha}^{-1}$). A PC não diferiu entre as variedades de mamona ($1,9 \text{ Mg ha}^{-1}$). IAC 2028 revelou menor massa de grãos e NFR superior. O porte da IAC 2028, mais baixo e a AL Guarany 2002 mais alto.

Palavras-chave: conservação do solo, biocombustível, segurança alimentar.

MINIMUM TILLAGE OF CASTOR BEAN VARIETIES IN ROTATION WITH WINTER CEREALS

Abstract

The expansion of the culture of castor bean in Brazil demand evaluations of adapted genotypes and the correct management to prevent soil erosion and plant health problems. The minimum cultivation system (SCM) rotating castor bean and winter cereals can generate raw material for biodiesel and grain for human consumption, preserving the soil. The objective of this research was to evaluate the performance of three castor bean genotypes: AL Guarany 2002, IAC Guarani and IAC2028 in minimum cultivation on waste of two winter cereals: oats and triticale. The experimental design was randomized blocks with sub-divided plots in fixed tracks containing cereals. Castor bean genotypes were distributed at random in the subplots. Contribution of cereal MS (2.57 t ha^{-1}) and castor bean (2.787 t ha^{-1}) equivalent to the fixation of $2.14 \text{ Mg C ha}^{-1}$, oats recycled more than all macronutrients in respect to triticale, which was more productive (2.5 Mg ha^{-1}). The PC did not differ between castor bean cultivars ($1,903 \text{ kg ha}^{-1}$), with the smallest mass of 100 seeds IAC2028 revealing grains due to harvesting immature, having their income compensated for the NFR. The IAC 2028 presented low postage and AL Guarany 2002 the highest.

Key-words: soil conservation, biofuel, food security.

Introdução

O uso do biodiesel no Brasil diversificou a matriz energética, amenizou a emissão de gases de efeito estufa (GEE) e melhorou a distribuição de renda e de trabalho no meio rural. Entretanto, o crescimento das lavouras bioenergéticas nos moldes convencionais demanda reflexões devido aos impactos ao solo, água, biodiversidade, habitats singulares e à segurança alimentar, pelo crescente uso de recursos naturais, de energia no processo de produção, que pode converter áreas de lavouras alimentícias para a produção de biocombustíveis (BONIN, LAL, 2012).

O efeito estufa, inerente ao consumo de combustíveis fósseis, também, tem tornado a temperatura do planeta mais elevada, causando a desertificação do semiárido brasileiro (NOBRE, 2011). O cultivo de mamona, presente em maior escala no estado da Bahia, tende a se deslocar para a região Centro-Sul, que é mais tecnificada. Apesar de a mamoneira se adaptar ao ambiente seco; que previne problemas fitossanitários; o déficit hídrico reduz o rendimento de grãos, ainda que haja um incremento de óleo em níveis elevados de até 700 ppm de CO₂ atmosférico (VANAJA et al., 2008).

Por outro lado, a introdução da rícino-cultura na região Centro-Sul demanda atenção quanto aos aspectos fitossanitários e de conservação do solo, pois, amplos espaçamentos e o longo crescimento da mamoneira no início do ciclo das plantas, conjugados ao preparo do solo com aração e gradagem em condições de alta pluviosidade, desencadeiam erosão do solo; estimada por Bagatin et al. (2011) em 41,5 t de solo ha⁻¹ ano⁻¹ perdidos no cultivo da mamona no Brasil.

Adequar o manejo do solo-sistema, também, é necessário, pois, a alta umidade do ar, temperaturas amenas e cultivares suscetíveis são condições predisponentes à ocorrência do mofo cinzento - *Amphobotrys rici*; fungo que reduza produtividade e a qualidade do óleo nos grãos (SUSSEL et al., 2011), não havendo genótipos de mamona resistentes.

O sistema de cultivo mínimo (SCM) no plantio de mamona, empregando cereais de inverno em rotação, gera óleo vegetal para o biodiesel, grãos para alimentação humana, diversifica a renda familiar, conserva o solo baixa o *input* externo via a reciclagem de nutrientes e melhora as características do solo, por meio da fixação de carbono dos resíduos vegetais (DEVIDE et al., 2010). A mínima incorporação dos resíduos, também, ajuda a manter baixo o inoculo do fungo presente nos restos culturais da mamoneira (MASSOLA JUNIOR, BEDENDO, 2000).

O objetivo deste trabalho foi avaliar um arranjo diversificado para a lavoura bioenergética da mamona, na região Centro-Sul do Brasil, incorporando externalidades do processo produtivo; tais como a proteção ao meio ambiente, por meio da conservação do solo e o controle fitossanitário preventivo, e reforço à segurança alimentar.

Material e Métodos

Nessa pesquisa, avaliou-se o comportamento de três genótipos de mamona, na implantação do sistema de cultivo mínimo (SCM) sobre os resíduos de cereais de inverno. Da mamoneira, avaliou-se o crescimento, produtividade, rendimento de óleo e sensibilidade ao mofo-cinzento; e dos cereais de inverno, aveia e triticale, a produção de grãos, fitomassa e reciclagem de nutrientes; quantificando o carbono fixado na fitomassa dos resíduos vegetais.

O experimento foi conduzido em Pindamonhangaba, SP ($22^{\circ}55'26''W$ e $45^{\circ}27'42''S$) a 560 m de altitude, em um Latossolo Vermelho amarelo, A moderado, textura argilo-arenosa, relevo ondulado e tipo climático Cwa- quente com inverno seco (classificação de Köppen); nodelineamento emblocos ao acaso e parcelas subdivididas, com cinco repetições.

Os cereais de inverno foram sorteados em parcelas locadas em faixas fixas de 16 m de largura (Fig. 1), sendo eles: aveia branca IAC-7 (*Avena sativa*), de origem mexicana, aptidão para grão e forragem, precoce (90-120 dap), atingindo 120 cm de altura, produz de 1,5 a 3,0 Mg ha⁻¹ de grãos e de 13 a 15 Mg ha⁻¹ de palha, resistente ao crestamento, à ferrugem da folha e oídio, moderada resistência às manchas foliares e alta suscetibilidade à brusone; o triticale IAC-2 (*Xtriticosecale* Wittmack), apresenta média tolerância ao alumínio, suscetível à ferrugem da folha do colmo, moderada suscetibilidade às manchas foliares e moderada resistência ao vírus do nanismo amarelo da cevada, opção de sequeiro, pois, é sensível à germinação na espiga e resiste à debulha manual, ciclo de 135 - 140 dap, atinge 125 cm de altura, moderada resistência ao acamamento (IAC, 2013).

As subparcelas de 16 linhas e 10 m de comprimento receberam ao acaso três genótipos de mamona: AL Guarany 2002, IAC Guarani e IAC 2028, todos com elevado teor de óleo nos grão, frutos indeiscentes, beneficiamento mecânico e colheita a 180 dias (SAVY FILHO, 2005). IAC 2028 com alto potencial produtivo, adaptabilidade, estabilidade e porte baixo; IAC Guarani reúne a rusticidade da variedade Campinas e adaptabilidade da Preta (IAC, 2013) e AL Guarany 2002, obtida por agricultores de São Paulo em seleção de Guarani, tem porte médio (DSMN, 2002).

A fertilidade do solo foi determinada a 20 cm de profundidade: MO = 22 g dm⁻³, pH em água = 4,9; P = 4,0 mg dm⁻³ (Mehlich); K = 0,7 mmol_c dm⁻³; Ca = 19,0 mmol_c dm⁻³, Mg = 12,0 mmol_c dm⁻³ e 38 mmol_c dm⁻³ de H + Al, saturação de bases = 31,7 %,

CTC = 69,7 e V = 45 %. Elevou-se a saturação de bases para 50% incorporando-se o calcário dolomítico, com arado e grade, 60 dias antes do plantio de sequeiro dos cereais (10/05/2008); realizado na densidade de 60 sementes viáveis m^{-2} em linhas equidistantes 30 cm. A adubação de plantio consistiu de 43-11-43 kg ha^{-1} (N, P_2O_5 e K_2O) e próximo à antese, 30 kg de Nha^{-1} . Em colheita mecanizada (120 dap) (Fig. 2), a produção ensacada foi levada ao secador vertical de canecas, classificada, limpa em mesa vibratória com fluxo de ar, convertendo-se o rendimento em $kg\ parcela^{-1}$ para $Mg\ ha^{-1}$.

Para a mamoneira, o preparo do solo foi realizado com gradena época seca, incorporando superficialmente os restos culturais dos cereais. O plantio manual no espaçamento de 1x1m, em covas adubadas com 20-70-40 kg ha^{-1} de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente e aplicação de 45 kg $N\ ha^{-1}$ no desbaste 40 dap, deixando-se uma planta (Fig. 3). Os tratos culturais consistiram de duas capinas manuais; a primeira foi seletiva no entorno das plantas (coroamento); epulverizações semanais preventivas com fungicidas hidantoína (600ml : 400 litros ha^{-1} SL [500 g l^{-1}]) e benzimidazóis (280g : 400 litros ha^{-1} PM [700 g kg^{-1}]) alternadas e intercaladas a obiofertilizante Agrobio (16 litros : 400 litros de calda ha^{-1}).

A colheita foi parcelada, dos racemos primários (Fig. 4) e secundários + terciários, devido ao mofo-cinzeno, cuja intensidade foi estimada atribuindo-se notas: 1 - ausência de sintomas visíveis nos frutos, 2 - até 20 % de frutos exibindo hifas com aparência similar ao algodão, 3 - 21 a 50 % de frutos com sintomas e nota 4 - mais de 51 % de sintomas. Na colheita, avaliaram-se o diâmetro do caule 20 cm acima do solo, altura das plantas (HP), os racemos na planta (primário/HRP, secundário/HRS e terciário/HRT) e produtividade (PT), convertida para $Mg\ ha^{-1}$. O número de médio de racemos (NRP, NRS), de frutos por racemos (NFRP, NFRS), amassa seca de 100 grãos (Mpri, Msec) e o teor de óleo.

A massa seca (MS) e os teores de nutrientes foram determinados em amostras de plantas cortadas rente ao solo, sendo cinco amostras dos tecidos de cada cereal obtida no centro das subparcelas, em uma área de 1,0x2,0m; três plantas de cada genótipo de mamona, em cada subparcela. Os resíduos pesados, triturados e secos em estufa de circulação de ar a 65 °C até peso constante; moídos e homogeneizados, forneceram cinco subamostras, usadas na determinação da composição química. Para metais, utilizaram-se os métodos US-EPA, SW-846, método 3051 por fotômetro de chama para

Na e K; para os demais, por ICP-AES e Nitrogênio total,Kjeldahl (COSCIONE et al., 2006) (Tabela 2).

A umidade dos grãos de mamona foi determinada em subamostras de 200g de cada genótipo, secas a 60 °C, trituradas em moinho de facas com câmara de refrigeração por circulação de água. Os lipídeos, extraídos e quantificados pelo método gravimétrico com solvente *Butt* hexano (FIRESTONE, 1998) e os teores de óleo expressos em base seca. A análise de variância realizada com o Programa SISVAR e a comparação de médias com o teste de Tukey ($p < 0,05$). Para óleo e massa de 100 grãos, utilizou-se o teste t Student ($p < 0,05$).

A fixação de C nos resíduos vegetais na implantação do SCM foi estimada por meio da conversão da MS para energia, com base na relação de que 1,0g de MS equivale a 17J de energia; 4,06 Cal de energia equivale a 0,4g de C, que por sua vez equivale a 1,5g de CO₂ (KVET et al., 1971).

Resultados e Discussão

Avaliação da reciclagem de nutrientes e C-org

A produção comercial da aveia branca IAC 7 (1,4 Mg ha⁻¹) foi inferior à média de 2,2 kg ha⁻¹, na mesma época, para a região Centro-Sul (CONAB, 2013); e de 2,5 Mg ha⁻¹ com a mesma cultivar irrigada em Botucatu-SP (FIGUEIREDO et al., 2013). Entretanto, o rendimento do triticale IAC 2-Tarasca foi superior (2,5 Mg ha⁻¹) e portou 1,94 Mg ha⁻¹ de MS (Tabela 1). O curto intervalo da emergência ao florescimento da aveia IAC 7 faz o período de enchimento dos grãos compacto e mais suscetível a estresses ambientais, limitando a contínua produção de fitomassa. A tolerância do triticale à seca no inverno e às deficiências nutricionais, complementada por sua resistência às doenças e o bom potencial produtivo, mesmo sobre condições marginais, o habilita para elevar a produção dos cereais globalmente (NASCIMENTO JUNIOR et al., 2004) e contribui na fixação do carbono ao solo. Ainda que a produtividade seja determinada pelo genótipo, condições edafoclimáticas e interações desses fatores, também, devem ser analisadas (FIGUEIREDO et al., 2013), selecionando-se genótipos específicos para cada região.



Fig. 1 - Triticale e Aveia ao fundo.



Fig. 2 - Colheita mecânica dos cereais.



Fig. 3 -SCM de mamona na palha da aveia. Fig. 4 -Colheita parcelada de mamona.



Em relação à reciclagem de nutrientes, a aveia superou o triticale com a seguinte relação: K>N>Ca>Mg>S>P>Na, e dos micronutrientes: Fe>Mn>B, apenas Zn>Cu estiveram mais abundantes no triticale. O boro, presente em grandes quantidades na aveia e mamona, apresentou baixo teor foliar do triticale (Tabela 1). Os cereais também reciclaram significativas quantidades de ferro, em comparação à mamona.

A aveia branca é fonte de calorias, proteínas e quando empregada como forragem na pecuária de leite, tolera diversos cortes (Boletim 200, IAC); porém, o mau manejo pode resultar em queda da cobertura do solo e produção de grãos (REICHARDT et al., 2008). O triticale une a rusticidade do centeio, com grãos e espigas semelhantes aos do trigo, teor de proteína superior ao milho e aptidão para alimentação humana e animal, como grãos e forragem (FERROLLA et al., 2007).

Tabela 1 – Produção comercial (PC), teores de matéria seca (MS), carbono (C) e nutrientes na fitomassa da aveia, triticale e mamona. Pindamonhangaba, SP (2008)

Cultura	PC	MS	C	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	Mg ha ⁻¹	----- kg ha ⁻¹ -----						----- g ha ⁻¹ -----							
Aveia	1,4	2,4	0,9	28	3,0	45	6,4	4,5	3,8	1622	86	7,6	2869	109	55
Triticale	2,5	2,7	1,2	22	1,8	28	3,7	2,5	2,8	517	3,4	8,0	1762	121	98
Mamona	1,9	2,8	1,1	12	1,7	59	5,6	3,3	1,9	287	29	2,1	152	35,2	97

Dos macronutrientes reciclados pelos cereais, essenciais para a mamoneira, destacam-se o K⁺ (54 kg ha⁻¹) e Ca⁺² (6,4 kg ha⁻¹); que são íons ativos ligados à manutenção do balanço de cargas, extrusão de H⁺ das raízes e regulação do pH na planta (ALLEN et al., 1985). A quantidade de íons K⁺ reciclados foi suficiente para obter-se bom rendimento de mamona (SAVY FILHO, 2005), excetuando as perdas e imobilizações que ocorrem no solo.

A rotação de culturas na entressafra ajuda a minimizar a lixiviação de nutrientes móveis, tal como o K⁺, sendo 80% desse nutriente liberado em menos de 30 dias, após o corte da aveia (SANTI et al., 2000). O SCM de mamona intensifica a retenção e a imobilização, enquanto que comaração e gradagem as perdas de Ca⁺², Mg⁺³ e C-org são mais intensas, principalmente, na enxurrada, adsorvidos aos coloides do solo ou solúveis em água (BERTOL et al., 2005). No manejo convencional, NH₄⁺ e NO₃⁻ são carreados na água e o N no sedimento (GUADAGNIN et al., 2005). Na época seca os cereais fornecem MS com alta relação C/N, imobilizam maiores quantidades de N-lábil na camada superficial, retardando a decomposição da matéria orgânica rica em C, elevando a fixação do N e íons móveis, tais como o K⁺, requeridos no processo de decomposição e síntese de compostos orgânicos, melhorando a agregação e a estrutura física do solo.

Em termos hidrológicos, a rotação de cultivos é benéfica, pois, a rizosfera das gramíneas estrutura a camada superficial, enquanto a mamoneira explora o solo em profundidade, ajustando a recarga hídrica, evitando o processo de voçorocamento; natural em pastagens degradadas no domínio de ‘mares de morros’. Com o crescimento da mamoneira, a reciclagem de K⁺ (59 kg ha⁻¹) se intensifica, o dossel intercepta a chuva e impede o impacto das gotas nos agregados do solo; favorece a infiltração da

água por meio de canais e galerias abertas por intermédio da fauna do solo no processo de decomposição das rizosferas, minimizando o escorramento superficial. Na Índia, a rotação de sorgo e mamona em SCM resultou em alta produtividade e melhoria da qualidade do solo, aportando 90 kg de N ha⁻¹, contribuindo para a manutenção da qualidade do sistema, o aporte de N, K e S, incrementos de carbono microbiano e a condutividade hidráulica (SHARMA et al., 2005).

O SCM em implantação proporcionou produção comercial média de 1,89 Mg ha⁻¹ de grãos de mamona e 2,78 Mg ha⁻¹ de MS na parte aérea (Tabela 1), obtendo-se a seguinte relação dos macronutrientes K>N>Ca>Mg>S>P e micronutrientes Na>Fe>Zn>Mn>B>Cu; sendo abundantes os teores de K⁺, Ca²⁺ e Zn¹⁺. O aporte médio de MS da parte aérea da mamona (2,78 Mg ha⁻¹) no SCM em implantação foi inferior aos registros de Savy Filho (2005) (5,5 Mg ha⁻¹), possivelmente, devido aos fatores ambientais, fisiológicos e fitossanitários, pois, o mofo-cinentolevou à senescência de órgãos das plantas, tais como folhas, pecíolos, racemos e frutos, que não foram computados na estimativa da MS da mamoneira.

Afixação de CO₂ durante a implantação do SCM foi de 4,18 Mg CO₂ ha⁻¹ na parte aérea da mamona; 3,41 Mg CO₂ ha⁻¹ na aveia e 4,30 Mg CO₂ ha⁻¹ no triticale, representando um total de 3,17 Mg ha⁻¹ de C-org, minimizando as emissões de GEE. Os cereais se adaptaram ao solo de baixa fertilidade natural e à estiagem prolongada, produzindo grãos para alimentação, reciclando nutrientes retornados em cobertura, impedindo e/ou retardando o desenvolvimento de plantas espontâneas indesejáveis, protegendo o solo da erosão (DEVIDE et al., 2008).

Contrastes observados no porte das plantas e na distribuição dos racemos de mamona: IAC 2028 com estatura mais baixa, apta à mecanização; IAC Guarani e AL Guarani 2002 com alturas de racemos terciários superiores (Tabela 2). Diferenças notáveis apenas para o diâmetro de colo, superior na parcela com triticale (36,5 mm) [CV (%) 8,83; DMS 2,50] (Tukey p<0,05).

Tabela 2 - Comportamento de três cultivares de mamona em cultivo mínimo sobre cereais de inverno. Pindamonhangaba, SP (2008)

Cultivar	HP	HRP	HRS	HRT	MS
	----- cm -----				Mg ha ⁻¹
IAC Guarani	187,11 ab ¹	38,11 b	74,22 a	109,33 b	3,27 a
AL Guarany	203,80 b	45,30 ab	80,70 a	119,80 b	3,15 a
IAC 2028	170,90 a	46,60 a	84,80 a	102,80 a	2,50 a
CV	10,94	13,92	15,67	15,75	30,18
DMS	26,70	7,89	16,36	22,72	4,85

¹Letras minúsculas iguais nas colunas indicam diferenças não-significativas (Tukey $p<0,05$); HP: altura da planta; HRP: altura racemo primário; HRS: altura do racemo secundário; HRT: altura do racemo terciário; MS: massa seca parte aérea.

A colheita mecânica de mamona demanda plantas baixas com reduzido diâmetro do colo (POLETINE et al., 2004). IAC 2028 apresentou porte baixo (150 a 180 cm), posição elevada do racemo primário e mais baixa do terciário, favorável à mecanização. Em comparação às demais, a estrutura plano-foliar da IAC 2028 é pouco mais compacta sem que isto resultasse em diferenças no aporte de MS; porém, favorece o mofo-cinzento da mesma maneira. O diâmetro de colo superior sobre o triticale pode dificultar a colheita mecanizada. A diferença deve ter surgido por interações das culturas com o solo, pois, a arquitetura das folhas dos cereais é distinta, sendo a aveia pendente e a do triticale, ereta, deixando o solo mais exposto. A respectiva HRP, HRS e HST na IAC 2028 foi de 46, 84 e 102 cm, distintos dos valores de 60, 75 e 120 cm de altura citados por Savy Filho et al. (2007ab). Em Pelotas/RS, AL Guarany 2002 e IAC Guarani apresentaram alturas médias mais baixas de 160 cm (SILVA, 2005). Poletine et al. (2004) relatam o alongamento da AL Guarany 2002 no espaçamento 1,0 x 0,5 m, considerada de porte médio, preconizando o espaçamento 1,5 x 1,0 m (DSMM, 2002).

Componentes da produtividade de mamona constam na Tabela 3; AL Guarany 2002 e IAC Guarani produziram maior NRS enquanto IAC 2018, maior NFRP e NFRS (Tabela 3).

Tabela 3 –Produtividade de grãos e óleo e componentes do rendimento de cultivares de mamona em SCM e rotação com cereais de inverno. Pindamonhangaba, SP (2008)

Cultivar	PT	Mpri	Msec	NRP	NRS	NFRP	NFRS
	kg/ha	----- g -----					
IAC Guarani	1.851a	44,00b	41,17b	0,90a	41a	5,84b	25 ^a
AL Guarany	2.046a	43,70b	39,55b	0,93a	40a	6,17b	26ab
IAC 2028	1.811a	35,70a	34,45a	0,95a	53b	4,48a	31b
CV	13,51	2,44	4,28	8,42	10,45	18,18	14,96
DMS	335,3	1,31	2,14	0,10	6,10	53,31	5,38

*médias de cinco repetições; letras minúsculas iguais nas colunas indicam diferenças não-significativas (Tukey $p<0,05$). Legenda: produtividade total (PT), massa de 100 grãos dos racemos primários (Mpri), secundários+terciários (Msec); número de racemos primários (NRP) e secundários+terciários (NRS) por planta, e de frutos por racemo primário (NFR) e secundário+terciário(NFRS).

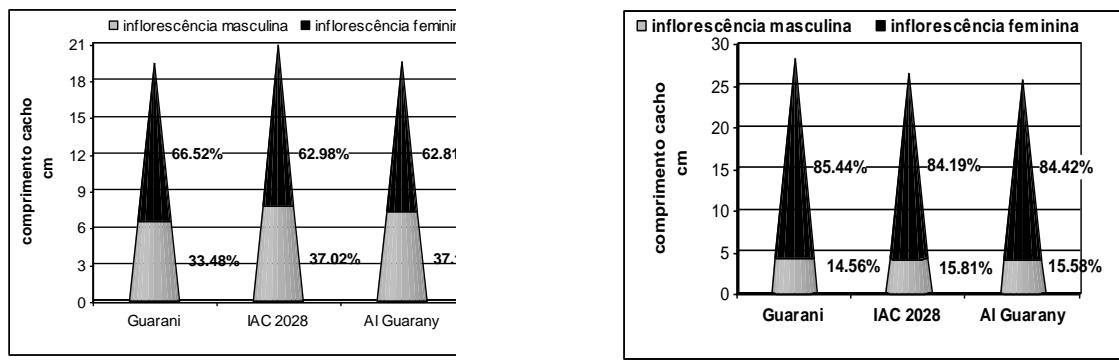
Savy Filho et al. (2007) relatam produtividade média de 1.950 kg ha^{-1} da IAC 2028 em quatro safras, dados estes semelhante aos presentes resultados, superando em 15,8 % a IAC Guarani, que obteve massa de 100 grãos de 45 g. No estado do Paraná, a produtividade da AL Guarany 2002 foi de 1.660 kg ha^{-1} , em SPD sobre braquiária e de 1.220 kg ha^{-1} para IAC Guarani (FONSECA JUNIOR et al., 2007). Yarolavskaya (1986), citado por Azevedo et al. (2006), já anunciam o rendimento superior de mamoneira em rotação com aveia para grãos, em comparação ao girassol, milho ou com a mamona antecessora, neste caso, resultando na queda de 18% no rendimento de grãos.

Tabela 4–Teor de óleo em grãos de cultivares de mamona em SCM e rotação com cereais de inverno. Pindamonhangaba, SP (2008)

Cultivar	Teor de óleo	
	Aveia	Triticale
IAC Guarani	47,93	48,73
AL Guarany	45,46	46,81
IAC 2028	45,90	48,04

A massa de 100 grãos nos racemos primários (Mpri) e secundários + terciários (Msec) foi inferior na IAC 2028 e o teor de óleo superior na rotação como triticale, seguindo à mesma tendência: IAC Guarani>IAC 2028>AL Guarany 2002 (Tabela 3 e 4). Similaridade de rendimento, obtendo-se maior número de racemos por planta em AL Guarany 2002 e IAC Guarani (Tabela 3) e maior número de frutos por racemo em todas as avaliações na IAC 2028. Savy Filho et al. (2007), descreveram a IAC 2028 com uma inflorescência primária, cinco a sete secundárias e de sete a nove terciárias.

Os estresses ambientais (nutricional, luminoso, hídrico, térmico e doenças) provocam alterações na expressão do sexo das flores da mamoneira (BELTRÃO, 2006). Devido a essas interações, não há muitos estudos sobre mudanças de expressão sexual em distintos ambientes e fases fenológicas. Nessa pesquisa, registramos um incremento no rendimento de frutos em racemos terciários de 85% (Figura 5), que pode ser relacionar aos fatores ambientais, à diminuição do inoculo de mofo-cinzento, à fase fenológica, dentre outros fatores.



(a)

(b)

Fig.5 - Comprimento do racemo primário (a), secundário/terciário (b) e o porcentual de flores femininas, Pindamonhangaba, SP (2008)

O fotoperiodismo é a variável mais importante na mudança da sexualidade da mamoneira (BELTRÃO, 2006). O ideal são 15 horas de luz e uma proporção de 2,3 flores femininas para uma masculina (SAVY FILHO, 2005). No Vale do Paraíba, a frutificação coincidiu com aumento da precipitação pluvial (150 a 180 mm) nos meses de novembro a janeiro. A massa de 100 grãos obtida no racemo primário (41,13g) superou o racemo secundário+terciário (38,39g); teor de óleo ligeiramente inferior no primário (44,36 %), contra 45,70 % nos racemos secundário+terciário. Possíveis diferenças podem estar associadas ao mofo-cinzento, já estabelecido, resultando no maior percentual de grãos chochos em racemos secundários; pois, o controle preventivo não foi eficaz, causando danos aos frutos e demandando a colheita parcelada (Tabela 3).

Os racemos primários maduros foram mais infectados e exibiram sintomas que levaram à queda de frutos não computados na produção. Em março, colheram-se os racemos restantes com a massa de 100 grãos da IAC Guarani e AL Guarany 2002 inferiores aos valores obtidos por Savy Filho et al. (2008) (Tabela 3). O ideal, para as cultivares IAC Guarani e IAC 2028, é de 43 e 45 g, respectivamente, com teor de óleo de 47 % (SAVY FILHO et al., 2007; SAVY FILHO, 2005).

O fungo causador do mofo-cinzento, *A. ricini*, infectou mais de 70% dos racemos primários. Favorecido pela disseminação policíclica dos esporos por respingos da chuva, vento e alta temperatura, formou massa pulverulenta cinza escura recobrindo extensas áreas com manchas azuladas (MASSOLA JR. e BEDENDO, 2005) (Tabelas 5).

Tabela 5 – Grau de severidade de mofo-cinzento em racemos de amona, Pindamonhangaba, SP (2008)

Cultivar	RP		RS		RT	
	Triticale	Aveia	Triticale	Aveia	Triticale	Aveia
IAC 2028	3,8 ¹	3,9	3,9	3,8	1,2	1,9
AL Guarany 2002	3,8	3,7	3,5	3,6	2,4	2,6
IAC Guarani	3,6	3,8	3,6	3,9	1,8	2,5

¹ média de 10 plantas, notas: (1) 0% de frutos com sintomas; (2) até 20%; (3) 21 - 50%; (4) ≥ 51%, avaliação em fevereiro/2007.

O controle fitossanitário, o aumento da irradiação luminosa, temperatura mínima abaixo de 21°Cna emissão dos racemos secundários e terciários foram condições favoráveis à diminuição da severidade da doença; que caiupara 51,23% (Tabela 5).O período de molhamento foliar e a temperatura elevada são fatores predisponentes ao patógeno. Na ausência de molhamento, não ocorre infecção (SUSSEL et al., 2011).Porém, ainda são poucas informações sobre a reação da mamoneira ao mofo cinzento. Há programas de melhoramento que buscam obter novos genótipos com níveis mais elevados de resistência (MILANI et al., 2005). Entretanto, o manejo do fitopatossistema através do SCM, empregando a rotação com cereais de inverno, pode ajudar a combater o inoculo do patógeno,que permanece em restos culturais (MASSOLA JR. e BEDENDO, 2005).

A demanda por sistemas conservacionistas de produção se deve à situação da maioria dos solos tropicais,de baixa fertilidade natural, degradados ou em vias de restauração (MENEZES, 2008), por vezes, sem ter comorecuperar-se isoladamente. Sistemas conservacionistas de preparo do solo proporcionam menor custo energético e reduzem a emissão de CO₂ para atmosfera. O sistema de plantio direto (SPD) em um Argissolo Vermelho amarelo proporciona menor consumo de combustível e menor gasto energético (53%), seguido do SCM (78%) com grade de disco leve em relação ao convencional.Uma economia de energia de 1.217 e 578 MJ ha⁻¹ equivalente a 25,5 e 12,1 litros de óleo diesel para cada hectare de solo preparado (FERNANDES et al., 2008).

Conclusões

Os genótipos de mamona se adaptaram ao sistema de cultivo mínimo, obtendo-se alto rendimento de grãos e de óleo, sendo a IAC2028 de porte baixo e Al Guarany 2002 mais alto.

O rendimento de grãos, a cobertura do solo e a reciclagem de nutrientes essenciais para a mamoneira, justificaram o emprego da aveia e do triticale no sistema de cultivo mínimo.

A dificuldade de controle do mofo cinzento e a ausência de genótipos de mamona resistentes para a região Centro-Sul do Brasil demandam mais pesquisas para futuras recomendações.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao pesquisador Ângelo Savy Filho do IAC (*in memoriam*) e aos estagiários: Erick Kozlowski, Alessandro Henrique Anacleto, da Universidade de Taubaté. Pesquisa financiada pela Fundação de Apoio à Pesquisa Agrícola.

Referências

ALLEN, S.; RAVEN, J. A.; THOMAS, G. E. Ontogenetics Changes in the Chemical Composition of *Ricinus communis* Grown with NO_3^- or NH_4^+ as N Source. **Journal of Experimental Botany**, v.36, n.164, 413-425, 1985.

AZEVEDO, D. M. P.; SEVERINO, L. S.; GONDIM, T. M. S. **Cultivo da mamona**. Embrapa Algodão, Campina Grande, 2^a ed. Versão Eletrônica, 2006. (Sistemas de Produção 4). Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/SistemaProducaoMamona/index.htm>. Acesso em: 05 fev 2015.

BAGATINI, T. et al. Perdas de solo e água por erosão hídrica após mudança no tipo de uso da terra, em dois métodos de preparo do solo e dois tipos de adubação. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v. 35, n. 3, p.999-1011, 2011.

BELTRÃO, N.E.M. et al. O cultivo sustentável da mamona no semi-árido brasileiro. Campina Grande, PB. 2006 (Cartilha 1).

BERTOL, I. et al. Preparo do solo, erosão hídrica, perdas de cálcio, magnésio e carbono orgânico. **Sci. agric.**[online].v.62, n.6, p.578-584, 2005.

BONIN, C.; LAL, R. 2012. Agronomic and ecological implications of biofuels. **Advances in Agronomy**. 2012 v. 117 p. 1-50. Disponível em: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201500175731> Acesso em: 12/03/2014.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2013/2014**. Brasília, v. 1, n.2. 68p. 2013.

COSCIONE, A. R.; CAMARGO, O. A.; ANDRADE, J. A. Remediação de solos contaminados com elementos tóxicos. In: ANDRADE, J. C. & ABREU, M. F. **Análise**

química de resíduos sólidos para monitoramento e estudos agroambientais. Campinas, p.178, 2006.

DEPARTAMENTO DE SEMENTES E MUDAS (DSMM). **Mamona Al Guarany** Campinas: CECOR, SAA/CATI, 2002. (Folder).

DEVIDE, A. C. P. et al. Plantio direto de mamona “IAC 80” com culturas alimentares. **Ciênc. agrotec.**, v.34, n.3, p.653-659, 2010.

FONSECA JÚNIOR, N.S.; ANJOS E SILVA, S.D.; BARROS, L.M.; ROSSETTO, T. Avaliação de genótipos de mamona para a região centro-sul do estado do Paraná. **Resumos... 4º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel**, 1593-1598. 2007

FERNANDES, H. C. et al. Avaliação do custo energético de diferentes operações agrícolas mecanizadas. **Ciênc. agrotec.**, v.32, n.5, p.1582-1587, 2008.

FERROLLA, F. S. et al. Produção de matéria seca, composição da massa de forragem e relação lâmina foliar/caule + bainha de aveia-preta e triticale nos sistemas de corte e de pastejo. **R. Bras. Zootec.**, v.36, n.5, p.1512-1517, 2007.

FIGUEIREDO, P. G.; CRUZ, S. J. S.; REPKE, R. A., CRUZ, S. C. S.; BICUDO, S. J. Avaliação de cultivares de cereais de inverno nas condições de Botucatu São Paulo. **RevistaAgrotecnologia**, Anápolis, v. 4, n. 2, p. 43 - 56, 2013. Acesso em: 3/12/2015.

FIRESTONE, D. **Official methods and recommended practices of the american oil**. Chemists Society, AOCS, 5th ed., VOL I - II, CHAMPAIGN, 1998.

GUADAGNIN, J.C. et al. Perdas de solo, água e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v.29, n.2, 2005.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS (IAC). **Mamona IAC-2028, Triticale IAC 2Tarasca e Aveia IAC 7**, Centro de Comunicação e Transferência de Conhecimento, SAA/IAC, 2013. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/cultivares/> Acesso em: 06 nov. 2013.

KVET, J.; ONDOK, J.P.; NECAS, J; JARVIS, P.G. 1971. Methods of growth analysis. p. 343-391. In: Sestak, Z.; Catsky, J.; Jarvis, P.G. (eds.) **Plant photosynthetic production**. Manual of Methods. W. Junk, The Hague.

MASSOLA JÚNIOR, N. S.; BEDENDO, I. P. Doenças da mamoneira (*Ricinuscommunis*) In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. (Ed.) **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5. ed. Piracicaba: Livroceres, 2005. p. 445-447.

MILANI, M. et al. **Resistência da mamoneira (*Ricinuscommunis* L.) ao Mofo Cinzento causado por *Amphobotrysricini***. Embrapa Algodão. Documentos 137. Campina Grande p.22, 2005.

NASCIMENTO JUNIOR, A. do; BAIER, A. C.; TEIXEIRA, M. C. C.; WIETHÖLTER, S. Triticale in Brazil. In: **Triticale improvement and production**. 2004. Journal. FAO Plant Production and Protection Series. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/y5553e/y5553e02.pdf>> Acesso em: 02/02/2015.

NOBRE, P. 2011. Módulo 1 Políticas públicas - Mudanças Climáticas e desertificação: os desafios para o Estado Brasileiro. In: **Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Ricardo da Cunha Correia LIMA, R. da C. C. R., Cavalcante, A. de M. B.; Perez-Marin, A. M. (Eds.). Campina Grande: INSA-PB, p.25-34, 2011.

POLETINE, J.P.; AMARAL, J.G.C. do; ZANOTTO, M.D.; MACIEL, C.D.G. Avaliação de cultivares de mamona (*Ricinuscommunis* L.) para o Estado de São Paulo. I Congresso Brasileiro de Mamona. **Resumos...** Campina Grande, 2004. CD-ROM.

REICHARDT, J.; MAUAD, M.; WOLSCHIK, D. Adubação nitrogenada aplicada no início do perfilhamento da aveia preta. **Agrarian**, v.1, n.2, p.71-81, out./dez. 2008.

SANTI, A.; AMADO, T. J. C.; ACOSTA, J. A. de A.; ROSSATO, R.. R.; PONTELLI, C. B.; GRAPPEGIA JUNIOR, G. Ciclagem de nutrientes pela aveia preta

influenciada por doses de nitrogênio. In: CONGRESSO FERTBIO, 2000, Santa Maria, **Resumos...** Santa Maria : UFSM, 2000.

SHARMA, K. L. et al. Long-term soil management effects on crop yields and soil quality in a dryland Alfisol. **Soil&TillageResearch**, v.83, p. 246–259, 2005.

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

SAVY FILHO, Aet al. Novas Cultivares IAC-2028: nova cultivar de mamona. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.3, p. 449-452. 2007.

SAVY FILHO, A; REGITANO NETO, A. **Mamona IAC-2028**. Campinas: Centro de Comunicação e Transferência do Conhecimento, Instituto Agronômico, 2007 (folder).

SILVA, S. D. dos A. **A cultura da mamona na região de clima temperado: informações preliminares**. 33p. 2005. Documentos 149. http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/documentos/documento_149.pdf.

SUSSEL, A. A. B.; POZZA, E. A.; CASTRO, H. A.; LASMAR, E. B. C. Incidência e severidade do mofo-cinzento-da-mamoneira sobre diferentes temperaturas, períodos de molhamento e concentração de conídios. **Summa Phytopathologica**, v.37, n.1, p.30-34, 2011.)

VANAJA, M. et al. 2008. Growth and yield responses of castor bean (*Ricinuscommunis* L.) to two enhanced CO₂ levels. **PlantSoilEnviron.**, 54, 2008 (1): 38–46. Disponível em:<<http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/00571.pdf>> Acesso em: 10/01/2014.