



## **CARACTERÍSTICAS FITOTÉCNICAS DE CULTURAS AGROENERGÉTICAS DE OUTONO-INVERNO, CULTIVADAS EM SISTEMA DE ROTAÇÃO E SUCESSÃO, NA SAFRA 2014.**

Paulo César Cardoso<sup>(1)</sup>, José Arnaldo Granato<sup>(2)</sup>, Hideraldo Zampar Júnior<sup>(3)</sup>

### **RESUMO**

O objetivo desse trabalho foi estudar as características agrônômicas de culturas agroenergéticas de outono-inverno para a produção de biocombustíveis, em sistemas de semeadura direta, sucessão e rotação de culturas. Antes da semeadura, os restos culturais das culturas anteriores de soja, milho e mamona foram manejados com roçadeira e produtos químicos. As culturas foram semeadas em abril de 2014, no Campo Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, em Londrina, PR. As culturas utilizadas na estação de cultivo foram o crambe, canola, cártamo, girassol, milho e aveia branca. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, com três repetições. A dimensão de cada parcela é de 8 m de largura por 11 m de comprimento, totalizando 54 unidades experimentais. Foram efetuados adubação de cobertura, controle de pragas e doenças e controles químico e manual de ervas daninhas. A alta concentração de palha, deixada pela cultura do milho primavera-verão, não culmina em alta produtividade de grãos dos cultivos de outono-inverno em sucessão, quando as condições climáticas da estação mais fria são favoráveis. As culturas oleaginosas do outono-inverno apresentam produtividade de grãos superiores a 1.700 kg ha<sup>-1</sup>. Entre as culturas estudadas, o crambe apresenta o menor ciclo e o cártamo o maior até a colheita, com valores de 103 e 165 dias, respectivamente. A produtividade de grãos, altura de plantas e peso de mil sementes de milho 2ª safra são prejudicadas pela sucessão milho/milho. A rotação e sucessão de culturas são práticas recomendáveis para o cultivo de culturas agroenergéticas no norte do estado do Paraná.

**Palavras-chave:** Biodiesel, agroenergia, oleaginosas, sistema de produção.

<sup>(1)</sup>Eng. Agrônomo Dr. / Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR, Rod. Celso Garcia Cid - PR 445, km 375, CEP 86047-902, Londrina, PR. [cardosopc@iapar.br](mailto:cardosopc@iapar.br) ; <sup>(2)</sup>Téc. Agropec. Eng. Agrícola – IAPAR – Londrina, PR. [jagranato@iapar.br](mailto:jagranato@iapar.br) ; <sup>(3)</sup>Bolsista PIBIC/CNPq - Estudante Agronomia / Universidade Estadual de Londrina – UEL, Rod. Celso Garcia Cid - PR 445, Km 380, s/n - Campus Universitário, CEP 86057-970, Londrina – PR. [hj\\_junior@msn.com](mailto:hj_junior@msn.com)

# AGRONOMIC CHARACTERISTICS OF AGRO-ENERGY CROPS AUTUMN-WINTER, CULTURED IN ROTATION SYSTEM AND SUCCESSION IN CROP 2014.

Paulo César Cardoso<sup>(1)</sup>, José Arnaldo Granato<sup>(2)</sup>, Hideraldo Zampar Júnior<sup>(3)</sup>

## SUMMARY

The objective of this work was to study the agronomic characteristics of agro-energy crops autumn-winter for the production of biofuels, in tillage, crop rotation and succession systems. Before sowing, the cultural remains of previous crops of soybeans, corn and castor were managed with mowing and chemicals. The cultures were sown in April 2014 on an experimental field of the Agronomic Institute of Paraná - IAPAR in Londrina, PR. The crops in the growing season were the crambe, canola, safflower, sunflower, corn and oat. The experimental design was randomized blocks in a split plot design with three replications. The dimension of each plot is 8 meters width and 11 meters in length, totalizing 54 plots. Topdressing were made, pest and disease control and chemical control and manual weed. The high concentration of straw left by the spring-summer corn, does not culminate in high grain yield of autumn-winter crops in succession, when the climatic conditions of the colder season are favorable. The oilseeds autumn-winter show grain yield in excess of 1700 kg ha<sup>-1</sup>. Among the crops studied, crambe has the lowest cycle and safflower the largest to harvest, with values of 103 and 165 days, respectively. Grain yield, plant height and weight of a thousand 2nd harvest corn seeds are damaged by corn / corn. The rotation and crop succession are best practices for growing agro-energy crops in northern Paraná state, Brazil.

**Key-words:** Biofuels, bioenergy, oilseeds, production system.

## INTRODUÇÃO

Para oferecer subsídios técnicos para o programa de agroenergia e impulsionar o agronegócio dos biocombustíveis no estado do Paraná, o Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR iniciaram-se as pesquisas com culturas oleaginosas no final de 2004.

Atualmente, o óleo de soja é a principal matéria prima para a produção de biodiesel no Brasil, com participação de 80 a 85% e, segundo o MME-ANP (2015), a ANP Agência Nacional do Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis informa que no Brasil, desde novembro de 2014, são misturados 7% de biodiesel no petrodiesel, comercializados nos postos de combustíveis.

Entre as seis culturas agroenergéticas estudadas no projeto na safra de outono-inverno, quatro são oleaginosas, e dentre essas o crambe (*Crambe abyssinica Hochst*) se destaca por sua boa adaptação, rusticidade e ciclo curto (Pitol *et al.*, 2010).

A canola (*Brassica napus* L. var. oleifera) tem como origem a planta de colza que, submetida ao melhoramento genético convencional reduziram-se os teores mais elevados de ácido erúico e glucosinolatos presentes nos grãos da colza. Segundo a história as civilizações antigas da Ásia e Europa usavam o azeite de colza (Tomm *et al.* 2007).

Genótipos de girassol (*Helianthus annuus L.*) são posicionados para cada região com adaptação às divergentes regiões brasileiras (Carvalho *et al.* 2008).

O cártamo (*Carthamus tinctorius L.*) possui características de planta herbácea anual, muito ramificada, ereta, de hastes branco-tomentosas, de 30-130 cm de altura, nativa possivelmente em regiões semiáridas do Mediterrâneo (Kinupp & Lorenzi, 2014).

Um manejo bem sucedido é a prática da rotação de culturas, principalmente no sistema plantio direto, no qual os restos culturais mantidos sobre a superfície do solo não favorecem a sobrevivência dos fungos por meio de suas estruturas de resistência (Shioga *et al.*, 2012).

A Aveia branca (*Avena sativa*) apresenta uma cobertura superficial favorável ao solo em um sistema de semeadura direta com vários benefícios agrícolas (Castro *et al.* 2012).

## OBJETIVOS

Estudar as características fitotécnicas de culturas agroenergéticas de outono-inverno, em sistemas de semeadura direta, rotação e sucessão de culturas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Instalou-se em abril de 2014 o experimento com culturas agroenergéticas de outono-inverno, no Campo Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, em Londrina, PR (23° 22' S, 51° 10' W e 585 m de altitude). As culturas e cultivares utilizadas na estação de cultivo outono-inverno 2014 foram crambe (FMS Brilhante), canola (CIP 0801), cártamo (CIPL 04406), girassol (BRS 324), milho (GNZ 9505 Pro) e aveia branca (IPR Afrodite).

Antes da semeadura do experimento com as culturas de outono-inverno de 2014, a área foi manejada mecânica e quimicamente para facilitarem as operações de uniformização e amostragem dos restos culturais das culturas de primavera-verão e semeadura das próximas culturas em sucessão. Para realizar o manejo mecânico, após a colheita das parcelas das culturas de soja, milho e mamona da safra 2013/2014, os restos culturais destas foram triturados com roçadeira por meio do equipamento tratorizado Triton®. O Manejo químico das ervas daninhas foi efetuado com os herbicidas glifosato, na dose de 3 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial Roundup® e carfentrazona-etílica 400 g L<sup>-1</sup>, com 100 mL ha<sup>-1</sup> do produto comercial Aurora® 400 EC e água até o volume de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup>.

O tratamento químico das sementes das culturas foi realizado com o fungicida Vitavax-Thiran® na dose 50 mL para cada 10 kg de sementes e com o inseticida Gaucho® com 60 mL para cada 10 kg de sementes.

Foram semeadas o total de 54 parcelas, 9 parcelas de cada cultura de outono-inverno. As parcelas foram constituídas de 8 m de largura e 13 m de comprimento (104 m<sup>2</sup>), com linhas espaçadas de 17 cm para as culturas da canola, crambe e aveia branca; 45 cm entre linhas para cártamo e de 90 cm de espaçamento entre as linhas para as culturas do milho e girassol. O delineamento estatístico experimental utilizado foi blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, com três repetições.

Para a semeadura das culturas do crambe e canola, foi utilizada a semeadora de parcelas tratorizada, dotada de sistema de semeadura direta com a aplicação de

250 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante da fórmula 04-30-10 + micronutrientes. Foi utilizada a semeadora comercial modelo SHM 11/13 Semeato<sup>®</sup> para a semeadura da aveia branca, com 250 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante da fórmula 10-30-10 + micronutrientes. A semeadora KUHN<sup>®</sup> foi utilizada para a semeadura das culturas do cártamo, milho e girassol, que também se utilizou 250 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante da fórmula 10-30-10 + micronutrientes.

Após a emergência das culturas e durante todo seu ciclo, as pragas e doenças foram monitoradas e efetuadas os controles por meio de aplicações químicas. As ervas daninhas foram controladas com capina manual e também por meio de pulverizações químicas com equipamento tratorizado.

A adubação de cobertura foi realizada por volta dos 30 dias da semeadura das culturas, coincidindo com o estágio fenológico V4 do milho, e utilizaram-se 40 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, equivalente a 200 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio. Além da adubação de cobertura nitrogenada, as plântulas do girassol foram adubadas com o nutriente boro na dose de 2,36 kg ha<sup>-1</sup>, equivalente a 4 kg ha<sup>-1</sup> de ácido bórico.

O recorte das bordaduras das 54 parcelas foram efetuados manualmente para as dimensões de 8 x 11 m (88 m<sup>2</sup>). A área útil mínima das parcelas para a determinação da produtividade de grãos foi definida em 12 m<sup>2</sup> e, em 4 m<sup>2</sup> a área mínima de cada uma das três subamostras de plantas colhidas, conforme o espaçamento entre as linhas de semeadura.

Na pré-colheita das culturas foram determinados o estande de plantas por metro (plantas m<sup>-1</sup>), a altura de plantas (cm) e de inserção dos primeiros órgãos reprodutivos (cm), conforme a cultura. Na colheita foram retirados, manualmente, três subamostras de plantas as quais foram trilhadas, limpas manualmente por meio de peneiras para a retirada de impurezas dos grãos, que foram pesados e determinados o grau de umidade (%) para, posteriormente, determinar a produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) e peso de mil sementes (g).

Os restos culturais das plantas das subamostras retirados das parcelas foram devidamente devolvidos ao campo e essas coberturas mortas foram uniformizadas com equipamento tratorizado denominado de Triton<sup>®</sup> (roçadeira). Posteriormente foram efetuadas as coletas e pesagem dos restos culturais triturados para a determinação da quantidade de cobertura morta sobre solo por hectare, por meio de três subamostras de 0,25 m<sup>2</sup>.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando significativo pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O crambe e o cártamo foram as culturas que apresentaram o menor e o maior ciclo total de cultivo com 103 e 165 dias, respectivamente. Todas as culturas oleaginosas de outono-inverno apresentaram produtividade de grãos superiores a 1.700 kg ha<sup>-1</sup>, produtividades competitivas comercialmente (Tabela 1). Como informação comparativa à soja, as culturas oleaginosas de outono-inverno produzem, em geral, a metade de grãos por hectare, mas, no entanto apresentam o dobro do conteúdo em óleo, que a cultura oleaginosa mais cultivada no Brasil.

Verificou-se que a produtividade de grãos das culturas oleaginosas e aveia branca de outono-inverno 2014 não foram influenciadas pela cultura cultivada anteriormente na safra de primavera-verão e que somente a cultura do milho 2<sup>a</sup> safra

reduziu a produtividade quando a cultura anterior foi o milho primavera-verão (Tabela 1), essa sucessão milho/milho contraria as boas práticas agrícolas. Na média geral das culturas de outono-inverno a produtividade foi maior nos restos culturais da soja, também influenciada pela baixa produtividade da sucessão milho/milho (Tabela 1).

Não houve diferença significativa da massa de matéria seca de cobertura morta da cultura anterior dentro de cada cultura de outono-inverno 2014. Contudo a média geral das culturas de outono-inverno foi influenciada pelos restos culturais das culturas de primavera-verão de 2013/14, com destaque para o milho com 8.509 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 1). A palha do milho cultivado na primavera-verão anterior permanece sobre o solo devido sua alta relação C/N que degrada mais lentamente que as coberturas mortas de soja e mamona. Essa alta concentração de palha não culminou em alta produtividade de grãos devido à boa taxa pluviométrica durante o cultivo das culturas de outono-inverno 2014.

Da mesma forma que a produtividade de grãos, o peso de mil sementes e a altura de plantas, foram influenciados negativamente pela cultura do milho 2ª safra, cultivado sucessivamente ao milho primavera-verão (Tabela 1).

O estande final de todas as culturas de outono-inverno apresentaram valores preconizados para as referidas culturas e não foram significativamente influenciados pela cultura anteriormente cultivada (Tabela 1).

**Tabela 1:** Produtividade de grãos de cultura de outono-inverno sobre cada cultura anterior de verão - PROD, Massa de matéria seca de cobertura morta de cultura de outono-inverno - MSCM, Peso de mil sementes - PMS, Altura de plantas – ALTP, Estande final de plantas – ESTAN, Florescimento – FLOR (DAE – Dias Após Emergência), Ciclo total até a colheita (CICLO). Rotação e sucessão de culturas agroenergéticas. Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR, 2014, Londrina, PR.

Cultura (out.-inv.)	FLOR (DAE)	CICLO (DAE)	Cultura Anterior*1	PROD (kg ha <sup>-1</sup> )	MSCM (kg ha <sup>-1</sup> )	PMS (g)	ALTP (cm)	ESTAN (pt m <sup>-1</sup> )
			soja	1.859 <sup>ns</sup>	7.597 <sup>ns</sup>	7,1 <sup>ns</sup>	139 <sup>ns</sup>	13,4 <sup>ns</sup>
<b>Crambe</b>	49	103	milho	1.569	10.811	7,2	137	13,5
			mamona	1.693	7.072	7,3	141	13,7
			soja	1.753 <sup>ns</sup>	8.377 <sup>ns</sup>	3,7 <sup>ns</sup>	187 <sup>ns</sup>	11,4 <sup>ns</sup>
<b>Canola</b>	49	127	milho	1.721	10.199	3,8	183	10,8
			mamona	1.780	8.875	3,8	187	11,9
			soja	1.824 <sup>ns</sup>	5.729 <sup>ns</sup>	72,0 <sup>ns</sup>	190 <sup>ns</sup>	4,2 <sup>ns</sup>
<b>Girassol</b>	62	139	milho	1.754	6.891	77,4	187	4,7
			mamona	1.816	4.786	76,7	184	4,5
			soja	1.634 <sup>ns</sup>	5.996 <sup>ns</sup>	39,8 <sup>ns</sup>	159 <sup>ns</sup>	9,5 <sup>ns</sup>
<b>Cártamo</b>	122	165	milho	1.931	6.000	40,5	159	10,2
			mamona	1.839	6.068	39,9	160	10,2
			soja	7.696 a	8.574 <sup>ns</sup>	344,8 a	238 a	7,3 <sup>ns</sup>
<b>Milho</b>	80	151	milho	5.269 b	8.691	285,0 b	211 b	7,3
			mamona	6.788 a	7.571	336,9 a	232 a	7,3
			soja	3.900 <sup>ns</sup>	7.644 <sup>ns</sup>	31,5 <sup>ns</sup>	129 <sup>ns</sup>	39,7 <sup>ns</sup>
<b>Aveia br.</b>	64	119	milho	4.052	8.464	33,2	127	37,3
			mamona	4.170	9.255	30,8	129	41,3
			soja	3.111 a	7.319 b	83,2 a	173 a	14,3 <sup>ns</sup>
<b>Médias Culturas out-Inv.</b>	-	-	milho	2.716 b	8.509 a	74,5 b	167 b	14,0
			mamona	3.014 ab	7.271 b	82,5 a	172 a	14,8
			soja	3.111 a	7.319 b	83,2 a	173 a	14,3 <sup>ns</sup>
<b>C.V. (%)</b>	-	-	-	13,44	16,54	11,63	2,39	9,89

Média seguida da mesma letra na coluna nas culturas anteriores de verão, dentro de cada cultura de out-inverno e a média dessas (Médias Culturas outono-inverno), quando essas foram cultivadas em sucessão às de verão (Cultura Anterior) não difere significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

ns - não significativo

\*1Cultura anterior é a subparcela (delineamento em blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas)

## CONCLUSÕES

A alta concentração de palha, deixada pela cultura do milho primavera-verão, não culmina em alta produtividade de grãos dos cultivos de outono-inverno em sucessão, quando as condições climáticas da estação mais fria são favoráveis.

As culturas oleaginosas do outono-inverno apresentam produtividade de grãos superiores a  $1.700 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Entre as culturas estudadas, o crambe apresenta o menor ciclo e o cártamo o maior até a colheita, com valores de 103 e 165 dias, respectivamente.

A produtividade de grãos, altura de plantas e peso de mil sementes de milho 2ª safra são prejudicadas pela sucessão milho/milho.

A rotação e sucessão de culturas são práticas recomendáveis para o cultivo de culturas agroenergéticas no norte do estado do Paraná.

## LITERATURA CITADA

**Carvalho, C. G. P. de; Grunvald, A. K.; Oliveira, A. C. B. de; Salasar, F. P. L. T.; Silva, F. P.; Campos, R.; Fagundes, R. A. 2008.** Informes da avaliação de genótipos de girassol - 2006/2007 e 2007. Londrina: Embrapa Soja, 108 p. (Embrapa Soja. Documentos, 295).

**Castro, G.S.A.; Da Costa, C.H.M.; Neto, J.F. 2012.** Ecofisiologia da aveia branca. Scientia Agraria Paranaensis, v. 11, n. 3, p. 1-15.

**Kinupp, V.F.; Lorenzi, H. 2014.** Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 768 p.

**MME-ANP, 2015 .** Ministério de Minas e Energia e Agência Nacional do Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis. ANP realizará novo leilão de biodiesel. Disponível em: [http://www.mme.gov.br/spg/noticias/destaque1/destaque\\_0085.html](http://www.mme.gov.br/spg/noticias/destaque1/destaque_0085.html). Acesso em: 25 mar. 2015.

**Pitol, C.; Broch, D. L.; Roscoe, R. 2010.** Tecnologia e produção Crambe 2010. Maracaju: Fundação MS. 60p.

**Shioga, P. S.; Gerage, A. C.; Sera, G. H.; Araujo, P. M.; Bianco, R. 2012.** Avaliação estadual de cultivares de milho segunda safra 2012. Londrina: IAPAR, 114 p. il. (IAPAR. Boletim técnico, 78).

**Tom, G. O. 2007.** Cultivo da canola. Passo Fundo: Embrapa Trigo. (Embrapa Trigo. Sistemas de Produção, 3). Disponível: [www.cnpt.embrapa.br](http://www.cnpt.embrapa.br). Acesso: 24 mar. 2015.