

## DESEMPENHO PRODUTIVO DE SOJA EM ÁREAS DE ROTAÇÃO COM CANA-DE-AÇÚCAR

### *PRODUCTIVE PERFORMANCE OF SOY IN ROTATION AREAS WITH CANE SUGAR*

Daniel Leite de Souza Lima<sup>I</sup>Robson Bott<sup>II</sup>Rodrigo Duarte de Bello<sup>III</sup>Marta Cecília Mallasen Nemoto<sup>IV</sup>Flaviana Andrade Faria<sup>V</sup>

### RESUMO

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas brasileira, sendo a matéria-prima estratégica na produção do açúcar e álcool. Visando otimizar o uso da terra no intervalo entre plantios de cana-de-açúcar, algumas culturas, como a soja, podem ser utilizadas em sistema de rotação, mantendo elevada a média de produtividade agrícola, pelo incremento de macro e micronutrientes no solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar as características agronômicas de seis cultivares de soja, por meio de ensaios de produtividade. Todas as cultivares avaliadas neste trabalho apresentaram boa eficiência e adaptação em condições de rotação de culturas na reforma dos canaviais e a cultivar BMX VANGUARDA IPRO foi a que apresentou maior produtividade (4299,71 Kg ha<sup>-1</sup>).

**Palavras-chave:** Produtividade da soja. Rotação de culturas. Reforma do canavial.

### ABSTRACT

Sugarcane is one of the main Brazilian crops, being the strategic raw material in the production of sugar and alcohol. In order to optimize land use in the interval between sugarcane plantations, some crops, such as soybeans, can be used in a rotation system, maintaining high average agricultural productivity, by increasing macro and micronutrients in the soil. The objective of this work was to evaluate the agronomic characteristics of six soybean cultivars, through productivity trials. All cultivars evaluated in this work presented good efficiency and adaptation in crop rotation conditions in the sugarcane reform, and the BMX VANGUARDA IPRO cultivar showed the highest yield (4299.71 kg ha<sup>-1</sup>).

**Keywords:** soybean yield, crop rotation, reform of the sugar cane field.

<sup>I</sup>Graduado em Agronomia do Centro Universitário do Norte Paulista (UNORP). E-mail: danielsouza\_sp@hotmail.com

<sup>II</sup>Graduado em Agronomia do Centro Universitário do Norte Paulista (UNORP). E-mail: robson\_bott@hotmail.com

<sup>III</sup>Graduado em Agronomia do Centro Universitário do Norte Paulista (UNORP). E-mail: rodrigodebello@yahoo.com.br

<sup>IV</sup>Doutora em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Jaboticabal. Docente do Curso de Agronomia do Centro Universitário do Norte Paulista (UNORP). E-mail: mcmnemoto@gmail.com

<sup>V</sup>Doutoranda em Química pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Araraquara. Docente do Curso de Engenharia Civil da Universidade Paulista (UNIP), campus de São José do Rio Preto. E-mail: flaviandrdefaria@gmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas brasileira, cuja safra estimada para o ano agrícola 2018/2019, foi de 625,96 milhões de toneladas em 8,61 milhões de hectares, sobretudo na região centro sul do Brasil. O Estado de São Paulo é o principal produtor com 51,05 % (5.172,5 mil hectares) da área produtiva (CONAB, 2018a).

A cultura da cana-de-açúcar possui grande relevância para a economia do país, pois trata-se da matéria-prima estratégica na produção do açúcar e álcool, além de seus subprodutos como bagaço, torta de filtro, vinhaça, palha, os quais são utilizados como adubos químicos e combustíveis, gerando também eletricidade.

A reforma dos canaviais é importante para manter elevada a média de produtividade agrícola de uma usina (SOARES *et al.*, 2011). Sistemas que adotam a diversificação de culturas promovem vários benefícios, já que os resíduos vegetais das culturas, ao se decomporem, alteram os atributos do solo e, como consequência pode influenciar o desempenho da cultura em sucessão (MARCELO *et al.*, 2009).

Desde o final da década de 80, a rotação de culturas tem sido uma opção sustentável, sobretudo com adubos verdes e culturas de leguminosas (SOARES, 2014). Dentre os benefícios do emprego da rotação de culturas, pode-se destacar; aumento em produtividade, auxílio no controle de pragas, doenças e plantas daninhas, melhoria na fertilidade e nas características físicas do solo, eficiência no uso da água e nutrientes, otimização do uso de máquinas na propriedade, promovendo diversificação e redução do risco da cultura (CHRISTOFFOLETI *et al.*, 2007). Contudo, a rotação com culturas ainda não é uma prática amplamente realizada no setor. Muitas usinas deixam de realizar a renovação do canavial, devido às pressões da demanda ou pela carência de recursos financeiros, sobrecarregando o solo e levando à exaustão dos nutrientes dele.

Visando otimizar o uso da terra no intervalo entre plantios de cana-de-açúcar, algumas culturas podem ser utilizadas em rotação, o que, além de incrementar a fertilidade do solo, gera renda numa época em que a terra não está sendo utilizada (CHIARADIA *et al.*, 2009).

As espécies mais requeridas para rotação com a cana-de-açúcar são, geralmente, os adubos verdes ou as culturas produtoras de grãos. Destas, as mais utilizadas são a soja, amendoim, girassol e feijão. A soja representa uma boa escolha em áreas de reforma de cana, visto que apresenta ciclo curto (até 130 dias), podendo ocupar a área nos períodos que coincidem com a época das chuvas na região (outubro a março) oeste do estado de SP, garantindo uma boa produtividade e possibilidade de lucro para a usina com a venda do produto.

A rotação de culturas visa aumentar a disponibilidade de macro e micronutrientes para a cultura em sucessão (AMBROSANO *et al.*, 2011). Segundo esses autores, as leguminosas são normalmente utilizadas porque são capazes de fixar nitrogênio e possuem na sua composição química fósforo, potássio e cálcio. Além disso, sua baixa relação C/N disponibiliza tais nutrientes mais rapidamente do que as gramíneas.

As leguminosas destacam-se pela rápida decomposição dos resíduos vegetais, devido a menor relação C/N, disponibilizando nutrientes para a cultura principal, como por exemplo, o fornecimento de nitrogênio, já que têm a capacidade de fixar no seu sistema radicular o nitrogênio atmosférico por meio da simbiose estabelecida com bactérias *Bradyrhizobium* (AITA; GIACOMINI, 2003; AITA *et al.*, 2004). Tanimoto e Bolonhezi (2002) confirmam a viabilidade deste sistema para rotação com a cultura da soja, o qual apresentou para média de seis safras, rendimentos superiores ao sistema convencional aliado a uma redução de 30% no custo de produção.

A produção de oleaginosas, em particular a soja, representa uma oportunidade de aumentar a produtividade da terra, é a cultura anual mais plantada no Brasil, com produção de 120,50 milhões de toneladas na safra de 2018/2019 (CONAB, 2018b), sendo a oleaginosa de maior importância econômica, com teor de óleo entre 20 e 22% e proteína de 40 a 42%, formando um complexo industrial para seu processamento (BLACK, 2000).

Atualmente, as cultivares de soja que dão origem a produtos com valor agregado, são cada vez mais ofertados por marcas públicas e privadas que competem com as suas sementes por uma maior participação na área cultivada de soja no país (ALMEIDA; WETZEL; ÁVILA, 1999).

O período de pousio do solo deveria ocorrer ao menos depois de seis cortes da cana, removendo cerca de 20% da área cultivada a cada ano, mas observa-se que grande parte dos agricultores optam pela destruição das soqueiras após o último corte econômico, seguido de um novo plantio da cana-de-açúcar, onde muitas dessas áreas são deixadas sem cultivo durante o verão, um crítico período para degradação, tornando a ocupação das áreas de reforma do canavial com outras espécies indesejáveis (LUZ *et al.*, 2005).

Este trabalho teve como objetivo avaliar características agrônômicas (número médio de vagens por planta, peso de 1000 grãos, altura da planta, inserção da primeira vagem, número de ramos produtivos e produtividade) de cultivares de soja para uso em rotação com a cana-de-açúcar em semeadura convencional verificando seu desempenho nesta condição.

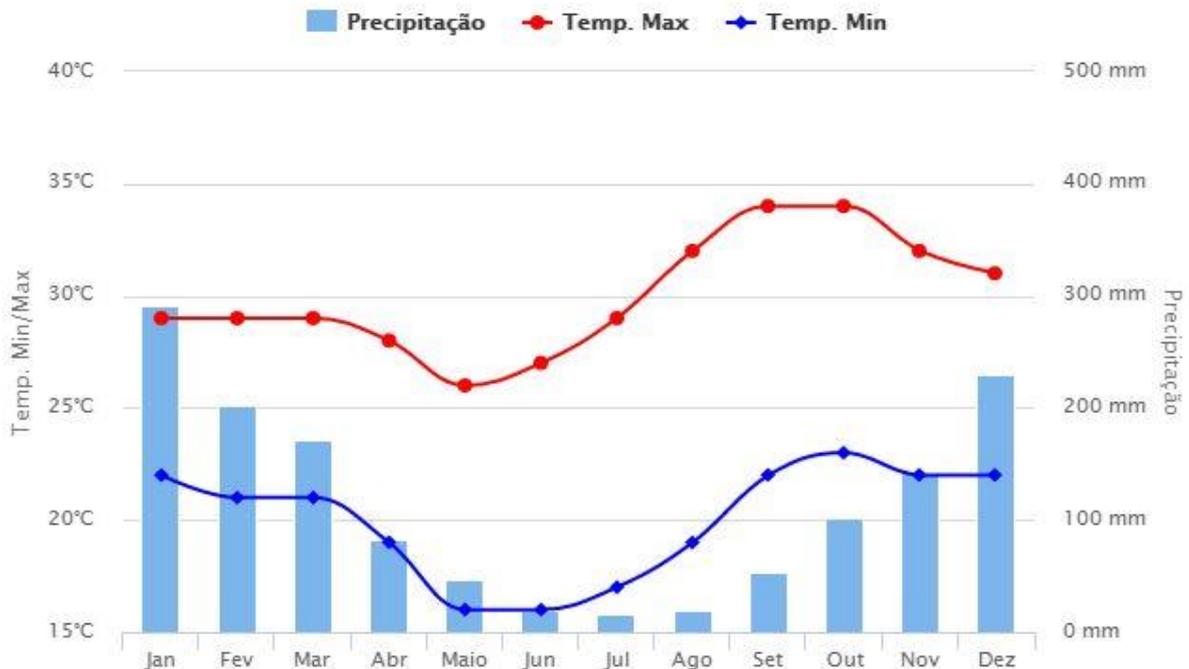
## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Localização**

O projeto foi realizado na Fazenda São Paulo, no município de Paulo de Faria, SP. O solo foi caracterizado como sendo um Latossolo Argilo - Arenoso, em uma latitude 20°03'09" sul e a uma longitude 49°40'05" oeste, estando a uma altitude de 444 metros acima do nível do mar, com clima tropical de verão chuvoso e inverno seco.

### **Clima**

De acordo com o Gráfico 1, são apresentados os dados que representam o comportamento da chuva e da temperatura ao longo do ano. As médias climatológicas são valores calculados a partir de uma série de dados de 30 anos observados.

**Gráfico 1 - Médias de precipitação dos meses entre 1984 a 2014**

Fonte: Clima Tempo (2014)

### Tratamentos, correção de solo, adubação e plantio

Os tratamentos se constituíram de seis variedades sendo elas, BMX VANGUARDA IPRO, M 6410 IPRO, TMG 7062 IPRO, M 7110 IPRO, BMX PONTA IPRO e M 6210 IPRO, utilizando um estande específico para cada cultivar, como visto na Tabela 1.

**Tabela 1- Cultivares e Populações recomendadas pelo fabricante.**

Cultivares	Grupo de Maturação	População (plantas ha <sup>-1</sup> )
BMX VANGUARDA IPRO	6.0	200.000 a 350.000
M 6410 IPRO	6.4	180.000 a 300.000
TMG 7062 IPRO	6.2	240.000 a 320.000
M 7110 IPRO	7.1	320.000 a 360.000
BMX PONTA IPRO	6.6	180.000 a 300.000
M 6210 IPRO	6.2	180.000 a 300.000

Fonte: elaborada pelos autores (2019)

A correção de solo e a adubação de plantio foram realizadas a partir da análise química do solo (Tabela 2), de acordo com recomendações do BOLETIM 100 (SPIRONELLO *et al.*, 1996) com meta de produção em 3000 Kg ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 2- Resultados da análise química do solo na profundidade de 0-20 cm**

<b>Resultados de análise de solo</b>													
pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	S	Na	SB	CTC	V%	m%
5,50	12,00	7,00	0,60	14,00	7,00	15,00	0,0	< 3,00	-	21,00	36,00	59,70	-

Fonte: elaborada pelos autores (2019)

A correção do solo foi feita para ajustar a saturação de bases a 70%. Aplicou-se 0,39 t ha<sup>-1</sup> calcário dolomítico com PRNT 95% incorporado a 10 cm.

Foram utilizados 290 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula comercial 07-34-11 (N P K), aplicados em faixas no sulco de semeadura. Posteriormente foi feita cobertura com 50 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio (KCl) aos 30 DAP.

As cultivares escolhidas para o plantio são geneticamente modificadas, apresentando resistência ao herbicida glyphosate e às lagartas, através da inserção de genes específicos em seu material genético.

O plantio foi realizado no dia 17/11/2014 em solo preparado convencionalmente, cuja cultura anterior foi cana-de-açúcar. Efetuou-se inoculação das sementes com 9,8 doses (100 gramas cada) por hectare.

Cada cultivar foi plantada em 18 linhas espaçadas por 0,50 m entre si, com 150 metros de comprimento.

### **Amostragens, metodologia e materiais utilizados**

Foram escolhidos aleatoriamente os pontos de amostragens, onde foi coletado e efetuado as médias dos resultados das seguintes características agrônômicas:

1. Produtividade: avaliada na maturidade fisiológica, após debulha das vagens de todas as plantas das três linhas escolhidas aleatoriamente, com umidade de grãos 14%.
2. Número médio de vagens por planta: O número médio de vagens por planta foi calculado após contagens diretas dos frutos (legumes) em cada planta.
3. Peso de 1000 grãos: avaliada na maturidade, após debulha das vagens, por meio de pesagem de 1000 grãos escolhidos aleatoriamente, com umidade dos grãos de 14%;
4. Altura da planta: é a medida da base até o ápice da planta com o auxílio da trena.
5. Inserção da primeira vagem: Corresponde à altura da base da planta até a inserção da primeira vagem.
6. Número de ramos produtivos: Avaliada na maturidade, contando todos os ramos produtivos da planta.

As amostragens foram realizadas no final do ciclo de cada cultivar, com a seguinte metodologia:

- Amostrou-se em 30 m divididos em 3 pontos aleatórios de 10 m:
  - Número de ramificações;
  - Altura Final;
  - Altura de inserção da 1ª vagem.
- Foram escolhidos aleatoriamente 4 pontos, coletando 5 plantas em cada ponto totalizando 20 plantas na parcela, contou-se o total de vagens de cada planta.

- Foram escolhidos aleatoriamente 4 pontos, coletando 30 plantas em cada ponto totalizando 120 plantas na parcela, debulhou e contou-se 1000 grãos de cada ponto e realizou a pesagem da massa.

- Demarcou-se uma área de 3m de comprimento por 3 linhas de largura, ou seja 3m x 1,5m (4,5m<sup>2</sup>), considerando espaçamento de 0,50 m, nesta área recolheu-se, debulhou e pesou-se a massa de grãos de todas as plantas.

(Procedimento realizado em 5 repetições). Total de 22,5m<sup>2</sup>.

O delineamento empregado foi o delineamento inteiramente casualizado (DIC) e o experimento foi composto por seis tratamentos. A análise estatística foi realizada no programa ESTAT, com teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Materiais utilizados para amostragem:

- Medidor de umidade de grãos;
- Trena;
- Régua nas medidas de 1m e 30 cm;
- Balança com divisão de gramas;
- Sacos plásticos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta os valores médios das seguintes características agronômicas: produtividade (Kg ha<sup>-1</sup>), vagens por planta, peso de 1000 grão, altura de plantas, altura da primeira vagem, número de ramos produtivos, para as seis cultivares de soja avaliadas.

**Tabela 3 - Valores médios de características agronômicas, para as seis cultivares de soja, avaliadas no município de Paulo de Faria – SP, na safra 2014/2015**

Características Agronômicas						
Cultivares	Produtividade Kg ha <sup>-1</sup>	Vagens / Planta	Peso 1000 Grãos (g)	Atura de Plantas (cm)	Altura da 1 <sup>a</sup> vagem (cm)	Nº Ramos Produtivos
BMX VANGUARDA IPRO	4299,71 A	33,00 A	174,00 D	49,57 B	12,17 C	2,12 AB
M 6410 IPRO	2044,17 C	25,90 B	112,25 F	53,64 AB	14,75 BC	2,35 AB
TMG 7062 IPRO	2553,87 BC	20,75 C	152,50 E	61,54 AB	19,62 A	1,61 B
M 7110 IPRO	3751,82 AB	29,60 AB	209,50 B	61,13 AB	14,50 BC	1,91 AB
BMX PONTA IPRO	3813,09 AB	18,25 C	290,25 A	48,16 B	14,90 BC	2,51 AB
M 6210 IPRO	3433,02 ABC	26,10 B	192,00 C	66,98 A	16,87 AB	2,73 A
C.V. (%)	23,16	6,65	2,91	10,31	7,65	15,23
D.M.S.	1501,17	3,83	12,34	16,08	3,25	0,92

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. C.V. (Coeficiente de Variação), DMS (Diferença Mínima Significativa).

Fonte: elaborada pelos autores (2019)

Na safra 2014/15 a soja apresentou bom desenvolvimento vegetativo, passando por momentos de estresse hídrico em meados de Janeiro/15, mas com destaque para algumas características agronômicas desejáveis. A cultivar BMX VANGUARDA IPRO foi a que

apresentou maior produtividade (4299,71 Kg ha<sup>-1</sup>), em relação ao número de vagens por planta essa mesma cultivar se destacou das demais com 33,00, já quando comparado o peso de 1000 sementes a cultivar BMX PONTA IPRO foi a que obteve maior valor significativo (290,25 g) e se diferiu das demais, a cultivar M 6210 IPRO se destacou apresentando altura de plantas de 66,98 cm, a cultivar TMG 7062 IPRO obteve o maior valor para altura da primeira vagem (19,62 cm), para valores de ramos produtivos algumas variedades apresentaram valores significativos sendo a variedade M 6210 IPRO com melhor destaque, obtendo valores de 2,73 ramos por planta.

#### 4 CONCLUSÕES

Com os dados obtidos neste experimento conclui-se que as cultivares BMX VANGUARDA IPRO, M 7110 IPRO, BMX PONTA IPRO e M 6210 IPRO apresentam boa adaptação em condições de rotação de culturas na reforma dos canaviais, tendo boa estabilidade podendo ser utilizadas em escala comercial.

Todos as cultivares avaliadas neste trabalho apresentaram boas características para a colheita mecanizada.

#### REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. A.; WETZEL, C. T.; ÁVILA, A. F. D. **Impacto das cultivares de soja da Embrapa e rentabilidade dos investimentos em melhoramento**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999, 54p.

AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 601-612, 2003.

AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; HÜBNER, A. P.; CHIAPINOTTO, I. C.; FRIES, M. R. Consorciação de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio direto. I – Dinâmica do nitrogênio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 739-749, 2004.

AMBROSANO, E. J.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G. M. B.; SCHAMMAS, E. A.; DIAS, F. L. F.; ROSSI, F.; TRIVELIN, P. C. O.; MURAOKA, T.; SACHS, R. C. C.; AZCÓN, R. Produtividade da cana-de-açúcar após o cultivo de leguminosas. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p. 810-818, 2011.

BLACK, R.J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectivas. In: **Câmara, G.M.S. (Ed). Soja: tecnologia da produção II**. Piracicaba-SP. ESALQ/LPV, p.1-17, 2000.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira - **Cana-de-açúcar**, v. 5 – Safra 2018/19, n. 1 – Primeiro levantamento, Brasília, p. 1-21. Maio 2018a.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira - **Grãos**, v. 6 – Safra 2018/19, n.12 – Décimo segundo levantamento, Brasília, p. 1-18. Setembro 2018b.

CHIARADIA, J. J., CHIBA, M. K., ANDRADE, C. A. D., OLIVEIRA, C. D., LAVORENTI, A. Produtividade e nutrição de mamona cultivada em área de reforma de canavial tratada com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 33, n. 3, 2009

CHRISTOFFOLETI, P. J., DE CARVALHO, S. J. P., LÓPEZ-OVEJERO, R. F., NICOLAI, M., HIDALGO, E., DA SILVA, J. E. Conservation of natural resources in Brazilian agriculture: implication sonweed biology and management. **Crop Protection**, v. 26, p. 383-389. 2007.

CLIMA TEMPO. **Médias de precipitação dos meses entre 1984 a 2014**. 2014. Disponível Em: <http://www.climatempo.com.br/climatologia/2444/paulodefaria-sp>. Acesso em: 07 jan. 2019.

LUZ, P. H. C.; VITTI, G. C.; QUINTINO, T. A.; OLIVEIRA, D. B. **Utilização de adubação verde na cultura da cana-de-açúcar**. ESALQ/USP: Piracicaba, 2005. 53 p.

MARCELO, A. V.; CORÁ, J. E.; FERNANDES, C.; MARTINS, M. R.; JORGE, R. F. Crop Sequences in no-tillage system: Effects on soil fertility and soybean, maize and rice yield. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. Viçosa, v. 33, p. 417-428, 2009.

SOARES, M. B. B., FINOTO, E. L., BOLONHEZI, D., CARREGA, W. C., ALBUQUERQUE, J. A. A., PIROTTA, M. Z. Fitossociologia de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo de solo em áreas de reforma de cana crua. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 3, n. 5, p. 173-181, 2011.

SOARES, M. B. B. **Sistemas de cultivo em área de reforma de cana-de-açúcar e a sucessão de culturas na composição da comunidade infestante**. 2014. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2014.

SPIRONELLO, A.; VAN RAIJ, B.; PENATTI, C. P.; CANTARELLA, H.; MORELLI, J. L.; ORLANDO FILHO, J.; LANDELL, M. G. de A.; ROSSETTO, R. Cana-de-açúcar. In: **VAN RAIJ, B., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J. FURLANI, Â. M. C. (eds.)**. BOLETIM TÉCNICO 100 - Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo, 2.ed., p. 237-239, 1996.

TANIMOTO, O. S.; BOLONHEZI, D. **Plantio direto de soja sobre palhada de cana-de-açúcar**. Campinas - CATI, 2002, 18 p.