

27 e 28 de junho de 2012 - Ribeirão Preto SP

## **AVALIAÇÃO DAS CULTIVARES DE SORGO SACARINO, COMO MATERIA-PRIMA AUXILIAR PARA A AGROINDUSTRIA**

Edinilson Basílio<sup>1</sup>; Lidiane Aparecida Kanesiro<sup>2</sup>; Roberto Savério Souza Costa<sup>3</sup>

### **RESUMO**

Com o objetivo de analisar qual a melhor cultivar de sorgo sacarino para fabricação de etanol, foi instalado experimento em campo na área pertencente à Bioenergética "X", localizada na região de Iturama-MG, no ano agrícola 2010/2011. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com 17 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se da combinação de 17 diferentes cultivares utilizadas. Foi avaliado o número de dias transcorridos entre a emergência e a floração e como componentes de produção: produção de colmos (t/ha); folhas (t/ha); panícula (t/ha); produtividade (t/ha); sólidos solúveis (°Brix); fibra (%); açúcares totais recuperáveis (ATR). Conclui-se que as cultivares EJX7281, EJX7201, EJX 7202 e E JL7980 são as mais indicadas deste experimento para plantio comercial, pois além possuírem maior produção de sólidos solúveis e açúcares totais recuperáveis (ATR) ainda tiveram uma menor quantidade de fibra, fator este indesejado para a extração do caldo e conseqüentemente produção do etanol.

**Palavras-chave:** *Sorghum bicolor*, bioetanol, biomassa.

## **EVALUATION OF CULTIVARS sweet sorghum, AS RAW MATERIAL FOR THE AUXILIARY AGROINDUSTRIA**

### **ABSTRACT**

The objective of this work was to evaluate the best cultivar of sweet sorghum for ethanol production. The experiment was carried in field of Bioenergética "X" that was located in Iturama-MG, during 2010/2011. This work was divided into seventeen treatments in a completely randomized design, with four replicates. Plants characteristics and yield components was measured. It is conclude that EJX7281, EJX7201, EJX 7202 e E JL7980 cultivars are the most suitable for commercial planting. They produce more soluble solids and recoverable total sugar (ATR) and they had a lesser amount of fiber that is unwanted for the extraction of juice and consequently ethanol production.

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo e aluno do Curso de Pós-Graduação Agroindústria Canavieira da Faculdade Dr. Francisco Maeda – FAFRAM. Ituverava-SP. E-mail: [ed.basilio@hotmail.com](mailto:ed.basilio@hotmail.com).

<sup>2</sup> Professora da Pós-Graduação da Faculdade Dr. Francisco Maeda - FAFRAM, Fundação Educacional de Ituverava - FE. E-mail: [lidiane@feituverava.com.br](mailto:lidiane@feituverava.com.br).

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo e Assistente Agropecuário da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI-SAA). E-mail: [roberto.saverio@cati.sp.gov.br](mailto:roberto.saverio@cati.sp.gov.br).

**Keywords:** Sorghum bicolor, bioethanol, biomass.

## INTRODUÇÃO

O sorgo granífero sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) é uma planta originária da África, tendo sua introdução nas Américas ocorrido no século XIX (MILLER, 1977). Ele é um cereal que se assemelha a cana-de-açúcar por armazenar açúcar no colmo e fornecer bagaço, mas difere por ser cultivado a partir de sementes e apresentar um estágio de maturação menor. O sorgo sacarino foi introduzido no Nordeste através do Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco no último decênio do século XX. É uma cultura de alta adaptabilidade às regiões de baixas precipitações, solos adversos e de grandes cultivares climáticas, como por exemplo, o semiárido Nordestino, vindo a ocupar áreas onde a pluviosidade anual torna-se insuficiente para a cultura do milho e outros cereais.

Embora tenha sido utilizada na Itália durante a segunda Guerra Mundial para produção de álcool; somente após a sua divulgação, nas últimas décadas, dos dados experimentais de produção agrícola e da fabricação de açúcar, é que a cultura passou a despertar maiores interesses (SERRA et al., 1976).

No Brasil o interesse no estudo do sorgo sacarino é a produção de etanol, não para substituir a cana-de-açúcar, mas sim para ser plantada em conjunto, principalmente nas épocas de reforma de canavial. Por apresentar um ciclo menor (anual) a cultura do sorgo apresenta a vantagem de ser plantada na época da entressafra da cana-de-açúcar, onde não há matéria prima para ser processada. Assim poderia-se ampliar o período de moagem das usinas sem ampliar a área de plantio.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo no ano de 2010/2011 na área pertencente à Bioenergética "X", localizada na região de Iturama-MG. O solo da área é classificado como LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico argiloso, A moderado, álico, caulínítico, férrico compactado, muito profundo, moderadamente ácido (EMBRAPA, 1999).

Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo para realização de análise química do solo. Inicialmente a área estava ocupada por pastagem de braquiária e foi realizado o preparo convencional do solo, sendo incorporado 2 t/ha de calcário dolomítico. Após o preparo do solo foram selecionadas 17 cultivares não comerciais para plantio e o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com 17 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se da combinação das seguintes cultivares: EJL7980; ESX5205; ESX5206; ESX5210; ESX5211; EJX7284; EJ7143; EJX7285; EJL7983; EJX7288; EJL7901; EJX7201; EJX7202; EJX7281; EJX72982; EJL7980 e EJL7901.

27 e 28 de junho de 2012 - Ribeirão Preto SP

A semeadura foi realizada em 20/12/2010 utilizando o espaçamento de 0,5x0,5x1,20m para todas as cultivares. A adubação de plantio foi realizada com a formulação de NPK 08-28-16 na dosagem de 250 kg/ha e a adubação de cobertura foi realizada com o fertilizante formulado NPK 36-00-12 na dosagem de 200 kg/ha. Para controle das plantas daninhas aplicou-se o herbicida pré-emergente Atrásina na dosagem de 4 litros/ha + 0,5 L/ha de óleo mineral. Para o controle de pragas foi utilizado o inseticida Permetrina+OPPA na ocorrência de formigas e para controle da broca Diatres foi utilizado o controle biológico (4 copos/ha de Cotésia).

A avaliação foi realizada aos 11 dias após a emergência das plântulas, pela contagem do número de plantas em 2 linhas de 2 metros, num total de 4 metros, na área útil de cada parcela, sendo avaliado o número de dias transcorridos entre a emergência e a floração de 50% das parcelas. Na ocasião do florescimento foi avaliado o número de dias para se atingir a folha bandeira, emborrachamento, florescimento pleno, estágio de grão leitoso, grão farináceo e grão duro.

Na colheita foram amostradas 10 plantas de área útil de cada parcela, e levadas para o laboratório para determinação de: produção de colmos (t/ha); folhas (t/ha); panícula (t/ha); produtividade (t/ha); sólidos solúveis (°Brix); fibra (%); açúcares totais recuperáveis (ATR).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na tabela 1 que as cultivares ESX 5210 e ESX 5211 levaram um tempo maior em relação às outras cultivares para desenvolvimento da folha bandeira, florescimento, emborrachamento e desenvolvimento dos grãos. Estas cultivares levaram em média 109 dias entre a emergência das plântulas e florescimento, corroborando com Reeves (1976) que observou que cultivares de sorgo Rio levaram em média 90 a 100 dias para o florescimento. Enquanto estas cultivares podem ser consideradas de dia longo, verifica-se na tabela que a cultivar EJX7288 foi a cultivar que teve o ciclo mais curto entre todas, levando apenas 58 dias para o desenvolvimento da folha bandeira e 65 dias para o florescimento pleno. Cultivar similar a esta foi pesquisada por Almeida e Canechio Filho (1973) que observaram que a cultivar Stat levou 52 dias para florescer.

**Tabela 1.** Valores médios para a formação da folha bandeira (dias) em ensaio de diferentes cultivares de sorgo não comerciais.

	Tratamentos	Folha Bandeira (dias)	Floresci mento (dias)	Emborra chamento (dias)	Grão Leitoso (dias)	Grão Duro (dias)
1	EJL7980	75,5 c	85,0 d	78,5 c	91,5 d	139 b
2	ESX5205	91,0 b	100,0 c	92,5 b	106,5 c	140,5 b
3	ESX5206	92,0 b	100,5 b	94,5 b	109,8 b	138,5 bc
4	ESX5210	97,5 a	109,5 a	98,5 a	112,5 a	155,5 a
5	ESX5211	97,0 a	109,0 a	99,0 a	110,1 ab	137,5 bc
6	EJX7284	90,5 b	100,5 c	91,5 b	105,5 c	135,5 c
7	EJ7143	65,5 f	71,5 e	67,5 f	78,5 h	105 ij
8	EJX7285	71,5 d	81,5 e	71,5 de	88,5 def	110,5 fg
9	EJL7983	71,0 de	81,5 e	73,0 d	87,5 ef	108,5 gh

27 e 28 de junho de 2012 - Ribeirão Preto SP

10	EJX7288	58,5 g	65,5 i	61,5 g	72,5 i	99,5 l
11	EJL7901	69,5 de	78,5 f	71,6 de	83,5 g	112,5 ef
12	EJX7201	66,0 f	73,0 h	68,0 f	83,5 g	107,5 ghi
13	EJX7202	66,5 f	72,5 h	68,1 f	78,5 h	114,5 e
14	EJX7281	69,0 e	75,5 g	71,4 de	87,5 ef	115,5 e
15	EJX7282	69,5 de	75,0 g	71,5 de	86,5 fg	106,5 hij
16	EJL7980	75,5 c	84,5 d	79,5 c	90,5 de	120,5 d
17	EJL7901	69,5 de	83,5 de	71,5 de	90,0 de	122,5 d
DMS		2,38	2,92	3,38	3,25	3,19
Teste F		1023,66**	868,39**	487,33**	529,67**	829,00**

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, na linha, pelo teste de Tukey.

\* significativo a 5% de probabilidade

\*\* significativo a 1% de probabilidade

Quanto ao desenvolvimento completo entre o florescimento a maturação foi observado que este valor variou de 37 a 55 dias entre as cultivares, valores estes maiores que Vanderlip e Reeves (1972) que encontraram período de 35 dias. Provavelmente esta diferença está relacionada ao fato do ciclo da cultivar estudada ou até mesmo à época de plantio realizada. Segundo Heckler (2002) a época de plantio pode influenciar a maturidade fisiológica do sorgo, pois em estudo realizado estes autores verificaram que com o atraso do plantio houve antecipação do desenvolvimento das plantas.

Quanto aos componentes de produção observa-se na tabela abaixo que as cultivares que mais se destacaram em termos de produção foram a EJX 7201, EJX 7202, EJX 7281 e EJL 7980. Nestas cultivares a produtividade (folhas, colmos e panículas) esteve sempre acima de 100 t/ha corroborando com os valores encontrados por Almeida e Canechio Filho (1973) que encontrou valores entre 90 e 108 t/ha para a cultivar Santa Elisa.

**Tabela 2.** Valores médios para a produção de panículas, folhas, colmos e grãos em toneladas por hectare, para as diferentes cultivares de sorgo não comerciais.

	Tratamentos	Folhas (t/ha)	Colmos (t/ha)	Panículas (t/ha)	Produtividade (t/ha)
1	EJL7980	5,73 h	34,5 h	7,42 efg	48,45 j
2	ESX5205	10,79 de	59,5 cd	8,55 def	76,15 gh
3	ESX5206	8,12 g	65,5 b	8,56 def	83,26 de
4	ESX5210	4,67 ij	50,5 e	5,42 ghij	60,89 i
5	ESX5211	10,1 ef	60,0 cd	5,79 ghij	80,89 ef
6	EJX7284	4,11 jl	40,5 g	3,61 j	48,8 j
7	EJ7143	10,71 d	50,5 e	4,73 ij	73,11 h
8	EJX7285	8,36 g	46,5 f	5,34 ghij	62,1 i
9	EJL7983	6,33 h	57,5 d	7,21 efgh	73,42 h
10	EJX7288	5,77 h	40,5 g	4,80 hij	50,89 j
11	EJL7901	9,45 f	65,5 b	10,5 bcd	86,11 d
12	EJX7201	12,63 bc	87,5 a	11,87 ab	112,29 c
13	EJX7202	14,21 a	85,5 a	13,61 a	114,56 b
14	EJX7281	13,26 ab	64,5 b	11,31 ab	113,06 b

27 e 28 de junho de 2012 - Ribeirão Preto SP

15	EJX7282	10,41 ef	60,5 c	3,865 ij	78,58 fg
16	EJL7980	12,46 bc	64,5 b	10,2 b	116,32 a
17	EJL7901	9,59 f	40,5 g	11,06 bc	61,45 i
DMS		1,02	2,99	2,41	3,2
Teste F		336,17**	1446,4 **	48,44 **	2291,89**

Na tabela acima é importante ressaltar a produção de colmos das cultivares, pois este é um dos fatores mais relevantes quando se pretende utilizar o sorgo para produção de etanol. O comportamento da produção dos colmos foi semelhante à produtividade sendo que cultivares que apresentaram maior produção foram a EJX 7201, EJX 7202, EJX 7281 e EJL 7980. As produções destas cultivares variaram entre 64 a 87 t/ha de colmos, concordando com os resultados obtidos por Serra (1977) com as cultivares Rio, Dale e Brandes alcançando produtividades de até 75 t/ha. Porém na literatura mundial é possível encontrar valores bem abaixo deste, com diferentes cultivares de sorgo com produção de colmos entre 20 a 75 t/ha. Esta variação se deve ao fato da influencia das plantas pela radiação solar, tipo de cultivar, solo, fertilidade, disponibilidade de água, etc.

Na Tabela 3 (abaixo) nota-se que houve uma tendência das plantas que apresentaram a maior produtividade de colmos, folhas e panículas apresentarem também maior quantidade de sólidos solúveis e ATR. Assim verificou-se que as cultivares EJX7281, EJX7201/02 e EJL7980 foram as que apresentaram maiores teores de sólidos solúveis e ATR, diferenciando-se das demais cultivares significativamente (Tukey 1%)

**Tabela 3.** Valores médios para a quantidade de sólidos solúveis (°Brix), Fibra (%) e produção de Açúcares Totais Recuperáveis (ATR), para as diferentes cultivares de sorgo não comerciais.

	Tratamentos	Sólidos Solúveis °Brix	Fibra (%)	ATR
1	EJL7980	12,26 de	13,75 cd	53,97 f
2	ESX5205	14,42 bcd	21,98 a	54,10 f
3	ESX5206	12,14 de	19,92 a	59,07 ef
4	ESX5210	12,46 cde	18,62 ab	58,94 ef
5	ESX5211	12,18 cde	19,77 a	58,58 ef
6	EJX7284	12,89 bcd	20,09 a	63,43 de
7	EJ7143	9,00 ef	14,70 cd	36,17 h
8	EJX7285	12,14 cde	14,23 cd	67,89 cd
9	EJL7983	13,92 bcd	12,27 d	73,33 bc
10	EJX7288	11,84 de	13,67 cd	62,12 de
11	EJL7901	12,62 bcde	15,20 cd	63,80 de
12	EJX7201	17,45 a	13,09 cd	78,26 ab
13	EJX7202	17,18 ab	14,82 cd	80,05 a
14	EJX7281	15,75 abc	14,10 cd	82,76 a
15	EJX7282	13,63 bcd	14,63 cd	70,88 c
16	EJL7980	15,90 abc	12,90 cd	80,90 a
17	EJL7901	6,92 f	15,71 bc	46,69 g
DMS	-	3,01	3,39	6,08

27 e 28 de junho de 2012 - Ribeirão Preto SP

Teste F	-	15,52 **	25,11**	141,79**
---------	---	----------	---------	----------

Comparando com os dados encontrados na literatura é possível constatar que algumas cultivares testadas tiveram uma média de produção (Brix e ATR) muito abaixo do desejado para a extração e fabricação de etanol. Autores como Reeves (1976) e Araujo et al.(1977) observaram valores entre 14 e 20°Brix, podendo assim inferir que as cultivares EYL7901 e EYL7143 se demonstraram não serem viáveis para a extração de açúcar e produção de etanol. Já as outras cultivares (tabela 3), as quais também produziram abaixo da média citada na literatura, poderiam passar por um novo teste de cultivares, pois podem ter sofrido alguma influência externa e não ter expressado seu potencial, visto que os valores encontrados foram bem próximos aos relatados por vários autores. Quanto ao teor de fibra verificou-se que as cultivares que apresentaram maiores valores foram ESX 5205, ESX5206, ESX 5210, ESX 5211 e a EYL7284. Já as cultivares destacadas anteriormente (EYL7281, EYL7201/02 e EYL7980) apresentaram os menores teores de fibra, assim como outras cultivares. Corroborando com os dados encontrados por Serra et al. (1976) em que o autor observou que o teor de fibra na literatura mundial variou entre 14 e 17%, verifica-se neste experimento que os dados sempre estiveram dentro desta faixa.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos nas condições experimentais, pode-se concluir que as cultivares EYL7281, EYL7201, EYL 7202 e EYL7980 são as mais indicadas deste experimento para plantio comercial, pois além possuírem maior produção de sólidos solúveis e açúcares totais recuperáveis (ATR) ainda tiveram uma menor quantidade de fibra, fator este indesejado para a extração do caldo e conseqüentemente produção do etanol.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, T.C.; CANECHIO FILHO, V. **Principais culturas (2)**. 2º ed. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973, 404p.

ARAUJO, N.Q.; CASTRO, H.F.; VISCONTI, A.E.S. **Sorgo matéria prima renovável para produção de etanol na escala de energética nacional**. Brasil Açucareiro, 90(2): p.84-101, 1977.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação de solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPSo, 1999, 412p.

HECKLER, J.C. Sorgo e girassol no outono-inverno, em sistema plantio direto, no Mato Grosso do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v.32, p.517-520, 2002.

27 e 28 de junho de 2012 - Ribeirão Preto SP

MILLER, F.R. Use of sorghum to produce fermented energy sources. Texas Agricultural Experiment Station. **In:** REUNIÃO DE SORGO SACARINO, 1º., Sete Lagoas, 1977.

REEVES, S.A. Sweet sorghum research report, 1975. **Texas Agricultural Station**, 1976. P.01-22. (Research Center Technical Report, p.76-83).

SERRA, G.E. O sorgo sacarino como matéria prima para produção do álcool etílico. **In:** SIMPÓSIO BRASILEIRO DO SORGO, 1º, Brasília, 1977, 14p.

SERRA, G.E., LUDERS, M.; araujo, T.C. Observações preliminares sobre características agronômicas e tecnológicas do sorgo sacarino. **In:** Reunião Brasileira do Milho e Sorgo, 1º., Piracicaba. ESALQ, 1976, 8 p.

VANDERLIP, R.L.; REEVES, H. E. Growth stages of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Agronomy Journal**, Madison, v.64, p.13-16, 1972.