



## CARACTERIZAÇÃO DE CULTIVARES DE SORGO BIOMASSA VISANDO A GERAÇÃO DE ENERGIA PARA A REGIÃO NORTE DE MATO GROSSO

André Luiz da SILVA<sup>1\*</sup>, Flavio Dessaune TARDIN<sup>2</sup>, Gheorges Wilians ROTTA<sup>3</sup>, Alexandre Ferreira da SILVA<sup>4</sup>, Livia PERES<sup>5</sup>, Fabio BARROS<sup>6</sup>, Ágata COSTA<sup>7</sup>, Jackson Roberto Dias RIBEIRO<sup>8</sup>, Rafael Augusto da Costa PARRELA<sup>9</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Estagiário, Embrapa Milho e Sorgo, Embrapa, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

<sup>2</sup>Dr., Pesquisador Milho e Sorgo, Embrapa Milho e Sorgo, Embrapa, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

<sup>3</sup>Msc., Gerente de Sustentabilidade, Fiagril, Lucas do Rio Verde, Mato Grosso, Brasil.

<sup>4</sup>Dr., Pesquisador Milho e Sorgo, Embrapa Milho e Sorgo, Embrapa, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

<sup>5</sup>Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Estagiário, Embrapa Milho e Sorgo, Embrapa, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

<sup>6</sup>Graduando em Agronomia, Estagiário, Embrapa e Milho e Sorgo, Embrapa, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

<sup>7</sup>Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Estagiário, Embrapa e Milho e Sorgo, Embrapa, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

<sup>8</sup>Mestrando em Agricultura Tropical, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, Espírito Santo, Brasil.

<sup>9</sup>Dr., Pesquisador Milho e Sorgo, Embrapa Milho e Sorgo, Embrapa, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil.

\*E-mail: als\_engagricol@yahoo.com

---

**RESUMO:** O sorgo biomassa possui elevada produção de biomassa lignocelulósica, surgindo como alternativa de cultivo visando produção de energia renovável. O objetivo deste trabalho foi caracterizar cultivares de sorgo biomassa visando a geração de energia para região Norte de MT. Para tal, implantou-se em 04/12/2014, em Sinop-MT, um experimento no delineamento em blocos casualizados, com três repetições, composto por 36 genótipos de sorgo (34 biomassas e 2 forrageiros). As características avaliadas foram: florescimento, altura de plantas, acamamento, população de plantas, produção de massa verde, produção de massa seca, porcentagem de massa seca e umidade. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias dos genótipos foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott. Os materiais forrageiros floresceram, em média, aos 77 dias, enquanto que os genótipos de biomassa floresceram dos 101 aos 130 dias. Enquanto o melhor genótipo forrageiro (Volumax) produziu 11,6 t de massa seca por ha, 15 genótipos de sorgo biomassa produziram, em média, 24 toneladas. Demonstrando estes serem os de maior interesse de cultivo na região de estudo. A matéria seca produzida pelos genótipos de sorgo biomassa associado a seu poder calorífico demonstram potencial da cultura para produção de energia renovável.

**Palavra-chave:** *Sorghum bicolor*, energia renovável, bioenergia.

### *Characterization of biomass sorghum cultivars aiming to generate energy for the region North of Mato Grosso*

**ABSTRACT:** Biomass sorghum has high lignocellulosic biomass production, emerging as alternative for renewable energy production. The objective of this study was to characterize biomass sorghum cultivars aiming to generate power for the northern region of Mato Grosso. To this end, it was implanted in 04/12/2014 in Sinop-MT, an experiment in the randomized block design with three replications, consisting of 36 genotypes of sorghum (34 biomass and two forage). The characteristics evaluated were: flowering, plant height, lodged plants, population of plants, green mass yield, dry matter yield, dry matter percentage and humidity. Data were subjected to analysis of variance and the averages of the genotypes were grouped by the Scott-Knott test. Forage materials flourished on average after 77 days, whereas the biomass genotypes flourished from 101 to 130 days. While the best forage genotype (Volumax) produced 11.6 t ha<sup>-1</sup> dry matter, 15 genotypes of sorghum biomass produced, on average 24 tons, each one. Demonstrating these potential for cultivate in the region. The dry matter produced by biomass sorghum genotypes associated with your calorific has demonstrated the potential of culture for renewable energy production.

**Keywords:** *Sorghum bicolor*, renewable energy, bioenergy.

---

## 1. INTRODUÇÃO

O sorgo biomassa, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, semelhante aos capins elefante e napier, gramíneas, surge como uma das fontes de energia renovável para a crescente problemática energética. Segundo Parrela et al. (2011) o Brasil e vários outros países visualizaram a importância da produção e do uso da biomassa para a geração de energia.

Desde de 2001, a utilização de hidroelétricas para geração de energia no total de suas capacidades tem diminuído principalmente pelas secas dos últimos anos. Tornando a cogeração de eletricidade com a queima da biomassa (bagaço) em termoelétrica um negócio bastante atrativo (MOURA et al., 2015).

Cerca de 6,4% da matriz brasileira de geração de energia elétrica é originária da queima do bagaço da cana-de-açúcar, licor negro, madeira, biogás, casca de arroz, as quais comercializam o excedente de energia (Conab, 2011).

Nesse contexto Parrela et al. (2011) salienta que o sorgo biomassa apresenta-se como uma matéria-prima promissora devido ao seu alto rendimento energético por hectare e ciclo curto. Schuck et al. (2014) citam que o sorgo biomassa é uma cultura que permite mecanização do plantio a colheita, sendo seu plantio feito por sementes, com capacidade de produzir grande quantidade de biomassa por hectare em um ciclo de, aproximadamente, seis meses.

O programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo desenvolveu híbridos de sorgo biomassa, sensíveis ao fotoperíodo, com alto potencial produtivo por ciclo (6 meses) para matéria seca, cerca de 50 t.ha<sup>-1</sup> (PARRELA et al., 2011).

Este trabalho teve o objetivo de caracterizar o potencial agrônomo de cultivares de sorgo biomassa visando a geração de energia para a região Norte de MT.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas, na safra agrícola 2014/15 no município de Sinop-MT, 33 cultivares experimentais de sorgo biomassa (201429B001, 201429B002, 201429B003, 201429B004, 201429B005, 201429B006, 201429B007, 201429B008, 201429B009, 201429B010, 201429B011, 201429B012, 201429B013, 201429B014, 201429B015, 201429B016, 201429B017, 201429B018, 201429B019, 201429B020, 201429B021, 201429B022, 201429B023, 201429B024, 201429B025, 201429B026, 201429B027, 201429B028, 201429B029, 201429B030, 201429B031, 201429B032, 201429B033), provenientes do programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo, 1 cultivar comercial de sorgo biomassa (BRS 716), 2 cultivares comerciais de sorgo forrageiro (BRS 655 e Volumax), sendo os últimos três considerados como testemunha. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com 3 repetições. As parcelas experimentais foram constituídas por quatro fileiras de cinco metros, espaçadas em 0,7 m, sendo as duas fileiras centrais consideradas parcelas úteis.

As características avaliadas foram: Florescimento (FLOR): número de dias do plantio ao florescimento de 50% das plantas da parcela; Altura de Plantas (AP): altura média, em metros, das plantas de cada parcela, medida da

superfície do solo ao ápice da panícula; Acamamento (ACAM): número de plantas quebradas ou com grau de inclinação igual ou superior a 30° em relação a vertical na parcela, impossibilitando a colheita mecanizada, sendo este valor extrapolado para plantas.ha<sup>-1</sup>; População (POP): número de plantas existentes na parcela no momento da colheita, valor extrapolado para mil plantas.ha<sup>-1</sup>; Produção de Massa Verde (PMV): determinada através da pesagem de toda parte aérea de todas as plantas de cada parcela colhidas na maturidade fisiológica do grão, sendo os dados convertidos para t.ha<sup>-1</sup>; Produção de Massa Seca (PMS): determinada em kg/parcela, através da multiplicação da produção de massa verde total pela porcentagem de matéria seca desta biomassa; Percentual de matéria seca (%MS): determinada em porcentagem (%), através da retirada de uma amostra da biomassa verde das parcelas, no momento da colheita, as quais foram pesadas e armazenadas em estufa a 65°C por 72 horas; Umidade (UMI%): determinada em porcentagem (%) através da diferença de percentual de massa seca (%MS) e o percentual de massa total.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias das características dos diferentes genótipos foram agrupados pelo teste de Scott-Knott (P<0,05). Tais análises estatísticas foram realizadas utilizando-se os recursos computacionais do programa GENES (Cruz, 2009).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância demonstrou diferenças significativas (p<0,05) entre os genótipos para todas as características avaliadas, mostrando a existência de variabilidade genética entre os genótipos e a possibilidade de seleção daqueles com atributos superiores para cultivo na região de estudo. Nas Tabelas 1a e 1b estão apresentados os valores médios das características avaliadas dos diferentes genótipos e o coeficiente de variação (CV) relacionados aos mesmos. O FLOR variou de 75 a 130 dias, a ALT de 2,50 a 5,92 metros, o ACAM de 0 a 10.476 plantas.ha<sup>-1</sup>, a POP de 74.286 a 136.667 mil plantas.ha<sup>-1</sup>, a PMV de 27,6 a 84,4 t.ha<sup>-1</sup>, a PMS de 6,346 a 28,793 t.ha<sup>-1</sup>, a %MS de 23,17 a 36,61 % e a UMI% com valores entre 63,39 a 76,83 %.

Observaram-se cinco grupos de médias para florescimento, os materiais forrageiros foram os mais precoces florescendo, em média, aos 77 dias, enquanto que os genótipos de biomassa floresceram dos 101 aos 130 dias.

Conforme analisado por Parrela et al. (2013) a sensibilidade do sorgo biomassa ao fotoperíodo incide sobre seu ciclo vegetativo. Este ciclo maior pode ser uma das explicações de seu maior potencial para produção de matéria seca (PMS).

Tabela 1a. Média de diferentes características obtidas em 36 genótipos de sorgo cultivados em Sinop-MT na safra 2014/15.

| Genótipos  | Características <sup>1</sup> |         |                                  |                                     |
|------------|------------------------------|---------|----------------------------------|-------------------------------------|
|            | FLOR (Dias)                  | ALT (m) | ACAM (plantas.ha <sup>-1</sup> ) | POP (mil plantas.ha <sup>-1</sup> ) |
| 201429B001 | 130 a                        | 5,62 a  | 7143 a                           | 136,667 a                           |
| 201429B005 | 128 a                        | 5,23 b  | 5714 a                           | 100,476 b                           |
| 201429B015 | 128 a                        | 5,15 b  | 4762 a                           | 111,905 a                           |
| BRS 716    | 128 a                        | 5,53 a  | 27143 a                          | 96,190 b                            |
| 201429B013 | 127 a                        | 5,40 a  | 10000 a                          | 111,905 a                           |
| 201429B010 | 125 a                        | 5,06 b  | 47619 a                          | 104,762 b                           |
| 201429B008 | 124 a                        | 5,14 b  | 5714 a                           | 99,048 b                            |
| 201429B006 | 123 a                        | 5,15 b  | 42857 a                          | 113,810 a                           |
| 201429B017 | 123 a                        | 4,77 b  | 8571 a                           | 119,048 a                           |
| 201429B032 | 122 a                        | 5,49 a  | 52381 a                          | 74,286 b                            |
| 201429B033 | 122 a                        | 5,50 a  | 19524 a                          | 100,476 b                           |
| 201429B012 | 121 a                        | 5,18 b  | 6667 a                           | 95,238 b                            |
| 201429B031 | 121 a                        | 5,76 a  | 15238 a                          | 93,809 b                            |
| 201429B020 | 119 a                        | 5,57 a  | 10952 a                          | 88,571 b                            |
| 201429B026 | 118 b                        | 5,80 a  | 19048 a                          | 113,809 a                           |
| 201429B014 | 117 b                        | 4,68 b  | 4762 a                           | 124,286 a                           |
| 201429B018 | 117 b                        | 5,00 b  | 40476 a                          | 96,667 b                            |
| 201429B030 | 117 b                        | 5,34 a  | 4762 a                           | 96,191 b                            |
| 201429B002 | 116 b                        | 5,21 b  | 10476 a                          | 134,762 a                           |
| 201429B022 | 116 b                        | 5,92 a  | 24286 a                          | 85,238 b                            |
| 201429B029 | 116 b                        | 5,48 a  | 38095 a                          | 113,809 a                           |
| 201429B009 | 115 b                        | 5,25 b  | 20476 a                          | 89,524 b                            |
| 201429B016 | 115 b                        | 4,91 b  | 31905 a                          | 131,905 a                           |
| 201429B003 | 114 b                        | 5,17 b  | 0 a                              | 98,571 b                            |
| 201429B004 | 114 b                        | 5,13 b  | 4762 a                           | 86,190 b                            |
| 201429B023 | 114 b                        | 5,54 a  | 15238 a                          | 118,571 a                           |
| 201429B007 | 112 c                        | 4,92 b  | 1429 a                           | 100,952 b                           |
| 201429B019 | 111 c                        | 4,51 b  | 7143 a                           | 107,143 b                           |
| 201429B024 | 111 c                        | 5,26 b  | 6667 a                           | 93,809 b                            |
| 201429B011 | 110 c                        | 4,81 b  | 9524 a                           | 113,333 a                           |
| 201429B021 | 110 c                        | 5,00 b  | 8571 a                           | 86,667 b                            |
| 201429B025 | 110 c                        | 5,31 b  | 18571 a                          | 120,476 a                           |
| 201429B027 | 110 c                        | 5,78 a  | 10000 a                          | 100,476 b                           |
| 201429B028 | 101 d                        | 4,93 b  | 3333 a                           | 89,524 b                            |
| Volumax    | 79 e                         | 3,07 c  | 0 a                              | 105,714 b                           |
| BRS655     | 75 e                         | 2,49 d  | 3810 a                           | 89,048 b                            |
| CV         | 3,82                         | 5,83    | 158,57                           | 19,28                               |

<sup>1</sup>FLOR = florescimento (dias), ALT = altura de plantas (m), ACAM = Acamamento, POP= População de mil plantas.

Enquanto o melhor genótipo forrageiro (Volumax) produziu 11,6 t de MS.ha<sup>-1</sup>, 15 genótipos de sorgo biomassa formaram o grupo dos mais produtivos com produção média de 24 t de MS.ha<sup>-1</sup>, dentre estes o genótipo 201429B026 chama a atenção pela PMS, em valor absoluto, de 28,793 t.ha<sup>-1</sup> (Tabela 1b).

O plantio do experimento ocorreu no dia 04/12/14 e a colheita seis meses depois. No trabalho de Schuck et al. (2014) onde o plantio ocorreu no dia 19/11/13, pode-se observar que o FLOR variou de 113 a 136 dias, inferindo sobre a sensibilidade ao fotoperíodo e o aumento do ciclo vegetativo, enquanto a PMS teve média de 36 t.ha<sup>-1</sup>, com o genótipo mais produtivo chegando a média de 47,35 t.ha<sup>-1</sup>.

Tabela 1b. Média de diferentes características obtidas em 36 genótipos de sorgo cultivados em Sinop-MT na safra 2014/15.

| Genótipos  | Características <sup>1</sup> |                           |        |        |
|------------|------------------------------|---------------------------|--------|--------|
|            | PMV (t.ha <sup>-1</sup> )    | PMS (t.ha <sup>-1</sup> ) | %MS    | UMI%   |
| 201429B026 | 84,400 a                     | 28,793 a                  | 34,1 a | 65,9 c |
| 201429B001 | 83,305 a                     | 27,119 a                  | 32,7 a | 67,3 c |
| BRS 716    | 76,257 a                     | 25,482 a                  | 33,1 a | 66,9 c |
| 201429B031 | 76,971 a                     | 25,237 a                  | 33,0 a | 67,0 c |
| 201429B002 | 83,686 a                     | 25,201 a                  | 30,1 b | 69,9 b |
| 201429B013 | 80,210 a                     | 24,799 a                  | 30,7 b | 69,3 b |
| 201429B020 | 74,114 a                     | 23,813 a                  | 32,3 a | 67,7 c |
| 201429B022 | 75,686 a                     | 23,086 a                  | 30,6 b | 69,4 b |
| 201429B033 | 75,447 a                     | 22,907 a                  | 30,4 b | 69,6 b |
| 201429B030 | 61,257 b                     | 22,644 a                  | 36,6 a | 63,4 c |
| 201429B014 | 74,781 a                     | 22,607 a                  | 30,3 b | 69,7 b |
| 201429B029 | 69,924 a                     | 22,562 a                  | 32,2 a | 67,8 c |
| 201429B012 | 60,733 b                     | 22,225 a                  | 36,4 a | 63,6 c |
| 201429B017 | 76,829 a                     | 22,160 a                  | 28,8 b | 71,2 b |
| 201429B005 | 72,162 a                     | 21,935 a                  | 30,4 b | 69,6 b |
| 201429B015 | 73,591 a                     | 21,610 b                  | 29,4 b | 70,6 b |
| 201429B023 | 74,590 a                     | 21,229 b                  | 28,5 b | 71,5 b |
| 201429B016 | 71,019 a                     | 20,870 b                  | 29,3 b | 70,7 b |
| 201429B025 | 63,590 b                     | 20,318 b                  | 32,2 a | 67,8 c |
| 201429B004 | 64,781 b                     | 20,143 b                  | 31,1 b | 68,9 b |
| 201429B008 | 64,543 b                     | 20,115 b                  | 31,2 b | 68,8 b |
| 201429B009 | 66,495 a                     | 20,026 b                  | 30,1 b | 69,9 b |
| 201429B027 | 61,448 b                     | 19,627 b                  | 32,0 a | 68,0 c |
| 201429B007 | 56,495 b                     | 19,623 b                  | 34,7 a | 65,3 c |
| 201429B021 | 58,924 b                     | 19,212 b                  | 33,1 a | 66,9 c |
| 201429B024 | 56,828 b                     | 18,823 b                  | 33,1 a | 66,9 c |
| 201429B006 | 67,257 a                     | 18,789 b                  | 28,1 b | 71,9 b |
| 201429B032 | 59,781 b                     | 18,783 b                  | 31,5 a | 68,5 c |
| 201429B003 | 61,114 b                     | 18,682 b                  | 30,7 b | 69,3 b |
| 201429B018 | 58,019 b                     | 17,437 b                  | 30,1 b | 69,9 b |
| 201429B010 | 62,257 b                     | 17,017 b                  | 27,1 c | 72,9 a |
| 201429B028 | 46,543 b                     | 14,393 c                  | 31,0 b | 69,0 b |
| 201429B011 | 48,114 b                     | 14,322 c                  | 29,8 b | 70,2 b |
| 201429B019 | 49,495 b                     | 12,038 c                  | 24,4 c | 75,6 a |
| Volumax    | 39,543 b                     | 11,556 c                  | 29,1 b | 70,9 b |
| BRS655     | 27,257 b                     | 6,346 d                   | 23,2 c | 76,8 a |
| CV         | 11,82                        | 15,13                     | 8,96   | 4,00   |

<sup>1</sup>PMV = produção de massa verde (t.ha<sup>-1</sup>), PMS= produção de massa seca (t.ha<sup>-1</sup>), %MS = porcentagem de massa seca (%) e %UMI= umidade (%).

No trabalho de Parrela et al. (2013) foram avaliadas quatro localidades (Capivari-SP, Nova Porteirinha-MG, Piracicaba-SP e Sete Lagoas-MG) onde as menores médias para as características avaliadas se devem a semeadura tardia, tornando menor o ciclo vegetativo.

Dados destas literaturas dão indício de que as produtividades dos genótipos avaliados podem ser melhores em plantios no início da estação chuvosa, ou seja, para o MT, fim de outubro ou início de novembro, uma vez que isto tende a aumentar seus ciclos vegetativos, ampliando suas capacidades de fixação de matéria seca (MS).

Quanto ao poder calorífico da MS do sorgo biomassa, Schuck et al. (2014) estimaram o poder calorífico superior (PCS) da MS de 14 genótipos, não encontrando diferenças

---

significativas entre eles, sendo o valor médio obtido, por Kg de MS, de 4.423 Kcal. Considerando este valor, no atual estudo, o genótipo 201429B026 produziria, em média, 127,35 Gcal.ha<sup>-1</sup>, num ciclo de seis meses. Assemelhando-se a cultura do eucalipto que tem produção de matéria seca de 30 t.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, gerando 138 Gcal.ha<sup>-1</sup> por ano, dados considerando o PCS do eucalipto de 4.600 Kcal.Kg<sup>-1</sup> de MS.

#### 4. CONCLUSÕES

A matéria seca produzida pelos genótipos de sorgo biomassa associado a seu poder calorífico demonstram potencial da cultura para produção de energia renovável.

A identificação e uso de genótipos adaptados a região de cultivo é importante para sucesso produtivo.

Para validação de um sistema de produção de cultivo de sorgo biomassa no Norte do Mato Grosso são necessários novos ensaios com cultivares em diferentes épocas de plantio, locais e anos.

#### 5. AGRADECIMENTOS

A Embrapa e Fapemat pelos recursos financeiros aportados a realização dessa pesquisa e ao Cnpq pela concessão de bolsa de produtividade desenvolvimento tecnológico e extensão inovadora ao segundo autor desta obra e o coordenador desta atividade de pesquisa.

#### 6. REFERÊNCIAS

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. A geração termelétrica com a queima do bagaço de cana-de-açúcar no Brasil: análise do desempenho da safra 2009-2010. Brasília, 2011. 157 p.

CRUZ, C.D. Programa GENES - aplicativo computacional em genética e estatística, Viçosa, MG: UFV, 2009. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm>>. Acesso em: 14 jul. 2015.

MOURA, L. M; OLIVEIRA, I. C. M; SILVA, K. J; DUARTE, D. D; SILVA, R. A; PARELLA, R. A. C; OLIVEIRA, N. A; DURÃES, N. N. L. Caracterização de Híbridos de Sorgo Biomassa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 8,2015, Goiânia. Anais...Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2015.

PARELLA, R. A. C. Desempenho agrônomico de híbridos de sorgo biomassa. Brasília, 2011. 19 p. il. (EMBRAPA/CNPMS-MG. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento,41).

PARRELLA, R. A. C. Cultivares. In: MAY, A.; SILVA, D. D.; SANTOS, F.C. Cultivo do sorgo biomassa para cogeração de energia elétrica. Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 65 p. (EMBRAPA/CNPMS-MG. Documentos, 152).

SCHUCK, D. A; TARDIN, F. D; SCHANFRANSKI, N. O; DIEL, F. A; MORALES, M. M; SILVA, V. Q. R. da; PARELLA, R. A. C; SILVA, A. F. da. Productive behavior

of biomass sorghum hybrids (*Sorghum bicolor*) for energy production in Sinop - MT. In: GENETICS AND PLANT BREEDING MEETING OF RIO DE JANEIRO, 2., 2014, Campos Goytacazes. Abstracts. [S.I]: SBMP: UENF, 2014. p. 57.