

Biometria de genótipos de eucalipto cultivados em solo arenoso na Região Central de Mato Grosso do Sul



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Gado de Corte
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 265

Biometria de genótipos de eucalipto cultivados em solo arenoso na Região Central de Mato Grosso do Sul

*Denise Renata Pedrinho
André Dominghetti Ferreira
Valdemir Antônio Laura
José Antônio Maior Bono
Silvia Rahe Pereira
Rosemary Matias
Sérgio Paulo de Moraes Marques
Luan Silva do Nascimento*

Embrapa Gado de Corte
Campo Grande, MS
2019

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Gado de Corte
Av. Rádio Maia, 830, Zona Rural, Campo Grande, MS,
79106-550, Campo Grande, MS
Fone: (67) 3368 2000
Fax: (67) 3368 2150
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Gado de Corte

Presidente
Gilberto Romeiro de Oliveira Menezes

Secretário-Executivo
Rodrigo Carvalho Alva

Membros
Alexandre Romeiro de Araújo, Andréa Alves do Egito, Liana Jank, Lucimara Chiari, Marcelo Castro Pereira, Mariane de Mendonça Vilela, Rodiney de Arruda Mauro, Wilson Werner Koller

Supervisão editorial
Rodrigo Carvalho Alva

Revisão de texto
Rodrigo Carvalho Alva

Tratamento das ilustrações
Rodrigo Carvalho Alva

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Rodrigo Carvalho Alva

Foto da capa
José Antônio Maior Bono

1ª edição
Publicação digitalizada (2019)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Gado de Corte

Biometria de genótipos de eucalipto cultivados em solo arenoso na Região Central de Mato Grosso do Sul / Denise Renata Pedrinho ... [et al.]. - Campo Grande, MS : Embrapa Gado de Corte, 2019.
PDF (24 p.). - (Documentos / Embrapa Gado de Corte, ISSN 1983-974X ; 265).

1. Clone 2. Eucalipto. 3. Genótipo. 4. Híbrido. 5. Melhoramento genético vegetal. I. Pedrinho, Denise Renata. II. Ferreira, André Dominghetti. III. Laura, Valdemar Antônio. IV. Bono, José Antônio Maior. V. Pereira, Sílvia Rahe. VI. Matias, Rosemary. VII. Marques, Sérgio Paulo de Moraes. VIII. Nascimento, Luan Silva do. IX. Série.

CDD 583.766 (23. ed.)

Maria de Fátima da Cunha (CRB – 1/2616)

© Embrapa, 2019

Autores

Denise Renata Pedrinho

Engenheira-Agrônoma, doutora em agronomia, professora da Universidade Anhanguera-Uniderp, Campo Grande, MS

André Dominghetti Ferreira

Engenheiro-Agrônomo, doutor em fitotecnia, pesquisador da Embrapa Café, Brasília, DF

Valdemir Antônio Laura

Engenheiro-Agrônomo, doutor em agronomia, pesquisador da Embrapa Gado de Corte - Campo Grande, MS

José Antônio Maior Bono

Engenheiro-Agrônomo, doutor em solos e nutrição de plantas, professor da Universidade Anhanguera-Uniderp, Campo Grande, MS

Silvia Rahe Pereira

Bióloga, doutora em ecologia e recursos naturais, professora da Universidade Anhanguera-Uniderp, Campo Grande, MS

Sérgio Paulo de Moraes Marques

Engenheiro-Agrônomo, mestre produção e gestão agroindustrial, professor da Universidade Anhanguera, Rondonópolis, MT

Rosemary Matias

Química, doutora em química, professora da Universidade Anhanguera-Uniderp, Campo Grande, MS

Luan Silva do Nascimento

Engenheiro-Agrônomo, mestrando em produção e gestão agroindustrial na Universidade Anhanguera-Uniderp, Campo Grande, MS

Sumário

Autores	3
Apresentação	7
Material e Métodos	10
Local do experimento e condições edafoclimáticas	10
Preparo da área	12
Materiais genéticos de eucalipto utilizados	12
Plantio	12
Condução do experimento	13
Análise de dados	14
Resultados	14
Discussão	18
Conclusões	21
Agradecimentos	21
Referências bibliográficas	21

Apresentação

A expansão das áreas de cultivo de eucalipto no Mato Grosso do Sul o levou à segunda posição no ranking nacional dos Estados maiores produtores de madeira de eucalipto. Grande parte da madeira produzida nestes povoamentos florestais é destinada à indústria de papel e celulose, contudo outros setores industriais têm apresentado demanda crescente de madeira de eucalipto, evidenciando a necessidade de cultivo de clones de eucalipto classificados como de múltiplo uso.

Os estudos de melhoramento genético do eucalipto são concentrados principalmente em Minas Gerais, São Paulo e Paraná, regiões tradicionalmente produtoras dessa madeira. Neste contexto, é necessário intensificar os estudos sobre o comportamento silvicultural dos clones de eucalipto desenvolvidos pelos programas de melhoramento genético nas potenciais regiões produtoras dessa madeira no Mato Grosso do Sul, notadamente aqueles clones de eucalipto que possuem características de madeira que atendam a mais de um setor da economia.

Esse documento apresenta resultados de pesquisa sobre as características silviculturais de clones de eucalipto considerados de múltiplo uso na região Central de Mato Grosso do Sul. Partiu-se da premissa que estes clones de eucalipto possuem capacidade de adaptação às condições edafoclimáticas da região em estudo, e conseqüentemente, potencial para o desenvolvimento da economia de base florestal. No entanto, os resultados podem variar entre locais e em função dos materiais genéticos utilizados.

O experimento foi conduzido no município de Campo Grande, capital do Mato Grosso do Sul, onde há demanda de madeira para diversos setores da economia (construção civil, madeira serrada, cercas rurais). Assim, as informações contidas no documento visam subsidiar os produtores rurais na escolha do material genético que seja mais adaptado e que apresente o melhor desenvolvimento na região.

Resumo

As espécies de eucalipto, bem como os híbridos interespecíficos obtidos pelos programas de melhoramento genético apresentam elevada capacidade de adaptação às mais diversas condições de clima e solos brasileiros. Entretanto, estes programas tendem a priorizar determinadas regiões, geralmente aquelas em que a atividade em questão já está instalada. O objetivo na realização deste trabalho foi avaliar a adaptabilidade de sete híbridos interespecíficos de eucalipto e da espécie *Corymbia citriodora* na região central do Mato Grosso do Sul. Foram avaliadas a matéria seca e carbono acumulado nos ramos e folhas provenientes da primeira desrama, quantificação da biomassa de serapilheira, diâmetro de copa e cobertura de copa, altura total de planta, diâmetro à altura do peito, volume de madeira por hectare, retidão, bifurcação e cilindridade. Os híbridos apresentaram superioridade à espécie *C. citriodora* quanto às características morfológicas para a produção de madeira. O híbrido Toreliodora apresentou o maior potencial de acúmulo de carbono nos ramos e folhas por ocasião da primeira desrama. Os híbridos apresentaram o mesmo desempenho silvicultural quando consideradas as características diâmetro de copa e percentagem de cobertura da copa, evidenciando sua potencialidade para uso em sistemas silvipastoris.

Introdução

A demanda por produtos florestais originados de florestas plantadas tem sido alavancada nos últimos anos pela necessidade do uso racional imposta pela legislação e pela limitação da madeira proveniente de florestas nativas. Para suprir o aumento desta demanda, têm-se intensificado a implantação de novos povoamentos florestais com espécies capazes de fornecer madeira para diversas aplicações. Neste âmbito, as espécies do gênero *Eucalyptus* possuem elevado potencial de utilização, uma vez que produzem madeira para diversas finalidades de uso, o que a torna a espécie florestal com maior área de exploração no mundo (SANTIAGO, 2013; SFB, 2017).

A liderança mundial ocupada pelo Brasil no setor de papel e celulose proveniente da madeira de eucalipto se deve à junção do emprego de tecnologias e condições naturais de clima e solo que proporcionam elevadas produtividades. Enquanto a produtividade de uma floresta plantada na Europa é de

aproximadamente $10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e $18 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ no Chile; no Brasil a produtividade média fica entre 40 e $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (CARVALHAES, 2015).

Da área total de 7,84 milhões de hectares cultivados com eucalipto no Brasil em 2016, 34% pertencem às empresas do segmento de celulose e papel. Em segundo lugar, com 29%, encontram-se proprietários independentes e pequenos e médios produtores do programa de fomento florestal, que investem em plantios florestais para comercialização da madeira in natura. Na terceira posição, está o segmento de siderurgia a carvão vegetal, que representa 14% da área plantada, seguido pelos Investidores Financeiros com 10%, painéis de madeira e pisos laminados com 6%, produtos sólidos de madeira 4% e outros com 3%. (IBÁ - INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2017).

A crescente demanda por alimentos, madeira e biocombustíveis, e as restrições para abertura de novas áreas para a agropecuária e para exploração de madeira nativa, justificam o avanço de lavouras e de florestas plantadas sobre áreas com pastagens, principalmente, aquelas em algum estágio de degradação.

No que tange à atividade silvicultural no Estado de Mato Grosso do Sul, tem se concentrado na geração de diversos produtos, como carvão vegetal, toras e madeira serrada, óleos essenciais produzidos a partir de folhas de eucaliptos e, ainda, madeira para produção de celulose e papel, sendo o único Estado da Região Centro-Oeste a desenvolver tal atividade (IBÁ, 2017).

A demanda crescente por madeira, ocasionada pela expansão agroindustrial em Mato Grosso do Sul possibilitou a retomada de investimentos nos plantios florestais. Nesse contexto, o governo estadual elaborou, em 2009, o Plano Estadual para o Desenvolvimento Sustentável de Florestas Plantadas, com informações sobre a demanda do Estado por produtos florestais madeireiros e não madeireiros. O Programa Estadual de Pesquisa e Desenvolvimento em Bioenergia de Mato Grosso do Sul (Bioenergia MS) definiu as Florestas Energéticas como uma de suas quatro plataformas temáticas. Nas ações necessárias ao desenvolvimento desta cadeia no Estado, o programa prioriza o processo de seleção e indicação de materiais genéticos adaptados às condições edafoclimáticas de Mato Grosso do Sul. O objetivo do programa foi apoiar a execução de projetos de pesquisa, de extensão e de inovação nas instituições de ensino superior e/ou de pesquisa do Estado de Mato Grosso do Sul a fim de fortalecer os grupos de pesquisa nos Eixos Estruturantes do Programa BIOENERGIA-MS (Biodiesel,

Bioetanol e Biomassa), contribuindo para o desenvolvimento científico, tecnológico, social e cultural do Estado de Mato Grosso do Sul.

Dentre as espécies florestais mais plantadas em Mato Grosso do Sul estão *Eucalyptus urophylla*, *E. camaldulensis*, *E. grandis*, *Corymbia citriodora* e os híbridos “urograndis” (*E. urophylla* x *E. grandis*) e “urocam” (*E. urophylla* x *E. camaldulensis*).

As condições ambientais verificadas em algumas áreas do Estado proporcionam boas médias de produtividade, atingindo $38 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ao passo que, em outras regiões, os níveis de produtividade não se mostram satisfatórios (CHAEBO et al., 2011).

Trabalho realizado pelo IPEF (2017) mostrou que a produtividade média dos híbridos testados, nos sítios tropicais, foi $38 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, com variação de 10 a $70 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ entre o sítio de menor e maior produtividade. Dentro de cada sítio observou-se uma ampla variação entre os genótipos, com diferença de 48% dos médios para os mais produtivos, chegando a 150% do menos para o mais produtivo. Tais resultados mostram a importância da escolha correta do material genético.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a biometria de diferentes híbridos interespecíficos de eucalipto e do genótipo *Corymbia citriodora*, classificados como de múltiplo uso quando submetidos às condições edafoclimáticas da região central do estado de Mato Grosso do Sul.

Material e Métodos

Local do experimento e condições edafoclimáticas

O experimento foi instalado em dezembro de 2012 em solo classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo – EMBRAPA (2013), no município de Campo Grande, MS, nas coordenadas geográficas: latitude $20^{\circ}26'18.63''$ S e longitude $54^{\circ}32'8.48''$ O. O padrão climático da região é descrito, segundo Köppen (1965), como pertencente à faixa de transição entre Cfa e Aw tropical úmido, com verão chuvoso e inverno com precipitações pluviais inferiores a 100 mm mensais.

Na Tabela 1 são apresentados os dados de pluviosidade, correspondentes ao período de execução do ensaio experimental. Os dados foram coletados na estação meteorológica situada na Embrapa Gado de Corte, Latitude: 20°26'52.32" S e Longitude: 54°43'07.74" O.

Tabela 1. Dados da pluviosidade (mm) no município de Campo Grande (MS).

Mês/ano	2012	2013	2014	2015	2016
Jan	210,8	212,0	160,4	245,8	382,6
Fev	171,8	216,4	110,8	161,0	185,2
Mar	57,2	186,8	155,0	72,6	190,0
Abr	58,9	226,8	49,4	100,0	70,8
Mai	76,8	15,2	183,0	135,6	206,8
Jun	244,4	182,4	54,2	40,4	48,8
Jul	14,8	51,0	119,2	87,2	54,0
Ago	1,2	0,0	17,2	8,6	65,6
Set	122,0	101,8	65,8	225,4	37,0
Out	125,0	119,4	19,0	95,6	91,4
Nov	190,2	249,6	225,6	150,0	116,8
Dez	181,0	170,8	364,2	190,8	164,2
Acumulado	1.454,1	1.732,2	1.523,8	1.513,0	1.613,2

Fonte: Cemtec (MS) -<http://www.cemtec.ms.gov.br/>.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da análise química do solo da área experimental. Foram coletadas amostras nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade. As análises foram realizadas conforme protocolos estabelecidos por EMBRAPA (2017). Os teores de argila, silte e areia da área em estudo são 131, 45 e 824 g kg⁻¹, respectivamente.

Tabela 2. Resultado da análise química do solo da área experimental.

Prof. (cm)	pH CaCl ₂	P ppm	K ppm	Ca cmol _c dm ⁻³	Mg cmol _c dm ⁻³	Al cmol _c dm ⁻³	M.O. g kg ⁻¹
0-20	4,58	50	46	0,9	0,5	0,7	23,5
20-40	4,47	47	20	0,6	0,7	0,9	17,2

Preparo da área

Para corrigir a acidez do solo para níveis próximos a pH 6,0 e elevar os teores de Ca e Mg no solo da área experimental, 60 dias antes do plantio, foram aplicados a lanço 2,0 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT de 85%), sendo incorporado a 30 centímetros de profundidade com uma grade com 18 discos de 32 polegadas de diâmetro, em área total. Após 30 dias da aplicação do calcário, aplicou-se a lanço e sem incorporação 500 kg ha⁻¹ de gesso agrícola.

Materiais genéticos de eucalipto utilizados

Os tratamentos foram oito genótipos de eucalipto classificados como de múltiplo uso: *Corymbia citriodora*; Toreliodora (*Eucalyptus toreliana* x *Corymbia citriodora*); Grancam 1277 (*E. grandis* x *E. camaldulensis*); Urograndis I-144 (*E. grandis* x *E. urophylla*); Urograndis 224 (*E. grandis* x *E. urophylla*); Urograndis 1528 (*E. grandis* x *E. urophylla*); Urocam VM (*E. urophylla* x *E. camaldulensis*); Urocam VM1 (*E. urophylla* x *E. camaldulensis*).

Plantio

As mudas foram plantadas em dezembro de 2012, após a abertura dos sulcos de plantio com sulcador, onde foram aplicados a aproximadamente 40 centímetros de profundidade 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, utilizando como fonte o superfosfato simples.

Para o plantio, foi utilizado o próprio tubete da muda para abrir a cova, de modo a evitar a formação de câmaras de ar próximo ao sistema radicular. As mudas apresentavam aproximadamente 30 cm de altura e foram irrigadas com um sistema de gotejamento (um gotejador de vazão de 5,0 L dia⁻¹ planta⁻¹), com frequência e volume de aplicação controlada com auxílio de tensiômetros (20 e 30 cm de profundidade) e a curva de retenção de umidade do solo, considerando uma lâmina máxima de 11,75 mm. O período de irrigação foi de dezembro de 2012 a novembro de 2013, evitando perdas de mudas durante períodos sem chuvas.

A adubação de cobertura foi realizada em duas épocas (três e nove meses após o plantio), com aplicação de 120 g planta⁻¹ do formulado NPK 20-00-20 com 0,5% de boro e 0,5% de zinco em cada cobertura, conforme proposto por Gonçalves (1995).

Condução do experimento

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições para cada tratamento. O espaçamento utilizado foi de 3,0 m x 2,0 m, sendo cada parcela experimental constituída por 48 plantas, distribuídas em 6 linhas com 8 plantas cada.

Foram avaliadas as seguintes características:

- 1. Matéria seca da desrama – aos 18 meses de idade, quando 80% das árvores atingiram o DAP de 6,0 cm, foi realizada a desrama para se obter 2,0 m de fuste livre de galhos laterais. Na ocasião foram coletadas amostras de folhas e ramos de 40 árvores por parcela, por genótipo, permitindo a quantificação da matéria seca de folhas e ramos. O material foi separado, acondicionados em sacos de papel, seco em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 65°C até atingir peso constante.
- 2. Massa seca da serapilheira – aos 18 meses, foram recolhidas seis amostras simples do material vegetal acumulado sobre o solo, por parcela, para formar uma amostra composta, sendo três amostras na linha (coletadas a 1,0 m das árvores adjacentes) e três nas entrelinhas (coletadas a 1,5 m das árvores adjacentes), utilizando-se um gabarito de 50 cm x 50 cm (0,25 m²). Para tanto, retirou-se todo o material vegetal na área delimitada pelo gabarito. O material coletado foi separado em folhas e galhos, sendo acondicionados em sacos de papel, para posterior secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, até atingir peso constante.
- 3. Carbono proveniente do material da desrama – foram retiradas amostras de ramos e folhas de cada parcela para a determinação do teor de carbono no material proveniente da desrama. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, até apresentarem peso constante. Depois de secas, as amostras foram pesadas e moídas para posterior determinação do teor de carbono por meio de um autoanalisador de carbono e nitrogênio (Leco CN 628), conforme metodologia proposta por Kanda et al (2004).
- 4. Retidão e bifurcação – aos 24 meses, foram atribuídas às árvores, notas de 1 a 5, conforme escala proposta por Malinovski et al (2006), sendo a nota

1 correspondente a um fuste subdesenvolvido com tortuosidade, podendo conter forte ramificação e/ou bifurcação, e a nota 5, ao fuste retilíneo.

- 5. Cilindricidade – aos 24 meses, foram atribuídas às árvores, notas de 1 a 3, conforme escala proposta pelos autores citados no item anterior, sendo a nota 1 relativa ao fuste com baixa cilindridade e a nota 3, ao fuste com elevada cilindridade.
- 6. Diâmetro de copa (DC) e cobertura de copa (CC) – avaliadas aos 24 meses de idade, por meio de fotografias aéreas (resolução de 5.000 megapixels), tiradas dos 120 m² centrais das parcelas, com o uso de Veículo Aéreo Não Tripulado – VANT (conhecido como DRONE, equipado com câmera GoPro). Os voos foram realizados entre 11h e 12h, em dia de sol pleno, a 50 m da superfície do solo. As imagens capturadas, utilizando-se o plano de voo, foram processadas pelo programa Agisoft PothoScan para obter o orto mosaico e o ArgiScan para quantificar a cobertura dos corpos, no programa AUTOCAD.
- 7. Altura – a altura total das árvores foi obtida aos 44 meses de idade.
- 8. Diâmetro à altura do peito (DAP) – obtido a 1,3 metros acima do nível do solo com uma suta, aos 44 meses de idade.
- 9. Volume de madeira por hectare – obtido pela multiplicação do volume de madeira da árvore pelo número de árvores por hectare.

Análise de dados

Os dados foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, em caso de diferenças significativas entre variâncias até 5% de significância, as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott até 5% de probabilidade, utilizando-se o software SISVAR (FERREIRA, 2008).

Resultados

A altura e o diâmetro na altura do peito dos indivíduos aos 44 meses de idade variaram entre os genótipos de eucalipto avaliados (Tabela 3). Observou-se a formação de três grupos semelhantes, tanto para a variá-

vel altura como para o DAP, sendo o grupo superior formado pelos clones Grancam 1277, Urograndis 224, Urograndis I-144, Urograndis 1528, Urocam VM e Urocam VM1. *Corymbia citriodora* apresentou o menor desempenho para estas variáveis entre os materiais genéticos estudados e o Toreliodora apresentou valor intermediário. Com relação ao volume de madeira por hectare foram identificados quatro grupos distintos (Tabela 3), sendo o de maior produtividade formado pelos genótipos Urograndis 224, Urocam VM e Urocam VM1 e, novamente, *C. citriodora* apresentando menor desempenho aos 44 meses de plantio.

Tabela 3. Médias de altura (ALT), diâmetro na altura do peito (DAP) e volume de madeira por hectare (VMHa) dos genótipos de eucalipto aos 44 meses de idade. Campo Grande, MS 2017.

Tratamentos	ALT (m)	DAP (cm)	VMHa (m ³)
<i>Corymbia citriodora</i>	7,78 c	6,42 c	19,05 d
Toreliodora	12,86 b	9,72 b	71,41 c
Grancam 1277	15,65 a	12,38 a	143,49 b
Urograndis 224	16,87 a	14,19 a	200,00 a
Urograndis I-144	17,02 a	12,91 a	167,00 b
Urograndis 1528	16,51 a	13,17 a	170,39 b
Urocam VM	18,16 a	13,32 a	190,26 a
Urocam VM1	18,45 a	13,48 a	198,28 a
CV (%)	8,27	6,37	16,85

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

As maiores médias de retidão e bifurcação foram obtidas pelos híbridos Toreliodora, Grancam 1277, Urograndis 224, Urograndis 1528 e Urocam VM, enquanto a menor nota foi atribuída ao *C. citriodora* (Tabela 4). Para cilindricidade os clones Toreliodora, Grancam 1277, Urograndis 224, Urograndis I 144, Urograndis 1528, Urocam VM e Urocam VM 1 obtiveram notas semelhantes entre si e superiores ao Grancam 1277 e *C. citriodora*, tendo este último apresentado o menor valor de nota (Tabela 4).

Tabela 4. Notas médias de retidão e bifurcação (R&B) e cilindridade (Cil.) dos diferentes genótipos de eucalipto. Campo Grande, MS, 2015.

Tratamentos	R&B	Cil.
<i>Corymbia citriodora</i>	2,24 c	1,86 c
Toreliodora	2,76 a	2,31 a
Grancam 1277	2,82 a	2,12 b
Urograndis 224	3,00 a	2,30 a
Urograndis I-144	2,59 b	2,30 a
Urograndis 1528	2,96 a	2,38 a
Urocam VM	2,77 a	2,33 a
Urocam VM1	2,50 b	2,39 a
CV (%)	13,70	12,07

Significativo a 1% de probabilidade CV= coeficiente de variação. Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para as características matéria seca de folhas (MSF) e carbono fixado nas folhas (CF) provenientes da primeira desrama (Tabela 5), verifica-se valores superiores para o *C. citriodora* em relação aos demais, tendo o Urocam VM e Urocam VM 1 apresentado os menores valores. Para as características matéria seca de ramos (MSR) e quantidade de carbono fixado nos ramos (CR), nota-se a formação de três grupos. O maior valor para MSR e CR foi encontrado para o híbrido Toreliodora, seguido pelo grupo formado pelos genótipos *Citriodora*, Grancam 1277 e Urograndis 224. Os demais clones formaram o grupo com os menores valores.

Grancam 1277, Urocam VM e Urocam VM1 apresentaram maior quantidade de serapilheira acumulada provenientes tanto de folhas (MSF) como de ramos (MSR) (Tabela 6).

Urograndis 224, Urocam VM e Urocam VM 1 apresentaram diâmetro de copa (DC) e cobertura de copa (CC) significativamente maiores aos demais materiais avaliados, enquanto que *C. citriodora* apresentou menor copa (Tabela 7).

Tabela 5. Valores médios de matéria seca de ramos (MSR), matéria seca de folhas (MSF) e porcentagem de carbono acumulado nos ramos (CR) e nas folhas (CF) provenientes da primeira desrama dos genótipos de eucalipto realizada aos 18 meses de idade. Campo Grande, MS. 2016.

Tratamentos	MSR (t ha ⁻¹)	MSF (t ha ⁻¹)	CR (kg ha ⁻¹)	CF (kg ha ⁻¹)
<i>Corymbia citriodora</i>	1,12 b	0,50 a	528,82 b	248,09 a
Toreliodora	1,66 a	0,19 d	780,85 a	92,91 d
Grancam 1277	1,02 b	0,17 d	479,93 b	84,97 d
Urograndis 224	1,06 b	0,26 c	499,11 b	130,71 c
Urograndis I-144	0,73 c	0,16 d	343,84 c	81,21 d
Urograndis 1528	0,86 c	0,41 b	406,16 c	205,86 b
Urocam VM	0,91 c	0,073 e	429,23 c	36,28 e
Urocam VM1	0,79 c	0,068 e	370,66 c	33,79 e
CV (%)	12,25	10,84	12,25	10,84

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Quantidade de serapilheira acumulada (kg ha⁻¹), proveniente de folhas (MSF) e de ramos (MSR) para os diferentes genótipos de eucalipto. Campo Grande, 2016.

Tratamentos	MSF	MSR
<i>Corymbia citriodora</i>	851,65 c	347,60 b
Toreliodora	1108,85 b	416,51 a
Grancam 1277	1285,50 a	589,34 a
Urograndis 224	1311,12 a	346,04 b
Urograndis I-144	1351,25 a	299,21 b
Urograndis 1528	1061,25 b	228,73 c
Urocam VM	1495,00 a	458,51 a
Urocam VM1	1336,25 a	411,70 a
CV (%)	13,48	16,32

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 7. Médias de diâmetro de copa (DC) e cobertura de copa (CC) dos diferentes genótipos de eucalipto aos 24 meses de idade. Campo Grande, MS. 2015.

Tratamentos	DC (m)	CC (%)
<i>Corymbia citriodora</i>	1.89 c	44.51 c
Toreliodora	2.23 b	68.58 b
Grancam 1277	2.14 b	61.11 b
Urograndis 224	2.48 a	75.46 a
Urograndis I-144	2.29 b	69.93 b
Urograndis 1528	2.17 b	63.21 b
Urocam VM	2.39 a	75.92 a
Urocam VM1	2.41 a	76.49 a
CV (%)	9.21	15.68

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Discussão

A análise de crescimento de plantas pode ser considerada um bom indicativo para a avaliação das bases fisiológicas de produção e da influência exercida pelas variáveis genéticas e ambientais (Silva et al., 2011). Diversos autores relatam que o crescimento em altura das árvores de eucalipto está relacionado à tolerância à competição, à eficiência quanto ao uso de recursos do ambiente e à constituição genética (Binkley, 2004; Macedo et al., 2006; Magalhães et al., 2007; Boyden et al., 2008; Ferreira et al., 2016), sendo um dos parâmetros mais seguros para avaliar a adaptação de uma planta ao local de plantio (Vilas Bôas et al., 2009) e indicar sua capacidade produtiva (Campos e Leite, 2006). Além disso, de acordo com Beltrame et al. (2012), genótipos que apresentam maiores valores de DAP próximo aos 36 meses de idade apresentam alto vigor de crescimento sendo, portanto, muito produtivos.

Neste sentido, destacam-se no presente trabalho todos os híbridos interespecíficos, à exceção do Toreliodora. Queiroz et al. (2009) analisaram o comportamento silvicultural de sete materiais genéticos de eucalipto para a indicação de cultivo na região de Paty do Alferes, RJ, região com solos pertencentes às classes dos Latossolos, Argissolos e Cambissolos. Seus resultados mostra-

ram que clones dos híbridos Urograndis apresentaram maior adaptabilidade e velocidade de crescimento inicial nesta região. Resultado semelhante foi encontrado por Vilas Boas et al. (2009) em Marília, SP, em área experimental com solo Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico abrupto, uma vez que *E. urophylla* e *E. grandis* também se destacam entre os materiais avaliados. Desta forma, evidencia-se a plasticidade destes materiais, que apresentam bom desempenho em diferentes condições ambientais.

Observou-se no presente estudo a distinção dos materiais em quatro grupos em relação à variável volume de madeira por hectare. Em trabalho em sistemas integrados de produção com Urograndis I-144, Grancam 1277 e Urocam VM1, Ferreira et al. (2016) não encontraram diferenças para o volume de madeira por hectare entre os genótipos estudados, diferente do detectado neste trabalho, em que o Urocam VM1 suplantou os genótipos Urograndis I-144 e Grancam 1277. Contudo, deve-se destacar que os espaçamentos utilizados foram distintos, assim como o tipo de solo, e segundo Pinkard e Neilsen (2003) e Oliveira et al. (2009), os incrementos em altura e diâmetro de caule, e conseqüentemente o volume de madeira por árvore, são altamente influenciados pelo arranjo espacial utilizado. Em povoamentos florestais a competição entre árvores por recursos acima e abaixo do solo é maior do que em sistemas integrados, sugerindo que o clone Urocam VM1 apresentaria maior eficiência de uso de recursos em situações com limitação dos mesmos.

O emprego da madeira de eucalipto para a produção de laminados, tábuas e vigas depende diretamente da forma de seu fuste, sendo que quanto mais reto e cilíndrico e menos bifurcado, maior será seu aproveitamento. Para esses parâmetros destacam-se o Toleriodora, Urograndis 224, Urograndis 1528 e Urocam VM. Segundo Scolforo e Figueiredo Filho (1993), a cilindridade é influenciada pela espécie e pela idade da planta, obtendo maiores notas para esta característica quanto maior for a idade da árvore. Ainda, segundo Scanavaca Júnior e Garcia (2003), quanto maior o adensamento de plantio, maior a possibilidade do desenvolvimento de troncos mais cilíndricos. Portanto, com o passar dos anos, os genótipos *C. citriodora* e Grancam 1277 podem se igualar aos demais clones estudados em termos de cilindridade. No entanto, tendo-se como princípio que o uso da madeira de eucalipto para a produção de laminados, tábuas e vigas deve-se levar em consideração, além dos parâmetros de cilindridade, retidão e bifurcação, o volume de madeira produzida por hectare, os melhores materiais encontrados no presente

estudo, em plantio puro em Neossolo Quartzarêncio são o Urograndis 224 e Urocam VM. Pensando-se em uso para celulose, que não leva em consideração a forma da árvore, adiciona-se a esta lista o genótipo Urocam VM1.

Em povoamentos florestais que possuem como objetivo a produção de matéria-prima para serrarias, a desrama é uma técnica indispensável para a obtenção de madeira de boa qualidade. Em áreas com sistemas integrados de produção, a desrama também possibilita a redução do sombreamento no sub-bosque, elevando, portanto, a produção das forrageiras e culturas agrícolas, aproximando às faixas de produtividade dos cultivos a pleno sol (Porfírio-da-Silva et al., 2009). Após o fechamento do dossel de um povoamento de eucalipto, as folhas inseridas na base da copa são sombreadas, sendo que a redução da luz resulta em redução da assimilação de carbono. Quando uma folha é incapaz de interceptar luz suficiente para manter positivo o balanço de carbono ela, e posteriormente, o ramo morrem (Paiva e Leite, 2016), resultando na desrama natural dos indivíduos. Os diferentes genótipos apresentam diferentes intensidades de desrama natural, fato evidenciado em Urocam VM e Urocam VM 1 por apresentarem baixos valores de MSR, MSF, CR e CF. Assim, a utilização destes é vantajosa, visando menores custos dos sistemas de produção, em função da menor intensidade de desrama.

Os ramos e as folhas ocupam a terceira e quarta posições, respectivamente, em quantidade de carbono acumulado em um povoamento florestal, ficando atrás do fuste e do sistema radicular (Paixão et al., 2006). Dessa forma, para quantificar o carbono acumulado por uma planta, é imprescindível a análise da quantidade de serapilheira produzida por cada material genético, pois as folhas e ramos que sofreram desrama natural devem ser contabilizados na quantificação do carbono acumulado pelo sistema. Como esperado, quanto maior as quantidades de folhas e ramos presentes na serapilheira, menores foram as quantidades destes dois componentes por ocasião da primeira desrama (Tabela 5). Merecem destaque os genótipos Grancam 1277, Urocam VM e Urocam VM 1, por apresentarem maiores valores quando considerada a quantidade de serapilheira proveniente tanto de folhas como de ramos.

De acordo com Hardy et al. (2004) a quantidade de radiação interceptada é determinada por características da copa, assim como pela localização e pelo tamanho das clareiras existentes no dossel. Embora tenham sido encontradas diferenças significativas para o diâmetro de copa e cobertura de

copa, a quantificação destas variáveis revelou que os genótipos avaliados possuem, de maneira geral copas estreitas. Segundo Daniel et al. (2004), essas características habilitam os usos das mesmas às práticas silvipastoris, por permitem a penetração de luz direta e difusa, minimizando perdas de produtividade das culturas do sub-bosque, quando o espaçamento e o manejo forem adequados.

Conclusões

- Os clones apresentaram melhor desempenho em relação à espécie *C. citriodora* em área de Neossolo Quartzarênico no Cerrado sul-mato-grossense.
- Nas condições de execução do experimento, apresentaram melhores características biométricas para produção de celulose os genótipos Urograndis 224, Urocam VM e Urocam VM 1 (maiores altura e diâmetro e volume de madeira por hectare) e para produção de madeira serrada os genótipos Urocam VM e Urocam VM 1 (maiores altura e diâmetro, cilindridade, volume de madeira por hectare e retidão e menores índices de ramificação).
- Urocam VM e Urocam VM 1 apresentam ainda efetiva desrama natural, contribuindo para a redução de custos dos sistemas de produção.

Agradecimentos

À Embrapa, à Uniderp, à Funadesp e à Fundect pelo apoio técnico-científico e financeiro para a realização do experimento, bem como à concessão de bolsa de estudos.

Referências bibliográficas

Beltrame R, Bisognin DA, Mattos BD, Cargnelutti-Filho A, Haselein CR, Gatto DA, et al. **Desempenho silvicultural e seleção precoce de clones de híbridos de eucalipto**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 2012;47(6):791-796. doi: 10.1590/S0100-204X2012000600009

Binkley D. A hypothesis about the interaction of tree dominance and stand production through stand development. **Forest Ecology and Management**. 2004;190(2-3):265–271. doi:10.1016/j.foreco.2003.10.018

Boyden S, Binkley D, Stape JL. Competition among Eucalyptus trees depends on genetic variation and resource supply. **Ecology**. 2008;89(10):2850–2859.

Campos JCC, Leite HG. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. Viçosa: Editora UFV, 2006. ISBN 8572695796.

Castro CAO, Resende RT, Bhering LL, Cruz CD. Brief history of Eucalyptus breeding in Brazil under perspective of biometric advances. **Ciência Rural**. 2016;46(9):1585-1593.

Chaebo G, Salim-Neto N, Campeão P, Noriller RM, Lucena RM. Silvicultura em Mato Grosso do Sul: desafio os e perspectivas a formulação de um arranjo produtivo local. **Revista de Administração da UEG**. 2011;2(2):40-56.

Daniel, O, Bittencourt D, Gelain E. Avaliação de um sistema agroflorestal eucalipto-milho no Mato Grosso do Sul. **Agrossilvicultura**. 2004;1(1)15-28.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017.

Ferreira AD, Serra AP, Laura VA, Ortiz ACB, Araújo AR, Pedrinho DR et al. Influence of spatial arrangements on silvicultural characteristics of three Eucalyptus clones at integrated crop-livestock-forest system. **African Journal of Agricultural Research**. 2016;11(19):1734-1742. doi: 10.5897/AJAR2016.10990

Ferreira DF. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**. 2008;6(2):36-41.

Gonçalves JLM. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**. 1995;15:1-23.

Hardy JP, Melloh R, Koenig, G, Marks D, Winstral A, Pomeroy JW, et al. Solar radiation transmission through conifer canopies. **Agricultural and Forest Meteorology**. 2004;126(3-4):257-270. doi: 10.1016/j.agrformet.2004.06.012

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Produção da extração vegetal e silvicultura**. Rio de Janeiro: 2015. 48p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura. 2017. [acessado: 11 mar. 2019]. Disponível: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5930#resultado>

Kanda K, Miranda CHB, Takahashi M, Macedo MCM. Nitrogen dynamics in agropastoral system of Brazil. **Jircas Working Report**, 2004; 36:19-23.

Lima JPC, Leão JRA. Dinâmica de Crescimento e Distribuição Diamétrica de Fragmentos de Florestas Nativas e Plantadas na Amazônia Sul Ocidental. **Floresta e Ambiente**. 2013;20(1):70-79. doi:10.4322/loram.2012.065.

Macedo RLG, Bezerra RG, Venturin N, Vale RS, Oliveira TK. Desempenho silvicultural de clones de eucalipto e características agrônomicas de milho cultivados em sistema silviagrícola. **Revista**

Árvore. 2006;30(5):701-709. doi: 10.1590/S0100-67622006000500003

Magalhães WM, Macedo RLG, Venturin N, Higashikawa EM, Yoshitani-Junior M. Desempenho silvicultural de clones e espécies/procedências de *Eucalyptus* na região noroeste de Minas Gerais. **Cerne**. 2007;13(4):368-375.

Malinovski RA, Malinovski RA, Malinovski JR, Yamaji FM. Análise das variáveis de influência na produtividade das máquinas de colheita de madeira em função das características físicas do terreno, do povoamento e do planejamento operacional florestal. **Floresta**. 2006;36(2):169-182. doi: 10.5380/uf.v36i2.6459

Oliveira TK, Macedo RLG, Venturin N, Higashikawa EM. Desempenho silvicultural e produtivo de eucalipto sob diferentes arranjos espaciais em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**. 2009;60:01-09. doi:10.4336/2009.pfb.60.01

Paiva HN, Leite HG. Desbastes e desramas em povoamentos de eucalyptus. In: MV Schumacher, M Vieira, organizadores. **Silvicultura do eucalipto no Brasil**. 1ª ed. Santa Maria, RS: Editora UFSM; 2016.

Paixão FA, Soares CPB, Jacovine LAG, Silva ML, Leite HG, Silva GF. Quantificação do estoque de carbono e avaliação econômica de diferentes alternativas de manejo em um plantio de eucalipto. **Revista Árvore**. 2006;30(3):411-420. doi: 10.1590/S0100-67622006000300011

Pinkard EA, Neilsen WA. Crown and stand characteristics of *Eucalyptus nitens* in response to initial spacing: implications for thinning. **Forest Ecology and Management**. 2003;172(2-3):215-227. doi: 10.1016/S0378-1127(01)00803-9

Porfírio-da-Silva V, Medrado MJS; Nicodemo MLF, Dereti RM. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2009.

Queiroz MM, Leles PS, Oliveira-Neto SN, Ferreira MA. **Comportamento de materiais genéticos de eucalipto em Paty do Alferes, RJ**. Floresta e Ambiente. 2009;16(1):01-10.

Santos HG, Jacomine PKT, Anjos LHC, Oliveira VA, Lubreras JF, Coelho MR, et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª. ed. Brasília: Embrapa, 2013.

Santos GA, Resende MDV, Silva LD, Higa A, Assis TF. Interação genótipos x ambientes para produtividade de clones de *Eucalyptus* L'Hér. no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**. 2015;39(1):81-91. doi: 10.1590/0100-67622015000100008

Scanavaca-Júnior. L, Garcia JN. Rendimento em madeira serrada de *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**. 2003;63:32-43.

Scolforo JR, Figueiredo-Filho, A. **Mensuração Florestal**. Módulo 2: Volumetria. Piracicaba: ESAL/FAEPE; 1993.

Silva AC, Leonel S, Souza AP, Souza ME, Tanaka AA. Crescimento de figueira sob diferentes condições de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. 2011;41(4):539-551.

Souza JT, Trevisan R, Denardi L, Stangerlin DM, Vivian MA, Haselein CR, et al. Qualidade da

madeira serrada proveniente de árvores dominantes e médias de *Eucalyptus grandis* submetidas à secagem. **Cerne**. 2012;18(1):167-174. doi: 10.1590/S0104-77602012000100020

Thompson ID, Okabe K, Parrotta JA, Brockerhoff E, Jactel H, Forrester DI, et al. Biodiversity and ecosystem services: lessons from nature to improve management of planted forests for REDD-plus. **Biodiversity Conservation**. 2014;23(10):2613–2635. doi:10.1007/s10531-014-0736-0

Vencovsky R, Ramalho MAP. Contribuições do melhoramento genético no Brasil. In: E. Paterniani, organizador. **Ciência, agricultura e sociedade**. 1ª. ed, Brasília, DF: Embrapa; 2006. p. 41-74.

Vilas Bôas O, Max JCM, Melo ACG. Crescimento comparativo de espécies de *Eucalyptus* e *Corymbia* no município de Marília, SP. **Revista do Instituto Florestal**. 2009;21(1):63-72.

Vira B, Wildburger C, Mansourian S. Forests, Trees and Landscapes for Food Security and Nutrition: A Global Assessment Report. **Viena: IUFRO World Series**; 2015. ISBN 978-3-902762-40-5.

Wingfield MJ, Brockerhoff EG, Wingfield BD, Slippers B. Planted forest health: The need for a global strategy. **Science**. 2015;349(6250):832-836. doi:10.1126/science.aac6674.

Embrapa

Gado de Corte



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

CGPE 15539