



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE CANA-ENERGIA EM PRODUÇÃO ORGÂNICA
E CONVENCIONAL E RESPOSTA A ADUBAÇÃO**

TAMARA ROCHA DOS SANTOS

Orientador(a):

Prof.(a) Dr. (a) Eliana Paula Fernandes Brasil

Goiânia, GO - Brasil

Março-2020

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos do autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das dissertações e teses disponibilizados são de responsabilidade exclusiva dos autores. Ao encaminhar(em) o produto final, o autor e o orientador firmam o compromisso de que ele não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico: ☐ Dissertação ☒ Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Nome completo do autor: Tamara Rocha dos Santos

Título do trabalho: Seleção de genótipos de cana-energia em produção orgânica e convencional e resposta a adubação

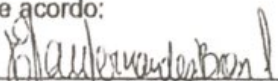
3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento ☐ SIM ☒ NÃO

Independente da concordância com a disponibilização eletrônica, é imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.


Assinatura do(a) autor(a)2

Ciente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)2

Data: 27/03/2020

Profa. Dra. Eliand Paula F. Brasil
Escola de Agronomia / Setor Solos

Universidade Federal de Goiás

1 Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

2 As assinaturas devem ser originais sendo assinadas no próprio documento, imagens coladas não serão aceitas.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☐ Dissertação ☒ Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação

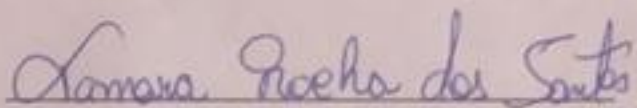
Nome completo do autor: Tamara Rocha dos Santos

Título do trabalho: Seleção de genótipos de cana-energia em produção orgânica e convencional e resposta a adubação

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento ☒ SIM ☐ NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.


Assinatura do (a) autor (a) ²

Data: 24 / 08 / 2022

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

² A assinatura deve ser escaneada.

TAMARA ROCHA DOS SANTOS

**SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE CANA-ENERGIA EM PRODUÇÃO ORGÂNICA
E CONVENCIONAL E RESPOSTA A ADUBAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Área de concentração: Solo e Água

Orientador(a):

Prof.(a) Dr. (a) Eliana Paula Fernandes Brasil

Coorientador:

Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro

Goiânia-GO, Brasil

2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

dos Santos, Tamara Rocha
SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE CANA-ENERGIA EM PRODUÇÃO
ORGÂNICA E CONVENCIONAL E RESPOSTA A ADUBAÇÃO
[manuscrito] / Tamara Rocha dos Santos. - 2020.
LXXII, 72 f.

Orientador: Profa. Dra. Eliana Paula Fernandes Brasil; co
orientador Dr. Wilson Mozena Leandro.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de
Agronomia (EA), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Goiânia,
2020.

Inclui lista de tabelas.

1. Saccharum spp. 2. Biomassa. 3. Sistema de produção. 4.
Adubação. I. Fernandes Brasil, Eliana Paula, orient. II. Título.

CDU 631/635



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

ESCOLA DE AGRONOMIA

ATA DE DEFESA DE TESE

ATA Nº 20 DA SESSÃO DE DEFESA DE TESE DE TAMARA ROCHA DOS SANTOS, QUE CONFERE O TÍTULO DE DOUTORA EM AGRONOMIA, NA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM SOLO E ÁGUA.

Aos vinte e sete dias do mês de março do ano de dois mil e vinte (27.03.2020), às 14h00min, no setor de Horticultura/Horta da EA/UFG, foram instalados os trabalhos pelo coorientador e presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro - EA/UFG, que conduziu os trabalhos da sessão da defesa da tese, tendo em vista a impossibilidade da participação na banca da Profª. Drª. Eliana Paula Fernandes Brasil - EA/UFG, orientadora da doutoranda, e contou com a participação presencial da Profª. Drª. Abadia dos Reis Nascimento - EA/UFG e demais membros por teleconferência, Profª. Drª. Gislene Auxiliadora Ferreira - EA/UFG, Dr. Vanderli Luciano da Silva - EA/UFG e Profª. Drª. Francine Neves Calil - EA/UFG, para a realização da sessão pública da defesa de Tese intitulada: **"SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE CANA-ENERGIA EM PRODUÇÃO ORGÂNICA E CONVENCIONAL E RESPOSTAS A ADUBAÇÃO"**, de autoria de **Tamara Rocha dos Santos**, discente do curso de **Doutorado**, na área de concentração em **Solo e Água**, do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFG. O presidente da sessão deu início aos trabalhos e em seguida passou a palavra a doutoranda, que por teleconferência, em quarenta minutos apresentou o seu trabalho. Após a exposição, a examinanda foi arguida pelos membros da banca. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. De acordo com a Resolução CEPEC 1403/2016, de 10 de junho de 2016 que regulamenta os Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* na UFG, a Banca Examinadora considerou a Tese **"APROVADA"**, com as correções recomendadas, estando integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **DOUTORA** em Agronomia, na área de concentração em **SOLO E ÁGUA**, pela Universidade Federal de Goiás. A doutoranda poderá efetuar as modificações sugeridas pela Banca Examinadora e encaminhar nova versão eletrônica da tese à Secretaria do PPGA, no prazo máximo de trinta dias após a data da defesa. A Banca Examinadora recomendou a publicação de artigos(s) científico(s), oriundo(s) dessa tese, em periódicos de circulação nacional e, ou, internacional, depois de acatadas as modificações sugeridas. Proclamados os resultados pelo Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos membros da Banca Examinadora, aos vinte e sete dias do mês de março do ano de dois mil e vinte (27.03.2020).

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Francine Neves Calil, Professora do Magistério Superior**, em 17/04/2020, às 17:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gislene Auxiliadora Ferreira, Professor do Magistério Superior**, em 21/04/2020, às 01:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Wilson Mozena Leandro, Professor do Magistério Superior**, em 21/04/2020, às 11:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vanderli Luciano Da Silva, Técnico em Agropecuária**, em 21/04/2020, às 19:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Abadia Dos Reis Nascimento, Professor do Magistério Superior**, em 23/04/2020, às 14:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1283638** e o código CRC **D9D7E923**.

Referência: Processo nº 23070.006737/2020-60

SEI nº 1283638

DEDICATÓRIA

A Millena da Rocha Neves (*in memorian*) pelo exemplo de garra, luta e amor, dedico!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pelo dom da vida, pela proteção divina, pelos livramentos e pela fé.

À minha feminino Jovelina, pelo amor incondicional e incentivo concedidos a todo momento, mesmo que distante fisicamente.

À toda família Rocha, pelo amor e incentivo. À meu masculino Ezimar e tio Nivaldo, por todo apoio.

À Gizele por sempre ter acreditado em mim, e pelo Theo, maior presente que recebi.

À Universidade Federal de Goiás (UFG) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA) pela oportunidade proporcionada.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos.

Ao professor Wilson Mozena Leandro, pelo desafio e ensinamentos compartilhados, paciência, amizade, meu grandioso agradecimento.

À professora Eliana Paula F. Brasil, pelo comprometimento e dedicação.

Ao secretário do PPGA, Welinton Barbosa Mota pelo apoio, amizade e momentos compartilhados.

Aos professores por todo conhecimento oferecido, em especial a professora Gislene pela contribuição e suporte.

Aos colegas da equipe do GEABE (Grupo de Estudos Agronômicos em Bioenergia), pela parceria e pela excelente ajuda de campo.

Aos funcionários da UFG, em nome do Célio, pelo serviço prestado.

Aos colegas do PPGA, em especial a Raysa, Raiane e Larissa, pela amizade.

Aos membros da banca, pela colaboração deste trabalho.

Aos amigos que fiz em Goiânia, em especial a Luana, Yasmim e Jane.

Aos amigos, que fizeram-se presentes, mesmos distantes, pela energia e torcida.

Ao Cláudio, pelo companherismo e paciência.

À todos que contribuíram direta ou indiretamente por acreditarem na minha capacidade.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	9
RESUMO	11
ABSTRACT	12
1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 A CANA-DE-AÇÚCAR	14
2.2 CANA-ENERGIA.....	15
2.3 BIOMASSA E ENERGIA.....	17
2.4 ADUBAÇÃO ORGÂNICA X CONVENCIONAL.....	18
Capítulo I- SELEÇÃO DE CANA-ENERGIA EM SISTEMA CONVENCIONAL	
3.1 INTRODUÇÃO.....	26
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	27
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
3.4 CONCLUSÕES	37
3.5 REFERÊNCIAS	38
Capítulo II – SELEÇÃO DE CANA-ENERGIA EM SISTEMA ORGÂNICO	
4.1 INTRODUÇÃO.....	42
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	43
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.4 CONCLUSÕES	53
4.5 REFERÊNCIAS	54
Capítulo III– RESPOSTA DE GENÓTIPOS DE CANA-ENERGIA A ADUBAÇÃO NITROGENADA	
5.1 INTRODUÇÃO.....	58
5.2 MATERIAL E MÉTODOS	59
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
5.4 CONCLUSÕES	65
5.5 REFERÊNCIAS	66
Capítulo IV– RESPOSTA DE GENÓTIPOS DE CANA-ENERGIA A ADUBAÇÃO ORGÂNICA	
6.1 INTRODUÇÃO.....	69
6.2 MATERIAL E MÉTODOS	70
6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
6.4 CONCLUSÕES	75
6.5 REFERÊNCIAS	76
7.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS	77

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Atributos químicos do solo na camada de 0 – 20 cm antes da instalação do experimento (junho de 2016). Goiânia-GO, 2020.....	28
Tabela 2. Identificação dos genótipos de cana-energia. Goiânia- GO, 2020.....	28
Tabela 3. Valores médios de teor de sólidos solúveis (Brix°) e cor do colmo dos genótipos de cana-energia avaliados em sistema de produção convencional. Goiânia-GO, 2020.....	31
Tabela 4. Resumo das análises individuais de variância para os efeitos de Genótipos (G) sobre altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC) e biomassa total (BT). Goiânia-GO, 2020.....	32
Tabela 5. Valores médios dos genótipos de cana-energia sobre altura das plantas (AP). Goiânia-GO, 2020.....	33
Tabela 6. Valores médios dos genótipos de cana-energia sobre diâmetro de colmos (DC). Goiânia-GO, 2020.....	34
Tabela 7. Valores médios dos genótipos de cana-energia sobre biomassa total (BT). Goiânia-GO, 2020.....	35
Tabela 8. Estimativas dos coeficientes de correlação entre as variáveis: diâmetro de colmos (DC), altura de plantas (AP) e biomassa total (BT). Goiânia-GO, 2020.....	36

CAPÍTULO II

Tabela 1. Atributos químicos do solo na camada de 0 – 20 cm antes da instalação do experimento (junho de 2016). Goiânia-GO, 2020.....	44
Tabela 2. Identificação dos genótipos de cana-energia. Goiânia- GO, 2020.....	44
Tabela 3. Valores médios de teor de sólidos solúveis (Brix°) e cor do colmo dos genótipos de cana-energia avaliados em sistema de produção convencional. Goiânia-GO, 2020.....	46
Tabela 4. Resumo das análises individuais de variância para os efeitos de Genótipos (G) sobre altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC) e biomassa total (BT). Goiânia-GO, 2020.	48
Tabela 5. Valores médios dos genótipos de cana-energia sobre altura das plantas (AP). Goiânia-GO, 2020.....	48
Tabela 6. Valores médios dos genótipos de cana-energia sobre diâmetro de colmos. Goiânia-GO, 2020.....	50
Tabela 7. Valores médios dos genótipos de cana-energia sobre biomassa total (BT). Goiânia-GO, 2020.....	51
Tabela 8. Estimativas dos coeficientes de correlação entre as variáveis: diâmetro de colmos (DC), altura de plantas (AP) e biomassa total (BT). Goiânia-GO, 2020.....	52

CAPÍTULO III

Tabela 1. Atributos químicos do solo na camada de 0 – 20 cm antes da instalação do experimento (junho de 2017). Goiânia-GO, 2020.....	60
Tabela 2. Identificação dos genótipos de cana-energia. Goiânia- GO, 2020.....	60
Tabela 3. Resumo das análises individuais de variância para os efeitos de Genótipos (G) sobre altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC); crescimento radicular (CR), volume de raiz (VR) e área foliar (AF). Goiânia-GO, 2020.....	62
Tabela 4. Valores médios dos genótipos de cana-energia sobre altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC); crescimento radicular (CR), volume de raiz (VLR); área foliar (AF) e biomassa total (BT). Goiânia-GO, 2020.....	63
Tabela 5. Valores médios dos tratamentos sobre altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC); crescimento radicular (CR), volume de raiz (VLR); área foliar (AF) e biomassa total (BT). Goiânia-GO, 2020.....	64

CAPÍTULO IV

Tabela 1. Atributos químicos do solo na camada de 0 – 20 cm antes da instalação do experimento (junho de 2017). Goiânia-GO, 2020.....	71
Tabela 2. Caracterização do esterco bovino curtido aplicado no solo. Goiânia-GO, 2020.....	71
Tabela 3. Identificação dos genótipos de cana-energia. Goiânia- GO, 2020.....	72
Tabela 4. Resumo das análises individuais de variância para os efeitos de Genótipos (G) sobre altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC) e biomassa total (BT). Goiânia-GO, 2020.....	73
Tabela 5. Valores médios dos tratamentos sobre altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC) e biomassa total (BT). Goiânia-GO, 2020.....	74
Tabela 6. Valores médios dos tratamentos sobre altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC) e biomassa total (BT). Goiânia-GO, 2020.....	75

RESUMO

SANTOS, T. R. **Seleção de genótipos de cana-energia em produção orgânica e convencional e resposta a adubação.** 2020. 74 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Solo e Água)- Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2020.

O objetivo deste trabalho foi selecionar genótipos de cana-energia em diferentes sistemas de produção agrícola (orgânico e convencional) e avaliar as influências da adubação sobre algumas características fenotípicas e agronômicas na cana-planta e soca. Os dois estudos em campo foram realizados em área experimental pertencente a Universidade Federal de Goiás, em Goiânia-GO, sendo um dos experimentos realizado em uma área certificada como orgânica pelo IBD (certidão GO-022-001) e outro em área convencional. Foi montado também um ensaio em casa de vegetação. Os solos das áreas experimentais (orgânico e convencional) são classificados como Latossolo Vermelho Distroférrico e o utilizado na casa de vegetação é o Latossolo Vermelho Ácrico. Nos experimentos de campo, o ensaio foi conduzido em parcelas constituídas de 7,5 m² por parcela com bordaduras de 1,5m (5 metros de comprimento, espaçadas em 1,5m) com o plantio de toletes contendo três gemas em sulcos de 30cm de profundidade, sendo colocados três toletes por metro. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com cinco repetições. E em um experimento em campo, os tratamentos foram: T1- Adubação orgânica (200 m³/ha de biofertilizante) e T2- Testemunha (sem adubação) e o segundo fator, os genótipos: UFPR 1274, UFPR 1230, UFPR 12180 e UFPR 127004. Na casa de vegetação, o delineamento experimental foi o de blocos casualizados, no esquema fatorial, 2x5, sendo o primeiro fator: T1- Adubação nitrogenada (50 mg/kg de ureia) T2- Testemunha (sem adubação) e o segundo fator, os genótipos: RB 127008, UFPR 1230, UFPR 1213, UFPR 1274 e uma cultivar comercial com quatro repetições. Foram utilizados 24 genótipos de cana-energia, obtidos do Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-açúcar da Universidade Federal de Viçosa (PMGCA/UFV/RIDESA). As variáveis agronômicas e fenotípicas realizadas nos estudos de campo foram: teor de sólidos solúveis (Brix°), cor da planta, altura da planta, diâmetro do colmo e biomassa total. As variáveis avaliadas no estudo da casa de vegetação, foram: altura da planta, diâmetro do colmo; crescimento radicular, volume de raiz e área foliar. Conclui-se que os genótipos de cana-energia avaliados apresentam alta produtividade demonstrando grande potencial de plantio em sistema convencional. Os genótipos com maiores desempenhos em termos de biomassa são: RB 127004, UFPR 12157, UFPR 1265, UFPR 12180 e UFPR 1277 no sistema convencional e RB 127004 e RB 127035, UFPR 1273, UFPR 12180 e RB 127024 no sistema orgânico. A variável fenotípica que apresenta correlação com a biomassa nos dois sistemas de produção é o diâmetro do colmo. Os genótipos de cana-energia avaliados não são responsáveis a adubação química de nitrogênio e nem a adubação orgânica. Os genótipos UFPR 1274 e a variedade comercial apresentam maiores desempenhos em termos de área foliar sob adubação nitrogenada e os genótipos com maiores desempenhos em termos de biomassa são: RB 127008 e UFPR 127004 sob adubação orgânica.

Palavras-chave: melhoramento genético, sistemas de produção agrícola, biomassa.

¹ Orientador: Profa. Dra. Eliana Paula Fernandes Brasil. EA-UFG

Co-orientador: Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro. EA-UFG

ABSTRACT

SANTOS, T. R. Selection of energy cane genotypes in organic and conventional production and response to fertilization. 2020. 72 f. Doctorate Degree Thesis (Post-Graduation in Agronomy: Soil and water). Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2020.

The objective of this work was to select energy cane genotypes in different agricultural production systems (organic and conventional) and to evaluate the influences of fertilization on some phenotypic and agronomic characteristics in first and second year harvest. The two field studies were carried out in an experimental area belonging to the Federal University of Goiás, in Goiânia-GO, one of the experiments being carried out in an area certified as organic by IBD (certificate GO-022-001) and the other in a conventional area. A greenhouse test was also set up. The soils in the experimental areas (organic and conventional) are classified as Latossolo Vermelho Distroférrico and the one used in the greenhouse is the Latossolo Vermelho Ácrico. In the field experiments, the test was carried out in plots consisting of 7.5 m² per plot with borders of 1.5 m (5 meters in length, spaced in 1.5 m) with the planting of sheets containing three buds in 30 cm furrows. depth, with three sheets per meter. The experimental design was a randomized block with five replications. And in a field experiment, the treatments were: T1- Organic fertilization (200 m³ / ha of biofertilizer) and T2- Control (without fertilization) and the second factor, the genotypes: UFPR 1274, UFPR 1230, UFPR 12180 and UFPR 127004. In the greenhouse, the experimental design was randomized blocks, in a factorial scheme, 2x5, the first factor being: T1- Nitrogen fertilization (50 mg / kg of urea) T2- Control (without fertilization) and the second factor, the genotypes: RB 127008, UFPR 1230, UFPR 1213, UFPR 1274 and a commercial cultivar with four replications. 24 energy cane genotypes were used, obtained from the Energy Cane Genetic Improvement Program at the Federal University of Viçosa (PMGCA / UFV / RIDESA). The agronomic and phenotypic variables carried out in the field studies were: content of soluble solids (Brix°), plant color, plant height, stem diameter and total biomass. The variables evaluated in the greenhouse study were: plant height, stem diameter; root growth, root volume and leaf area. It is concluded that the energy cane genotypes evaluated show high productivity, showing great potential for planting in conventional system. The genotypes with the highest performance in terms of biomass are: RB 127004, UFPR 12157, UFPR 1265, UFPR 12180 and UFPR 1277 in the conventional system and RB 127004 and RB 127035, UFPR 1273, UFPR 12180 and RB 127024 in the organic system. The phenotypic variable that correlates with biomass in the two production systems is the stem diameter. The energy cane genotypes evaluated are not responsible for chemical nitrogen fertilization or organic fertilization. The genotypes UFPR 1274 and the commercial variety show higher performances in terms of leaf area under nitrogen fertilization and the genotypes with higher performances in terms of biomass are: RB 127008 and UFPR 127004 under organic fertilization.

Key words: genetic improvement, agricultural production systems, biomass.

¹ Adviser: Profa. Dra. Eliana Paula Fernandes Brasil. EA–UFG
Co-adviser: Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro. EA-UFG

1 INTRODUÇÃO

No início do século, o melhoramento genético da cana-de-açúcar, passou por grandes transformações, uma vez que, ao se antepor a produção de fibra terão plantas mais rústicas, menos exigentes em solo, clima, água e nutrientes e mais resistentes a pragas e doenças, resultando em maior eficiência energética no seu cultivo, ou seja, maior unidade de energia produzida por energia gasta, se considerada toda a cadeia (output/input), além de menor competição com a produção de alimentos (Matsuoka et al., 2010).

Frente a essas perspectiva a biomassa vegetal moderna merece ênfase, principalmente para os países em desenvolvimento e que possuem terras agricultáveis disponíveis para seu plantio e exploração, por ser bastante versátil em termos de utilização e pelas externalidades positivas intrínsecas à sua utilização, uma vez que, por meio de tecnologias mais efetivas pode proporcionar significativas melhorias sócio-ambientais, tais como a redução dos níveis de poluição, aumento da qualidade de vida, geração de emprego e renda (Violante, 2012).

E no Brasil, a fonte que tem se destacado é a biomassa da cana-de-açúcar, que além do seu gradativo destaque na produção de etanol, seus subprodutos, o bagaço e a palha da cana, assim como a maioria dos resíduos de biomassa obtidos nas práticas agrícolas e industriais, apresentam elevados teores de materiais lignocelulósicos (Dias et al., 2009). A busca pelas novas demandas do setor sucroenergético, o foco na aquisição das futuras cultivares deve ser centralizado no aumento substancial do teor de fibra associado a maior produtividade, sendo intituladas de cana-energia e poderão apresentar mais de 30% de fibra em sua composição (Ramos, 2015).

A cana-energia teve seus cruzamentos realizados para aproveitar mais os descendentes da *Saccharum spontaneum* L., com alto teor de fibra, enquanto a cana-de-açúcar plantada em larga escala no Brasil é resultado de uma série de cruzamentos, mas que possuem a característica marcante da espécie *Saccharum officinarum* L.: elevado teor de açúcar e baixa quantidade de fibra (Mariano, 2015). A cana-energia, que tem a fibra como principal elemento, possui cerca de 30 % de fibra e 5 % de açúcar contra 12 % de fibra e 13 % de açúcar da cana-de-açúcar (Tew & Cobill, 2008).

Analisar o comportamento e as características agronômicas de genótipos sob sistemas de plantio orgânico e convencional é de extrema importância, para definir o melhor genótipo a ser utilizado em cada um dos sistemas agrícolas (Silva et al., 2012). Além de que, normalmente, as cultivares empregadas em cada sistema, apresentam desenvolvimento diferentes, sendo o sistema responsável pelo adequado desenvolvimento de cultivares obtidas no melhoramento.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi selecionar genótipos de cana-energia em diferentes sistemas de produção agrícola (orgânico e convencional) e avaliar as influências da adubação sobre algumas características fenotípicas e agronômicas na cana-planta e soca.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar é uma gramínea perene, pertencente ao gênero *Saccharum* e originária do Sudeste da Ásia. Atualmente, a planta é cultivada em todas as regiões tropicais e subtropicais. De maneira geral, a cana possui desenvolvimento em forma de touceira. A parte aérea é formada por colmos, folhas e inflorescências e a parte subterrânea é integrada de rizomas e raízes. É uma planta alógama, pertencente à família Poaceae (Silva, 2012). A cana é uma planta versátil, seja pela grande possibilidade de utilização e pela sua capacidade de adaptação, após a sua domesticação e a evolução do melhoramento genético. Sua produção tem contribuído de forma substancial para o avanço da produção de energia renovável principalmente no que concernem as possibilidades de alteração na composição da matriz energética e a produção de bioenergia (Violante, 2012).

A cana-de-açúcar é uma das culturas mais relevantes para a produção de açúcar e etanol e, ultimamente, vem se ressaltando como alternativa essencial na produção de biomassa, sendo competitiva economicamente em relação a outras culturas (Brumbley et al., 2007; Silveira, 2014). A expansão desta cultura no Brasil aconteceu a partir da década de 70, porém é cultivada no país desde o período colonial. Desde então, o setor sucroenergético passa por amplas transformações e obtém significativo desenvolvimento tanto na área agrícola como no setor industrial. O grande potencial do Brasil para a produção da cana-de-açúcar ocorre principalmente pelo vasto conhecimento a respeito da cultura, às condições climáticas favoráveis ao seu cultivo e ao desenvolvimento de

pesquisas realizadas por instituições públicas e privadas visando o melhoramento genético (Silva, 2012).

Ultimamente, as progressões tecnológicas no cultivo da cana-de-açúcar proporcionaram o aperfeiçoamento do manejo e a introdução de novas variedades, o que possibilitou a adaptação da cultura em várias regiões do país (Goes et al., 2009). Ao longo do ano, é uma cultura que se adapta bem em diversas regiões do país, apresenta facilidade de manejo. Ressalta-se pela alta produção de matéria seca (MS) por hectare. O alto teor de açúcar na MS, em torno de 40 a 50% está diretamente correlacionado com seu valor nutricional (Koefender et al., 2013). Entre as condições das culturas energéticas estão o fácil cultivo, elevada densidade energética, sem sazonalidade e crescimento em situações de estresse para não disputar com terras de alimentos (Matsuoka, 2014). A cana pode começar a ser ponderada como fonte de energia ao invés de alimento (Leal, 2014).

2.2 CANA-ENERGIA

Com amplificação na produção da cana-de-açúcar, houve a necessidade da busca por novas cultivares e espécies diferenciadas quanto ao conteúdo de fibras e açúcares. Desta maneira estão sendo conduzidos múltiplos programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar, com intenção de obter cultivares que aumentem a produtividade de energia, na forma de etanol, fibra, entre outros (Marques et al., 2008). A cana-energia é um novo material que surge como alternativa energética frente a cana-de-açúcar convencional, pois esta, apresenta um maior potencial na geração de energia e na produção de etanol de segunda geração.

A “cana-energia” é uma planta que, inversamente à cana-de-açúcar tradicional, melhorada para produzir sacarose, é direcionada para produzir fibra, e que, além disso, por possuir maior participação de espécies ancestrais de maior rusticidade, estão aptas a suportar condições ambientais mais estressantes (Violante, 2012). A cana-energia exhibe potencial para queima em caldeiras, junto a sua palha, alto poder calorífico, o que concebe assim um material entre outras rotas já desenvolvidas para produtos e subprodutos da cana-energia (Silva, 2016).

De acordo com Matsuoka et al. (2012), algumas características da cana-energia foram enumeradas, sendo elas: (i) produz energia renovável, possibilitando a redução de gases do efeito estufa; (ii) alta capacidade de conversão do carbono atmosférico em carbono orgânico na formação de biomassa; (iii) constitui alternativa de diversificação na matriz energética e redução do consumo de petróleo; (iv) tem alta densidade de energia, ou seja, energética e economicamente é matéria-prima mais eficiente do que aquela de plantas alimentícias; (v) plantas adaptadas às condições de estresse e resistentes aos microrganismos maléficos; (vi) não compete com a produção de alimentos, podendo ser plantada em regiões degradadas ou de expansão, impróprias para outras culturas e pode ser usada no controle de erosões; (vii) apresenta técnicas de exploração dominadas; (viii) a colheita pode ser feita durante todo ano (Período Útil de Industrialização-PUI longo) e seu produto pode ser armazenado para prolongamento do uso; (ix) possibilidade de se obterem formas estéreis, não produtoras de sementes e que assim podem ser produzidas para que a multiplicação seja apenas vegetativa.

A cana-energia é, portanto, composta basicamente por fibras lignocelulósicas, as quais quase sempre necessitam passar por um processo de pré-tratamento para separação, e então utilização, da celulose (Brosse, 2011). Para acrescentar o teor de fibra das futuras cultivares, pode-se recorrer a hibridações envolvendo acessos de *Saccharum spontaneum* L. e *Saccharum robustum* Jesw. com as variedades modernas de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) (Ming et al., 2006; Silveira, 2014). Isso porque as espécies *S. spontaneum* L. e *S. robustum* Jesw. denotam elevados teores de fibra se comparadas com as cultivares modernas (*Saccharum* spp.). Os acessos dessas espécies apresentam como características principais a elevada resistência a pragas e doenças, alto vigor, além de grande capacidade de perfilhamento (Matsuoka et al., 2014). A cana-energia suporta em torno de sete colheitas até que o solo precise ser manejado novamente para receber um novo plantio, enquanto as colheitas de cana-de-açúcar podem ocorrer em geral quatro vezes até um novo plantio (Salassi, 2014).

2.3 BIOMASSA E ENERGIA

Uma importante fonte de energia renovável é a biomassa, no Brasil, a cana-de-açúcar é uma das principais alternativas para a produção de biomassa, sendo competitiva economicamente em relação a outras culturas (Gomes & Maia, 2013; Silveira, 2014). Devido ao grande potencial da cultura, estudos de melhoramento genético vem sendo realizados com intuito de aumentar a produção de biomassa lignocelulósica (Girio et al., 2010; Kim & Day, 2011).

A biomassa é classificada como toda matéria orgânica que possa ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica, podendo ser de origem florestal (madeira), agrícola (soja, arroz, sorgo, cana-de-açúcar, capim napier, entre outras), rejeitos urbanos e industriais (sólidos ou líquidos) (ANEEL, 2012). A utilização da biomassa é uma alternativa mais próspera para a geração de energia, em âmbito econômico e ambiental, a qual responde a demanda de países principalmente com áreas de produção agrícola e clima tropical como o Brasil (Silva, 2016).

Cerca de 15% do peso de cada colmo adulto da cana-de-açúcar é composto por palha, folhas e ponteiros e 40% desse resíduo não é usado na co-geração de energia. A coleta desses resíduos, que ficam no campo após a colheita pode ser encaminhada para a combustão ou na conversão em bioetanol (Carvalho Netto et al., 2014). A escolha das culturas destinadas à produção de energia se dá pela seleção de fontes de biomassa que possam oferecer grande produção de plantas fibrosas em vez de amiláceas e oleaginosas (Sticklen, 2008).

Dentre as biomassas vegetais com desígnio energético, a cana-de-açúcar trata-se de uma cultura sólida, com uma logística expandida em termos de colheita e transporte, certificando-lhe concorrência frente a outras culturas energéticas (Silva, 2016). Além da sua crescente relevância na produção de etanol, seus subprodutos, o bagaço e a palha da cana, assim como a maioria dos resíduos de biomassa obtidos nas atividades agrícolas e industriais, detém elevados teores de materiais lignocelulósicos, o que faz com que se tornem matérias-primas eficazes na produção de energia (Dias et al., 2009; Silva, 2016).

Para que uma planta seja uma fonte de biomassa apropriada para exploração energética são necessárias as seguintes exigências: ser planta C₄, rústicas e com alta eficiência na modificação de energia solar em biomassa; ser perenes, para fornecimento de

biomassa por longos períodos; ter dossel de longa duração, possibilitando colheita durante a maior parte do ano; possuir técnicas de produção dominadas e com possibilidade de produção em larga escala; colheitabilidade e utilização como fonte energética e exploração sustentável, conforme enumerado por vários autores (Matsuoka et al., 2012; Rubin, 2008; Cortez et al., 2008; Schmer et al., 2008; Sticklen, 2008; Hill et al., 2006).

É necessário considerar também que a sua inserção e utilização compreenda uma abordagem que considere a sustentabilidade ambiental, social e econômica de longo prazo. Assim, a produção de tecnologias de biomassa deve ser aprimoradamente avaliada em relação aos potenciais impactos negativos no ambiente e na saúde humana (Violante, 2012).

2.4 ADUBAÇÃO ORGÂNICA X CONVENCIONAL

Os adubos são fornecedores de nutrientes para as plantas e podem ser classificados, conforme sua composição em inorgânicos (químicos) e orgânicos (Braga, 2010). Os adubos orgânicos são produtos de animais e vegetais em decomposição, decorrente da degradação química, biológica e da atividade de microrganismos. A matéria orgânica é fonte de energia e nutrientes, preservando o solo em estado dinâmico e exercendo significativo papel em sua fertilidade (Landgraf; Messias; Rezende, 2005).

O adubo orgânico é um material que contribui para a redução dos custos de produção (Silva, et al., 2006), em relação aos adubos químicos, além de diminuir o impacto negativo sobre o meio ambiente. Os adubos orgânicos são capazes de promover bons rendimentos aos cultivos e, ao mesmo tempo, proporcionar melhorias nas características químicas, físicas e biológicas do solo (Araújo et al. 2011). Como exemplo, desses benefícios estão a melhora física que ocasiona a maior aeração, infiltração e retenção de água no solo, isso diminui os riscos da degradação física e erosão hídrica do solo (Silva et al., 2006).

Entre os adubos orgânicos mais utilizados, destaca-se os biofertilizantes. O biofertilizante é um coproduto obtido a partir da fermentação anaeróbica dos resíduos orgânicos (Wang et. al., 2012). Este produto apresenta-se em geral sob a forma líquida e

tem uma composição complexa formada, principalmente por nitrogênio, potássio e o fósforo. Estes são nutrientes essenciais às plantas, atuando como fertilizante.

O potássio e o nitrogênio, são os nutrientes mais exigidos pela cana-de-açúcar. No plantio convencional da cultura, a aplicação de potássio normalmente é realizada em dose única, variando de 80 a 140 kg ha⁻¹ de K₂O, podem ocorrer perdas relevantes do fertilizante aplicado, conforme a quantidade de chuva e a textura do solo, entre outros fatores (Lana et al., 2004; Rosolem et al., 2005). Quanto à adubação nitrogenada, tem-se verificado uma resposta linear crescente em relação à produtividade de colmos, quando de sua aplicação na segunda ou terceira socas, sendo apontado também um elemento fundamental na longevidade da cultura da cana (Vitii et al., 2007; Franco et al., 2007).

Quando comparado com o fertilizante químico, o biofertilizante apresenta algumas vantagens, como por exemplo, o favorecimento da multiplicação de microrganismos benéficos, que por sua vez propiciam mais vida e saúde ao solo, torna o solo mais poroso, permitindo maior aeração em camadas mais profundas, propiciando um maior desenvolvimento das plantas (Izumi et. al., 2010). O aproveitamento de resíduos de atividades produtivas tem tido um crescente interesse, por ser uma alternativa técnica e ambientalmente correta. Portanto, com esse procedimento, objetiva-se reduzir a exploração dos recursos naturais envolvidos na produção de fertilizantes químicos e minimizar os impactos ambientais causados (Nogueira et al. 2006). Maghanaki et. al. (2013) ressaltam que o biofertilizante líquido é absorvido com maior facilidade pelas plantas, pois penetra diretamente na raiz da planta.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, F.B.; SANES, F.S.M.; STRASSBURGUER, A.S.; MEDEIROS, C.A.B.

Avaliação de adubos orgânicos elaborados a partir de resíduo de pescado, na cultura do feijão (*Phaseolus Vulgaris*). **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, 2011.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, 2012. Disponível em: <

<http://www2.aneel.gov.br/>>. Acesso em: 5 jan. de 2020.

BROSSE, N.; MOHAMAD IBRAHIM, M. N.; ABDUL RAHIM, A. Biomass to /bioethanol: Initiatives of the future for lignin. **International Scholarly Research Network Materials Science**, v. 2011, 2011.

BRUMBLEY, S. M.; PURNELL, M. P.; PETRASOITS, L.A.; NIELSEN, L. K.; TWINE, P. H. Developing the sugarcane biofactory for high value biomaterials. **International Sugar Journal**, v.109, p.5- 15, 2007.

CARVALHO-NETTO, O. V; BRESSIANI, J. A.; SORIANO, H. L., FIORI, C. S.; SANTOS, J. M.; BARBOSA, G. V.; PEREIRA, G. A. The potential of the energy cane as the main biomass crop for the cellulosic industry. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 1, n. 1, p. 20, 2014.

CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. E. S.; GÓMEZ, E. O. Caracterização da biomassa. In: CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. E. S.; GÓMEZ, E. O. **Biomassa para energia**. Campinas: Editora da UNICAMP. p. 31 – 59. 2008.

DIAS, M. O. S.; ENSINAS, A.V.; NEBRA, S. A.; FILHO, R. M.; ROSELL, C. E. V.; MACIEL, M. R. W. Production of bioethanol and other bio-based materials from sugarcane bagasse: Integration to conventional bioethanol production process. **Chemical Engineering Research & Design**, v. 87, p. 1206-1216, 2009.

FRANCO, H. C. J.; BOLOGNA, I. R.; FARONI, C. E.; VITTI, A. C; TRIVELIN, P. C. O. Acúmulo de macronutrientes em cana-deaçúcar em função da adubação nitrogenada e dos resíduos culturais incorporados ao solo no plantio. **Bragantia**, v.66, n. 4, p. 669-674, 2007.

- GIRIO, F. M.; FONSECA, C.; CARVALHEIRO, F.. Hemicelluloses for fuel ethanol: a review. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 13, p. 4775-4800, 2010.
- GOES, T.; ARAÚJO, M.; MARRA, R. Novas fronteiras tecnológicas da cana-de-açúcar no Brasil. **Revista de política agrícola**, Brasília, n. 1, p. 50-59, 2009.
- GOMES, C. F. S & MAIA, A. C. C. Ordenação de alternativas de biomassa utilizando o apoio multicritério à decisão. **Produção**, v. 23, n. 3, p. 488-499, jul./set. 2013.
- HILL, J.; NELSON, E.; TILMAN, D.; POLASKY, S.; TIFFANY, D. Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Washington**, v. 103, p. 11206-11210, 2006.
- KIM, M.; DAY, D. F. Composition of sugar cane, energy cane, and sweet sorghum suitable for ethanol production at Louisiana sugar mills. **Journal of industrial microbiology & biotechnology**, v. 38, n. 7, p. 803-807, 2011.
- KOEFENDER, E.; PADILHA, M. T. S.; MELLO, D. F. M.; LUMINA, G. Enriquecimento da cana-de-açúcar com fontes de nitrogênio em agroecossistemas do norte e noroeste do Paraná. **Cadernos de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, 2013.
- IZUMI, K.; OKISHIO, Y.; NAGÃO, N.; NIWA, C.; YAMAMOTO, S.; TODA, T. Effects of particle size on anaerobic digestion of food waste. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 64, p. 601- 608, 2010.
- LANA, R. M. Q; ZANÃO JÚNIOR, L. A; KORNDORFER , G. H; MACIEL JUNIOR, V. A. Parcelamento da adubação potássica na cana-planta. STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos. v. 23, n.2, p.28-31, 2004.
- LANDGRAF, M.D.; MESSIAS, R.A.; REZENDE, M.O.O. A Importância Ambiental da Vermicompostagem: Vantagens e Aplicação. São Carlos: Ed. Rima, 106p, 2005.
- LEAL, M. L. R. V. Energy cane. In: CORTEZ, L. A. B. (Coord.). Sugarcane bioethanol — R&D for productivity and sustainability, São Paulo: Edgard Blücher, p.751-760, 2014.

MAGHANAKI, M.; GHOBADIANA, B.; NAJAFIA, G.; JANZADEH GALOGAH, R. Potential of biogas production in Iran. **Bioresource Technology**, v. 101, p. 1153-1158, 2013.

MARIANO, J. Cana-energia, a revolução sucroenergética está começando. NOVA CANA. out,2015.Disponível em: <https://www.novacana.com/n/cana/variedades/especial-cana-energiarevolucao-sucroenergetica-201015/>>. Acesso em: 11 mai, 2019.

MARQUES, M. O.; MACIEL, B. F.; FIGUEIREDO, I. C.; MARQUES, T. A., Considerações sobre a qualidade da matéria-prima. In: MARQUES M. O., MUTTON, M. A., NOGUEIRA T. A. R., TASSO JÚNIOR, L. C., NOGUEIRA, G. A., BERNARDI, J. H. Tecnologias na Agroindústria Canavieira. Editora: FCAV p.9-16. 2008, p.319.

MATSUOKA, S.; BRESSIANI, J. A.; MACCHERONI, W.; FOUTO, I. Bioenergia da Cana. In: Cana-de-açúcar: Bioenergia, Açúcar e Álcool. (Eds. Santos, F.; Borém, A. e Caldas, C.) 2 ed.Viçosa: UFV, v.1. p 487-517, 2012.

MATSUOKA, S.; KENNEDY, A. J.; SANTOS, E. G. D.; DOS TOMAZELA, A. L.; RUBIO, L. C. S. Energy cane: its concept, development, characteristics, and prospects. **Advances in Botany**, 1–13, 2014.

MING, R. ;Moore, P. H.; Wu, K. K.; D'Hont, A.; Glaszmann, J. C.; Tew, T. L.; Paterson, A. H. Sugarcane improvement through breeding and biotechnology. In: JANICK, J. Plant breeding reviews, New York: John Wiley & Sons, v. 27, p. 15-118, 2006.

NOGUEIRA, T. A. R.; SAMMASCULINOO, R. A.; FERREIRA, C. S.; FONSECA, I. M. Produtividade de milho e de feijão consorciados adubados com diferentes formas de lodo de esgoto. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, São Cristóvão, v.6, n.1, p. 122-131, 2006.

RAMOS, R. S. **Seleção de cana-energia**. 2015. 78 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia , Viçosa, 2015.

ROSOLEM, C. A; SANTOS, F. P; FOLONI , J. S. S; CALONEGO, J. C. Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milheto e chuva simulada. **Pesq Agropec Bras**, v.41, n.6, p.1033-1040, 2006.

RUBIN, E. M. Genomics of cellulosic biofuels. **Nature**, v. 454, n. 14, p. 841-845, 2008.

SALASSI, M. E.; BROWN, K.; HILBUN, B. M.; DELIBERTO, M. A.; GRAVOIS, K. A.; MARK, T. B.; FALCONER, L. L. Farm-Scale Cost of Producing Perennial Energy Cane as a Biofuel Feedstock. **BioEnergy Research**, v. 7, n. 2, p. 609-619, 2014.

SAS Institute INC.SAS/STAT™ **SAS user's guide for windows environment**. 6.11 ed. Cary : SAS Institute, 1995.

SCHMER, M.R.; VOGEL, K.P.; MITCHELL, R.B.; PERRIN, R.K. **Net energy of cellulosic ethanol from switchgrass**. PANS 105: p.464-469, 2008.

SILVA, D. G. **Mapeamento genético de marcadores dart (diversity arrays technology) em cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. 81 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

SILVA, S. I. D. S. **Biomassa para geração de energia: eucalipto, cana-energia e bagaço de cana-de-açúcar**. Monografia (Tecnologia em Produção Sucroalcooleira). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 2016.

SILVEIRA, L. C. I. **Melhoramento genético da cana-de-açúcar para obtenção de cana energia**. 84 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

STICKLEN, M. B. Plant genetic engineering for biofuel production: towards affordable cellulosic ethanol. **Nature Reviews**, v. 9, p. 433-443, 2008.

TEW, T.L.; COBILL, R.M. Genetic Improvement of Sugarcane (*Saccharum spp.*) as an Energy Crop. In: VERMERRIS, W. Genetic Improvement of Bioenergy Crops. Springer New York, 2008. p. 249-272.

VITTI, A. C.; TRIVELIN, P. C. O.; GAVA, G. J. C.; PENATTI, C. P.; BOLOGNA, I. R.; FARONI, C. E.; FRANCO, H. C. J. Produtividade da cana-de-açúcar relacionada ao nitrogênio residual da adubação e do sistema radicular. **Pesq Agropec Bras**, v.42, n.2, p.249-256, 2007.

WANG, F.; CHEN, L.; ZHAO, L. N.; REN, C. The progress and prospects of rural biogas production in China. **Energy Policy**, v. 51, p. 58-63, 2012.

VIOLANTE, M. H. S. R. **Potencial de produção de cana-de-açúcar em áreas agrícolas marginais no Brasil.** 112f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) – Curso de Pós-graduação em Economia, Escola de Economia de São Paulo, São Paulo, 2012.

CAPÍTULO I

SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE CANA-ENERGIA EM SISTEMA DE PRODUÇÃO CONVENCIONAL

RESUMO: A demanda por novas cultivares e espécies diferenciadas de cana-de-açúcar quanto ao conteúdo de fibras e açúcares é crescente. Múltiplos programas de melhoramento genético da cultura conduzem estudos nesse enfoque. O objetivo deste trabalho foi selecionar genótipos de cana-energia, na cana-planta no sistema de produção convencional com maior potencial para cultivo. O estudo foi realizado em área experimental pertencente à Universidade Federal de Goiás, em Goiânia-GO, sendo o solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico. Os 24 genótipos de cana-energia foram obtidos do Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-açúcar da Universidade Federal de Viçosa (PMGCA/UFV/RIDESA), plantados em 2016. O ensaio foi conduzido em parcelas constituídas de 7,5 m² por parcela com bordaduras de 1,5m (5 metros de comprimento, espaçadas em 1,5m) com o plantio de toletes contendo três gemas em sulcos de 30cm de profundidade, sendo colocados três toletes por metro. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com cinco repetições. As variáveis agronômicas e fenotípicas foram realizadas em julho de 2017 e constituídas pelas avaliações de: teor de sólidos solúveis (Brix°), cor da planta, altura da planta, diâmetro do colmo e biomassa total. Conclui-se que os genótipos de cana-energia avaliados apresentam alta produtividade demonstrando grande potencial de plantio em sistema convencional. Os genótipos com maiores desempenhos em termos de biomassa são: RB 127004, UFPR 12157, UFPR 1265, UFPR 12180 e UFPR 1277. A variável fenotípica que apresenta correlação com a biomassa é o diâmetro do colmo.

Palavras-chave: Biomassa, fenotipagem, melhoramento genético.

ABSTRACT: The demand for new cultivars and differentiated cane species in terms of fiber and sugar content is growing. Multiple programs of genetic improvement of culture conduct studies in this focus. The objective of this work was to select genotypes of energy cane, in the first harvest for conventional production system with the greatest potential for cultivation. The study was carried out in an experimental area belonging to the Federal University of Goiás, in Goiânia-GO, the soil being classified as Latossolo Vermelho Distroférico. The 24 genotypes of energy cane were obtained from the Genetic Improvement Program for Cane at the Federal University of Viçosa (PMGCA / UFV / RIDESA), planted in 2016. The trial was conducted in plots consisting of 7.5 m² per parcel with borders of 1.5 m (5 meters long, spaced 1.5 meters) with the planting of counters containing three buds in 30 cm deep grooves, with three counters being placed per meter. The experimental design was a randomized block with five replications. The agronomic and phenotypic variables were carried out in July 2017 and consisted of the evaluations of: content of soluble solids (Brix°), plant color, plant height, stem diameter and total biomass. We conclude that the evaluated energy cane genotypes have high productivity, showing great potential for planting in a conventional system. The genotypes with the greatest acting in terms of biomass are: RB 127004, UFPR 12157, UFPR 1265, UFPR 12180 and UFPR 1277. The phenotypic variable that correlates with biomass is the stem diameter.

Keywords: Biomass, phenotyping, genetical enhancement.

3.1. INTRODUÇÃO

Em nível global, a cana-de-açúcar se evidencia como uma cultura com alto potencial de produção de sacarose, amplamente empregada para açúcar e etanol. Além disso, nos últimos anos, analisou-se o potencial de resíduos do processamento industrial (bagaço, folhas e pontas), visando etanol de segunda geração e cogeração de energia elétrica (Santos et al., 2012). No manejo convencional, a adubação fosfatada da cana-de-açúcar é principalmente baseada em doses elevadas de fósforo aplicado exclusivamente no plantio, até 180 kg/ha de P_2O_5 no fundo do sulco (Rein et al., 2015).

É uma cultura que se adapta bem em diversas regiões do país, apresenta baixo custo de produção e facilidade de manejo. Ressalta-se pela alta produção de matéria seca por hectare (Koefender et al., 2013). Tendo em vista o grande potencial da cana-de-açúcar na produção de energia e em diversos produtos de valor agregado (Santos et al. 2012).

Portanto, pesquisas têm sido intensificadas para o desenvolvimento de cultivares de cana-de-açúcar com alta produtividade de biomassa. Segundo Matsuoka et al. (2012), pensando em fontes alternativas de biomassa, pode-se considerar o cultivo agrícola de culturas dedicadas à produção de bioenergia como sendo mais apropriado e de maior potencial econômico, uma vez que, alternativas tais como resíduos agrícolas e urbanos apresentam quantidade restrita, além de muito dispersa. A utilização em grande proporção de biomassa (dos mais variados tipos) depende essencialmente das tecnologias de produção e de sua disponibilidade (Morais et al., 2017).

A cana-energia pode apresentar produção de biomassa até 30% superior ao material convencional, cana-de-açúcar (Silveira et al., 2015). Os cruzamentos de *Saccharum officinarum* L. e *Saccharum spontaneum* L. são os mais utilizados para desenvolvimento de cana-energia. Possui como principais características indispensáveis dos clones candidatos à cana energética: alto vigor, robustez, alto perfilhamento e alta capacidade de rebrota da soca, rizoma vigoroso, resistência a pragas e doenças e alto teor de fibras (Matsuoka et al., 2014).

Os princípios de seleção e melhoramento de plantas se deparam com problemas de escolha da espécie mais produtiva. Cada planta possui uma característica agrônômica própria no que se refere ao potencial de adaptação a fatores bióticos e edafoclimáticos (Moreira et al., 2008). O estudo de diferentes genótipos de cana-energia no sistema de

produção convencional, torna-se essencial com intuito de selecionar os genótipos que mais se adaptam a esse sistema.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar características fenotípicas e agronômicas de diferentes genótipos de cana-energia na cana-planta em sistema de produção agrícola convencional.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.2 Descrição da área experimental

O estudo foi realizado em área experimental pertencente a Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, localizada no município de Goiânia-GO (16°35'12" S, 49°21'14" W), altitude de 730 m, e temperatura média anual é de 22,9 °C. As chuvas concentram-se nos meses de outubro a abril e a média anual de precipitação é de 1.520 mm. O ensaio foi conduzido em parcelas constituídas de 7,5 m² por parcela com bordaduras de 1,5m (5 metros de comprimento, espaçadas em 1,5m) com o plantio de toletes contendo três gemas em sulcos de 30cm de profundidade, sendo colocados três toletes por metro. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com cinco repetições.

O manejo da irrigação foi realizado por meio da evapotranspiração da cana-energia ET_c , utilizando coeficiente de cultura (k_c) descritos na literatura para cana-de-açúcar (Doorembos & Kassam, 1994). Foram repostos 90% da ET_c de forma manual. As variáveis climáticas foram obtidas na estação evaporimétrica da EA/UFG, distante, 300 m do local onde o experimento foi conduzido. Não houve problemas com pragas e doenças e as plantas daninhas foram controladas por meio de capinas manuais. O solo da área experimental é classificado de acordo com a EMBRAPA (2018), como Latossolo Vermelho Distroférrico e suas características químicas estão expressas na Tabela 1. O manejo da fertilidade do solo foi à de 90 kg/ha⁻¹ de N, 100 kg/ha⁻¹ de P₂O₅ e 100 kg/ha⁻¹ de K₂O no sulco de plantio, realizados antes da instalação do experimento (junho de 2016), de acordo com a análise de solo e recomendação de adubação de Goiás, CFSEG (1988).

Tabela 1. Atributos químicos do solo na camada de 0 – 20 cm antes da instalação do experimento (junho de 2016). Goiânia-GO, 2020.

M.O.	V	pH	P(Mel)	K	Ca	Mg	CTC	Cu	Fe	Mn	Zn
-----%			CaCl ₂	---mg dm ⁻³ ----		-----cmolc dm ³ -----			----- mg dm ⁻³ -----		
2,6	41,8	5,4	4,4	113,7	1,7	0,8	6,4	2,6	49,3	24,5	4,6

3.2.3 Genótipos de cana-energia

Os genótipos de cana-energia foram obtidos do Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-açúcar da Universidade Federal de Viçosa (PMGCA/UFV/RIDESA) (Tabela 2), plantados em julho de 2016 e as avaliações ocorreram em julho de 2017.

Tabela 2. Identificação dos genótipos de cana-energia. Goiânia- GO, 2020.

Genótipos	Gen feminino	Gen masculino	Origem
RB127037	RB047232	Co285	UFV
RB127003	RB011623	MEX68-200	UFV
RB127008	Co617	RB04811	UFV
RB127004	US74-103	RB96524	UFV
RB127006	RB011623	MEX68-200	UFV
RB127011	Co453	RB04442	UFV
RB127034	RB867515	B70710	UFV
RB127038	RB047232	Co285	UFV
RB127035	RB867515	B70710	UFV
RB127024	IM76-228	RB867515	UFV
UFPR12137	RB92579	IM76-229	UFPR

UFPR12157	RB867515	US85-1008	UFPR
UFPR12180	CTC9	UM69-001	UFPR
UFPR12170	RB93509	B70710	UFPR
UFPR12163	B70710	RB93509	UFPR
UFPR1240	RB946022	RB92579	UFPR
UFPR12130	RB01649	IN84-58	UFPR
UFPR12173	RB867524	IM76-237	UFPR
UFPR1277	H64-1881	US85-1008	UFPR
UFPR1213	RB92579	IM76-229	UFPR
UFPR1265	IM76-228	US85-1008	UFPR
UFPR1273	RB93509	B70710	UFPR
UFPR12185	RB93509	KRAKATAU	UFPR
UFPR1261	RB867515	US7614	UFPR

3.2.4. Avaliação do desempenho de cana-energia

As análises avaliadas foram: teor de sólidos solúveis (Brix°), cor da planta altura da planta, diâmetro do colmo e biomassa total, realizadas em cinco perfilhos, escolhidos ao acaso em cada touceira.

O teor de sólidos solúveis (Brix°) foi mensurado com refratômetro de campo, representado por uma leitura de amostra homogênea do caldo de cada variedade. A cor da planta foi descrita através da visualização das cores, distinguindo entre roxa e verde, com intensidade medidas entre R1 a R5 (para cor roxa) e V1 a V5 (para cor verde).

Para avaliação da altura da planta, utilizou-se uma trena e fez-se a medida da distância do solo até a lígula da primeira folha aberta. O diâmetro do colmo foi mensurado com paquímetro digital, tendo sido a medição realizada no centro do entrenó localizado na porção mediana do colmo. Para obtenção da biomassa total, as amostras de folha, colmo e inflorescência foram pesadas (em balança analógica) e aferidas à quantidade de massa verde por hectare. Para obtenção da massa seca, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Solos, seguindo o procedimento de secagem em estufa com ventilação

forçada de ar a uma temperatura média de 70° C, por 72 horas. Posteriormente, as amostras foram pesadas e foi aferida a quantidade de massa seca por hectare.

3.2.5. Análise dos dados

Para as características diâmetro do colmo, altura da planta e biomassa total, os dados foram interpretados através da análise de variância e as médias comparadas utilizando-se o teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico SAS (Statistical Analysis System, 1995).

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Grau Brix° e cor do colmo

Os valores médios teor de sólidos solúveis (Brix°) e cor do colmo dos genótipos de cana-energia avaliados no sistema de produção convencional, encontram-se na tabela 3. A característica cor é um fator de identificação relativo ao melhoramento genético e suas variações são relacionadas a taxa de fotossíntese da planta. Na fotossíntese sucede a transformação da energia eletromagnética (radiante) em energia química. Este procedimento ocorre por meio da excitação das moléculas de pigmentos (clorofilas, carotenóides, etc.), situadas nos cloroplastos (Castro, 2000).

Tabela 3. Valores médios de teor de sólidos solúveis (Brix °) e cor do colmo dos genótipos de cana-energia avaliados em sistema de produção convencional. Goiânia-GO, 2020.

Identificação	Gen feminino	Gen masculino	Brix (%)	Cor do colmo
UFPR 1213	RB92579	IM76-229	12	V3
UFPR 1261	RB867515	US7614	12	V4
UFPR 1265	IM76-228	US85-1008	12	V3
UFPR 1273	RB93509	B70710	10	V5
UFPR 1277	H64-1881	US85-1008	12	V3
UFPR 1240	RB946022	RB92579	8	R3
UFPR 12137	RB92579	IM76-229	8	V4
UFPR 12185	RB93509	KRAKATAU	12	R3
UFPR 12157	RB867515	US85-1008	12	V3
UFPR 12173	RB867524	IM76-237	12	V3
UFPR 12163	B70710	RB93509	8	R3
UFPR 12170	RB93509	B70710	11	V4
UFPR 12130	RB01649	IN84-58	8	V3
UFPR 12180	CTC9	UM69-001	11	V4
RB 127003	RB011623	MEX68-200	12	R3
RB 127004	US74-103	RB96524	8	V3
RB 127006	RB011623	MEX68-200	12	V3
RB 127008	Co617	RB04811	12	V4
RB 127011	Co453	RB04442	12	V3
RB 127037	RB047232	Co285	8	V5
RB 127034	RB867515	B70710	9	V5
RB 127035	RB867515	B70710	12	V4
RB 127024	IM76-228	RB867515	12	R3
RB 127038	RB047232	Co285	8	V4

As cores das variedades de cana-de-açúcar são definidas, apesar dos fatores de influência. Para cana-energia, material novo, não há essa definição. No presente estudo, os genótipos UFPR 1261, UFPR 12157, RB 127034, RB 127035 e RB 127024, que tem como genitor a variedade RB867515, apresentaram cores escuras (verde escuro ao roxo). O resultado do presente pode estar relacionado ao cruzamento dos genótipos, a descendência das variedades. Em estudo realizado por Soares et al., (2018), em relação à cor, a variedade RB 867515 apresenta-se mais claras em relação às demais.

A média dos valores de Brix° dos genótipos de cana-energia avaliados no presente estudo foi de 10,54% e ocorreu na primeira safra. De acordo com Silva (2007), os valores de Brix° aumentam no decorrer da maturação, conforme a idade da planta avança e as condições climáticas se tornam favoráveis. O resultado do presente trabalho pode estar relacionado ao cruzamentos genéticos, o período de amostragem e suas interações.

Observou-se que houve diferença significativa para variáveis: altura da planta, diâmetro do colmo e biomassa total (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo das análises de variância para os efeitos de Genótipos (G) sobre altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC) e biomassa total (BT). Goiânia-GO, 2020.

	Quadrado		Médio
Fonte de Variação	AP	DC	BT
Genótipo (G)	2.04*	75.04 *	11133.39*
Erro	0.23	8.49	109176.62
CV (%)	14.18	10.84	32.33

ns = não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; * e ** significativo a 5 e a 1% de probabilidade respectivamente pelo teste F.

Dentre os genes de plantas disponíveis que podem auxiliar na obtenção de materiais para produção de bioenergia estão os envolvidos na síntese de celulose, hemicelulose e lignina, além de genes que influenciam características morfológicas de crescimento, como altura e espessura do caule (Ragauskas et al., 2006). Para alturas das plantas, observa-se que 20,83% dos materiais estudados apresentaram altura inferior a 3 metros, desses 40 % apresentaram os mesmos genitores (RB 127006 e RB 127003) (Tabela 5).

Os genótipos UFPR 12185 e UFPR 12180 apresentaram os maiores valores de altura 4.75 e 4.52 metros respectivamente, e são descendentes da espécie *S. spontaneum* L., que é caracterizada por apresentar marcante altura de colmos.

Tabela 5. Valores médios dos genótipos de cana-energia sobre altura das plantas (AP). Goiânia-GO, 2020.

Identificação	Origem	Gen feminino	Gen Masculino	Descendência	AP (m)
UFPR 12185	UFPR	RB893509	KRAKATAU	<i>S. spontaneum</i>	4.75 a
UFPR 12180	UFPR	CTC9	UM69-001	<i>S. spontaneum</i>	4.52 ab
RB 127037	UFV	RB04232	Co285	<i>S. robustum</i>	4.48 ab
UFPR 12130	UFPR	RB01649	IN84-58	<i>S. spontaneum</i>	4.41 ab
UFPR 12137	UFPR	RB92579	IM76-229	<i>S. robustum</i>	4.20 abc
RB 127035	UFV	RB867515	B70710	<i>S. spontaneum</i>	4.09 abcd
UFPR 1261	UFPR	RB867515	US7614	<i>S. spontaneum</i>	3.61 abcde
UFPR 1265	UFPR	IM76-228	US85-1008	<i>S. robustum</i>	3.52 bcdef
UFPR 1277	UFPR	H64-1881	US85-1008	<i>S. spontaneum</i>	3.45bcdefg
RB 127024	UFV	IM76-228	RB867515	<i>S. robustum</i>	3.43bcdefg
RB 127034	UFV	RB867515	B70710	<i>S. spontaneum</i>	3.41bcdefg
RB 127038	UFV	RB047232	C0285	<i>S. spontaneum</i>	3.23 cdefg
UFPR 12173	UFPR	RB867524	IM76-237		3.22 cdefg
UFPR 1273	UFPR	RB93509	B70710	<i>S. spontaneum</i>	3.17 cdefg
UFPR 12157	UFPR	RB867515	US85-1008	<i>S. spontaneum</i>	3.16 cdefg
RB 127004	UFV	US74-103	RB96524	<i>Saccharum</i> ssp	3.16 cdefg
UFPR 12170	UFPR	RB93509	B70710	<i>S. spontaneum</i>	3.11 cdefg
UFPR 12163	UFPR	B70710	RB92579	<i>S. spontaneum</i>	3.03 defg
UFPR 1240	UFPR	RB946022	RB92579	<i>S. robustum</i>	3.02 defg
UFPR 1213	UFPR	RB92579	IM76-229	<i>S. robustum</i>	2.99 defg
RB 127011	UFV	Co453	RB04442	<i>Saccharum</i> ssp	2.85 efg
RB 127003	UFV	RB011623	MEX68-200	<i>S. spontaneum</i>	2.39 fg
RB 127008	UFV	Co617	RB04811	<i>Saccharum</i> ssp	2.37 g
RB 127006	UFV	RB011623	MEX68-200	<i>S. spontaneum</i>	2.31 g

A maior porcentagem (54,16 %) apresentou altura superior a 3 metros, enquanto 25 % dos genótipos apresentaram altura superior a 4 metros (UFPR 12185, UFPR 12180, RB 127037, UFPR 12130, UFPR 12137 e RB 127035). Sendo que 66,66 % desses genótipos são descendentes da espécie *S. spontaneum* L. e originários da UFPR. Os genótipos descendentes dessa espécie são caracterizados por apresentar marcante altura de plantas. Alturas muito elevadas podem apresentar risco de acamamento (Oliveira & Braga, 2011).

Gravois & Milligan (1992) afirmam, que os melhoristas sempre selecionaram contra clones com pouco diâmetro de colmo, devido à correlação negativa entre diâmetro e teor de fibra, ou seja, quanto menor o diâmetro, maior o teor de fibra. Em estudo realizado por Violante (2012), em relação aos híbridos de cana-energia, os valores observados de

diâmetro variaram de 11,95 a 20,3mm. A média dos valores encontrados no presente estudo, são superiores. Para diâmetro do colmo, 62,5% dos materiais estudados apresentaram mais de 20 mm de diâmetro de colmo, desses 53,33% apresentaram genitores masculinos em comum e 60% são originários da UFPR. 29,16% dos genótipos apresentaram entre 30 e 32 mm de diâmetro e 8,33% dos genótipos apresentaram menos que 20,00 mm (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios dos genótipos de cana-energia sobre diâmetro de colmos (DC). Goiânia-GO, 2020.

Identificação	Origem	Gen feminino	Gen masculino	Descendência	DC (mm)
RB 127008	UFV	CO617	RB04811	<i>Saccharum</i> spp	32.20 a
RB 127004	UFV	US74-103	RB96524	<i>Saccharum</i> spp	30.80 a
UFPR 1240	UFPR	RB946022	RB92579	<i>S. robustum</i>	30.80 ab
RB 127011	UFV	C0453	RB04442	<i>Saccharum</i> spp	30.20 ab
UFPR 1213	UFPR	RB92579	IM76-229	<i>S. robustum</i>	30.00 ab
RB 127038	UFV	RB047232	CO285	<i>S.spontaneum</i>	30.00 ab
UFPR 12180	UFPR	CTC9	UM69-001	<i>S.spontaneum</i>	30.00 ab
RB 127035	UFV	RB867515	B70710	<i>S.spontaneum</i>	29.60 ab
RB 127024	UFV	IM76-228	RB867515	<i>S. robustum</i>	29.20 ab
UFPR 12185	UFPR	RB93509	KRAKATAU	<i>S.spontaneum</i>	29.00 abc
UFPR 1261	UFPR	RB867515	US7614	<i>Saccharum</i> spp	29.00 abc
RB 127037	UFV	RB047232	CO285	<i>S.spontaneum</i>	28.60 abc
UFPR 1265	UFPR	IM76-228	US85-1008	<i>S.spontaneum</i>	28.00abcd
RB 127034	UFV	RB867515	B70710	<i>S.spontaneum</i>	26.80abcd
UFPR 1277	UFPR	H64-1881	US85-1008	<i>S.spontaneum</i>	26.40abcd
UFPR 12170	UFPR	RB93509	B70710	<i>S.spontaneum</i>	26.00abcde
UFPR 12173	UFPR	RB85524	IM76-229	_____	25.00 bcde
UFPR 12163	UFPR	B70710	RB93509	<i>S.spontaneum</i>	24.80 bcde
RB 127006	UFV	RB011623	MEX68-200	<i>Saccharum</i> spp	24.20bdcef
UFPR 12157	UFPR	RB867515	US85-1008	<i>S.spontaneum</i>	24.00bcdef
RB 127003	UFV	RB011623	C0285	<i>S.spontaneum</i>	22.20 cdef
UFPR 12137	UFPR	RB92579	IM76-228	<i>S. robustum</i>	21.20 def
UFPR 12130	UFPR	RB01649	IN84-58	<i>S.spontaneum</i>	19.20 ef
UFPR 1273	UFPR	RB3509	B70710	<i>S.spontaneum</i>	17.80 f

Os genótipos RB 127008 e RB 1270004 apresentaram os maiores valores para diâmetro de colmos, e são descendentes da espécie *Saccharum* spp. Particularmente acessos de *Saccharum spontaneum* L., *Saccharum robustum* Jesw. e as cultivares modernas (*Saccharum* spp.) podem alavancar os ganhos genéticos e contribuir para o desenvolvimento de cultivares mais rústicas e que atendam as demandas atuais e futuras do setor sucroenergético (Ming et al., 2006; Matsuoka et al., 2014).

No presente estudo a produção de biomassa total variou de 143.04 a 777.74 t/ha⁻¹ para os genótipos avaliados, em que 8,33% dos genótipos apresentaram valores acima de 500 t/ha⁻¹, sendo que 29,16 % dos genótipos apresentaram biomassa superiores a 200 t/ha⁻¹ (os quais 28,57 % apresentaram genitores masculinos iguais (RB 127035 e UFPR12170) e inferiores a 400 t/ha⁻¹. Enquanto 12,50% dos genótipos apresentaram biomassa superiores a 400 t/ha⁻¹, desses 66.66 % apresentaram genitores masculinos iguais (UFPR 1265 e UFPR 1277) e 20,83% dos genótipos apresentaram biomassa superiores a 100 t/ha⁻¹, desses 40% apresentaram genitores masculinos iguais (genótipos UFPR 1273 e RB127034) e a mesma porcentagem são originários da UFPR (Tabela 7).

Os genótipos de cana-energia avaliados apresentaram média de 327.388 t/ha⁻¹ de biomassa total. De acordo com Mariano (2015), a cana-energia representa 26% de fibra, enquanto a cana-de-açúcar 12,5 %. Em relação ao bagaço, a cana-energia representa 96%, enquanto a cana-de-açúcar 25%, ou seja, quatro vezes mais bagaço, em cada tonelada. A grande diversidade genética das variedades selvagens de cana-de-açúcar utilizadas no processo de formação da cana-energia, são responsáveis pelas elevadas representações.

Tabela 7. Valores médios dos genótipos de cana-energia sobre biomassa total (BT). Goiânia-GO, 2020.

Identificação	Origem	Gen feminino	Gen masculino	Descendência	BT (t/ha ⁻¹)
RB 127004	UFV	US74-103	RB96524	<i>Saccharum</i> ssp	777.74 a
UFPR 12157	UFPR	RB867515	US85-1008	<i>S. spontaneum</i>	527.36 b
UFPR 1265	UFPR	IM76-228	US85-1008	<i>S. robustum</i>	499.06 bc
UFPR 12180	UFPR	CTC9	UM69-001	<i>S. spontaneum</i>	491.96 bcd
UFPR 1277	UFPR	H64-1881	US85-1008	<i>S. spontaneum</i>	483.74 bcde
RB 127003	UFV	RB011623	Co285	<i>S. spontaneum</i>	388.10 bcdef
UFPR 1213	UFPR	RB92579	IM76-229	<i>S. robustum</i>	367.08 bcdef
UFPR 1261	UFPR	RB867515	US7614	<i>Saccharum</i> . Ssp	362.08 bcdef
UFPR 12185	UFPR	RB93509	KRAKATAU	<i>S. spontaneum</i>	360.68 bcdef
RB 127011	UFV	Co453	RB04442	<i>Saccharum</i> ssp	328.10 bcdef

UFPR 12173	UFPR	RB86524	IM76-229		325.38 bcdef
UFPR 1240	UFPR	RB946022	RB92579	<i>S. robustum</i>	324.08 bcdef
RB 127035	UFV	RB867515	B70710	<i>S. spontaneum</i>	294.84 bcdef
UFPR 12170	UFPR	RB93509	B70710	<i>S. spontaneum</i>	275.98 cdef
RB 127006	UFV	RB011623	MEX68-200	<i>Saccharum</i> ssp	259.94 cdef
RB 127037	UFV	RB047232	C0285	<i>S. spontaneum</i>	250.50 cdef
UFPR 12137	UFPR	RB92579	IM76-229	<i>S. robustum</i>	246.56 def
UFPR 12163	UFPR	B70710	RB93509	<i>S. spontaneum</i>	236.68 ef
RB 127024	UFV	IM76-228	RB867515	<i>S. robustum</i>	229.92 f
RB 127038	UFV	RB047232	C0285	<i>S. spontaneum</i>	187.68 f
UFPR 12130	UFPR	RB01649	IN84-58	<i>S. spontaneum</i>	179.70 f
UFPR 1273	UFPR	RB93509	B70710	<i>S. spontaneum</i>	164.59 f
RB 127034	UFV	RB867515	B70710	<i>S. spontaneum</i>	152.54 f
RB127008	UFV	C0617	RB04811	<i>Saccharum</i> ssp	143.04 f

Uma associação dos valores obtidos no presente trabalho é que 50% dos genótipos apresentam a mesma descendência. Os genótipos são descendentes das espécies *S. spontaneum* L. que apresentam elevados teores de fibra se comparadas com as cultivares modernas (*Saccharum* spp.) de cana-de-açúcar. Contudo, para as condições edafoclimáticas do estudo, não foi eficaz, em relação aos demais genótipos avaliados. As respostas dos genótipos em questão podem também ser associadas ao cruzamento. Os cultivares de cruzamentos com os genitores paternos B70710 e US85-1008 e com os genitores femininos RB867515 e RB011623 foram melhores.

Houve correlação entre diâmetro do colmo e biomassa para os genótipos de cana-energia avaliados (Tabela 8).

Tabela 8. Estimativas dos coeficientes de correlação entre as variáveis: diâmetro de colmos (DC), altura de plantas (AP) e biomassa total (BT). Goiânia-GO, 2020.

Variáveis	DC	AP	BT
DC	1	-0.008 ^{ns}	0.443 [*]
AP		1	-0.149 ^{ns}
BT			1

ns = não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; * e ** significativo a 5 e a 1% de probabilidade respectivamente pelo teste F.

De acordo com Dias et al., (2012), maiores rendimentos de biomassa estão associados a menores diâmetros de colmos de cana-de-açúcar. No presente trabalho, com estudo em cana-energia, os dados não conferem com a afirmação. O genótipo RB 127004 apresentou maior diâmetro (30.80 mm, não diferindo estatisticamente do genótipo RB 127008 com 32.20 mm) e maior biomassa 777.74 t/ha⁻¹

3.4. CONCLUSÕES

Os genótipos de cana-energia avaliados apresentam alta produtividade demonstrando grande potencial de plantio em sistema convencional.

Os genótipos com maiores desempenhos em termos de biomassa são: RB 127004, UFPR 12157, UFPR 1265, UFPR 12180 e UFPR 1277.

A variável fenotípica que apresenta correlação com a biomassa é o diâmetro do colmo.

3.5. REFERÊNCIAS

CASTRO, P.R.C. **Aplicações da fisiologia vegetal no sistema de produção da cana-de-açúcar**. Simpósio Internacional de Fisiologia da Cana-de-Açúcar, STAB, Piracicaba, 2000.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS-CFSEG. Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás. 5ª aproximação. Informativo técnico UFG/EMGOPA, n.1,186p.1988.

DIAS, C. M. O.; CORSATO, C. E.; SANTOS, V. M.; SANTOS, A. F. S. Indicadores fitotécnicos, de produção e agroindustriais em cana-de-açúcar cultivada sob dois regimes hídricos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 3, p. 58-65, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5 ed. Brasília, 2018. 355 p.

KOEFENDER, E.; PADILHA, M. T. S.; MELLO, D. F. M.; LUMINA, G. Enriquecimento da cana-de-açúcar com fontes de nitrogênio em agroecossistemas do norte e noroeste do Paraná. **Cadernos de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, 2013.

GRAVOIS, K. A & MILLIGAN, S. B. Genetic relationship between fiber and sugarcane yield components. **Crop Sci.** v.32, p.62-67, 1992.

MARIANO, J. Cana-energia, a revolução sucroenergética está começando. NOVA CANA. out,2015.Disponível em: <https://www.novacana.com/n/cana/variedades/especial-cana-energiarevolucao-sucroenergetica-201015/>>. Acesso em: 11 mai, 2019.

MATSUOKA, S.; BRESSIANI, J. A.; MACCHERONI, W.; FOUTO, I. Bioenergia da Cana. In: Cana-de-açúcar: Bioenergia, Açúcar e Álcool. (Eds. Santos, F.; Borém, A. e Caldas, C.) 2 ed.Viçosa: UFV, v.1. p 487-517, 2012.

MATSUOKA, S.; KENNEDY, A. J.; SANTOS, E. G. D.; DOS TOMAZELA, A. L.; RUBIO, L. C. S. Energy cane: its concept, development, characteristics, and prospects.**Advances in Botany**, 1–13, 2014.

MING, R. et al. Sugarcane improvement through breeding and biotechnology. In: JANICK, J. Plant breeding reviews, New York: John Wiley & Sons, 2006. v. 27, p. 15-118.

- MORAIS, P. P; PASCOAL, P. V; ROCHA, E. DE SÁ; MARTINS, E. C. A. Etanol de 2 geração: atual produção e perspectivas. **Bioenergia em revista: diálogos**, ano 7, n. 1, p. 45-57, jan./jun. 2017.
- MOREIRA, P. C.; WASCHECK, R. C.; DUTRA, A. R.; GRANDSIRE, C. ; ALMEIDA, O. C.; MOREIRA, S. O. L.; OLIVEIRA, D. L. Utilização de capim-elefante para alimentação de bovinos. **Estudos**, v. 35, n. 3, p. 429-449, 2008.
- RAGAUSKAS, A. J.; WILLIAMS, C. K.; DAVISON, B. H.; BRITOVSEK, G.; CAIRNEY, J.; ECKERT, C. A.; FREDERICK JR., W. J.; HALLETT, J. P.; LEAK, D. J.; LIOTTA, C. L.; MIELENZ, J. R.; MURPHY, R.; TEMPLER, R.; TSCHAPLINSKI, T. The path forward for biofuels and biomaterials. **Science**, Washington, v. 311, p. 484-489, 2006.
- REIN, T. A.; SOUSA, D. M. G.; SANTOS JÚNIOR, J. D. G.; NUNES, R. S. N.; KORNDÖRFER, G. H. Manejo da Adubação Fosfatada para Cana-de-Açúcar no Cerrado. Circular técnica, n. 29, Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, 2015.
- SANTOS, F. A.; QUEIRÓZ, J. H.; COLODETTE, J. L.; FERNANDES, A. S., GUIMARÃES, V. M.; REZENDE, S. T. Potencial de palha de cana-de-açúcar para produção de etanol. **Química Nova**, n.35, p.1004-1010, 2012.
- SAS Institute INC.SAS/STAT™ **SAS user's guide for windowns environment**. 6.11 ed. Cary : SAS Institute, 1995.
- SILVA, J. W. et al. Correlações canônicas de características agroindustriais em cana-de-açúcar. **Acta Sci. Agron.** v. 29, n. 3, p. 345-349, 2007.
- SILVEIRA, L. C.I.; BRASILEIRO, B. P.; KIST, V.; DAROS, E.; PETERNELLI, L. A. Genetic diversity and coefficient of kinship among potential genitors for obtaining cultivars of energy cane. **Ciência Agronômica** v. 46, p. 358-368, 2015.
- SOARES. E.A.; VERRUMA-BERNARDI. M. R.; BORGES, M. T. M. R. Características físico-químicas e sensoriais de sumo de cana-de-açúcar. **Rev. de Ciências Agrárias**, v.41, n.4, Lisboa dez. 2018.

VIOLANTE, M. H. S. R. **Potencial de produção de cana-de-açúcar em áreas agrícolas marginais no Brasil**. 2012. 112f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) – Curso de Pós-graduação em Economia, Escola de Economia de São Paulo, São Paulo, 2012.

CAPÍTULO II

SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE CANA-ENERGIA EM SISTEMA DE PRODUÇÃO ORGÂNICA

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi selecionar genótipos de cana-energia, na cana-planta no sistema de produção orgânica com maior potencial para cultivo. O estudo foi realizado em área experimental pertencente à Universidade Federal de Goiás, certificada como orgânica pelo IBD (certidão GO-022-001) em Goiânia-GO, sendo o solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico. Os 24 genótipos de cana-energia foram obtidos do Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-açúcar da Universidade Federal de Viçosa (PMGCA/UFV/RIDESA). O ensaio foi conduzido em parcelas constituídas de 7,5 m² por parcela com bordaduras de 1,5m (5 metros de comprimento, espaçadas em 1,5m) com o plantio de toletes contendo três gemas em sulcos de 30cm de profundidade, sendo colocados três toletes por metro. O delineamento experimental foi o de blocos acaso com cinco repetições. As variáveis agronômicas e fenotípicas foram realizadas em julho de 2017 e constituídas pelas avaliações de: teor de sólidos solúveis (Brix°), cor da planta, altura da planta, diâmetro do colmo e biomassa total. Conclui-se que os genótipos de cana-energia avaliados apresentam alta produtividade demonstrando grande potencial de plantio em sistema orgânico. Os genótipos com maiores desempenhos em termos de biomassa são: RB 127004 e RB 127035, UFPR 1273, UFPR 12180 e RB 127024. A variável fenotípica que apresenta correlação com a biomassa é o diâmetro do colmo.

Palavras-chave: *Sacharrum* spp, variáveis agronômicas, cana-planta.

ABSTRACT: The objective of this work was to select genotypes of energy cane, in the first harvest for organic production system with the greatest potential for cultivation. The study was carried out in an experimental area belonging to the Federal University of Goiás, certified as organic by IBD (certificate GO-022-001) in Goiânia-GO, the soil being classified as Latossolo Vermelho Distroférico. The 24 genotypes of energy cane were obtained from the Cane Genetic Improvement Program at the Federal University of Viçosa (PMGCA / UFV / RIDESA). The test was conducted in plots consisting of 7.5 m² per plot with borders of 1.5 m (5 meters in length, spaced in 1.5 m) with the planting of sheets containing three buds in 30 cm deep furrows, being placed three sheets per meter. The experimental design was a randomized block with five replications. The agronomic and phenotypic variables were carried out in July 2017 and consisted of the evaluations of: content of soluble solids (Brix°), plant color, plant height, stem diameter and total biomass. It is concluded that the evaluated energy cane genotypes show high productivity, showing great potential for planting in organic systems. The genotypes with the highest performance in terms of biomass are: RB 127004 and RB 127035, UFPR 1273, UFPR 12180 and RB 127024. The phenotypic variable that correlates with biomass is the stem diameter.

Keywords: *Sacharrum* spp, agronomic variables, cane-plant.

4.1. INTRODUÇÃO

Em relação a fontes alternativas de biomassa, pode-se considerar o cultivo agrícola de culturas dedicadas à produção de bioenergia como sendo mais adequado e de maior potencial econômico, uma vez que, alternativas tais como resíduos agrícolas e urbanos apresentam quantidade restrita, além de muito dispersa (Matsuoka et al., 2012). Quanto à produção de combustível para transporte, a biomassa passou a ser matéria-prima para produção de etanol de segunda geração ou ainda para processos térmicos, utilizando resíduos das colheitas que não tinham utilidade na produção de combustíveis de primeira geração ou de açúcar, tais como a palha (Mesa-pérez, 2013; Durange, 2013) e o bagaço de cana (Guedes, 2010).

Com a verificação da viabilidade do uso da palha, sobretudo ao elevado rendimento e o baixo custo de produção (Cardona et al., 2010; Dias et al., 2013), ocorreu um aumento na procura por biomassa para produção de energia elétrica. Com a intenção de produzir variedades de cana com alto teor de fibras celulósicas, surgem projetos com a finalidade de identificar os potenciais genitores e realizar cruzamentos para definir quais as melhores famílias para geração de cana para uso energético (Silveira, 2014). Entre as exigências das culturas energéticas estão o fácil cultivo, alta densidade energética, sem sazonalidade e crescimento em condições de estresse para não competir com terras de alimentos, além de não ter alto custo para uso direto ou em tecnologias de transformação (Matsuoka, 2014). Há necessidade de inserir materiais mais rústicos a estresses edafoclimáticos em sistemas de produção orgânica. Uma vez, a biomassa da cana-energia pode ser utilizada para compostagem e para cobertura do solo nesses sistemas.

As análises de diversidade genética permitem identificar grupos heteróticos e genitores potenciais para realizar as hibridações e obter novos genótipos de cana-de-açúcar (Santos et al., 2012a), em diferentes sistemas de produção agrícola e com diversificado uso. A agricultura orgânica institui a não utilização de insumos químicos inorgânicos, como adubos e pesticidas, sendo esses substituídos por insumos orgânicos naturais e por pautas que conservam a biodiversidade (Kaur & Reddy, 2013; Foteinis & Chatzisyneon, 2016). A caracterização adequada dos acessos existentes nos bancos de germoplasma torna-se essencial para a seleção de genitores potenciais a serem usados em cruzamentos para geração de cultivares (Barbosa et al., 2012; Santos et al., 2012b). Nesse sentido,

estudos de características fenóticas e agronômicas de genótipos de novas cultivares torna-se essencial.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi selecionar genótipos de cana-energia, na cana-planta no sistema de produção orgânico com maior potencial para cultivo.

4.2.MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Descrição da área experimental

O estudo foi realizado em área experimental pertencente a Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, certificada como orgânica pelo IBD (certidão GO-022-001), localizada no município de Goiânia-GO (16°35'12" S,49°21'14"W), altitude de 730 m e temperatura média anual é de 22,9 °C. As chuvas concentram-se nos meses de outubro a abril e a média anual de precipitação é de 1.520 mm. O ensaio foi conduzido em parcelas constituídas de 7,5 m² por parcela com bordaduras de 1,5m (5 metros de comprimento, espaçadas em 1,5m) com o plantio de toletes contendo três gemas em sulcos de 30cm de profundidade, sendo colocados três toletes por metro. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com cinco repetições.

Foi aplicada uma adubação de plantio com 556 kg/ha com termofosfato Yoorin mater (Fósforo 16 dag/kg P₂O₅; Cálcio -16 dag/kg, Magnésio - 6,5 dag/kg, Enxofre -6 dag/kg; Boro - 0,10 dag/kg, Cobre - 0,05 dag/kg, Manganês - 0,30 dag/kg, Silício - 9 dag/kg; Zinco - 0,55 dag/kg) de acordo com a análise de solo e recomendação de adubação de Goiás, CFSEG (1988), no sulco de plantio, antes da instalação do experimento. O manejo da irrigação foi realizado por meio da evapotranspiração da cana-energia ET_c, utilizando coeficiente de cultura (kc) descritos na literatura para cana-de-açúcar (Doorembos & Kassam, 1994). Foram repostos 90% da ET_c de forma manual. As variáveis climáticas foram obtidas na estação evaporimétrica da EA/UFG, distante, 300 m do local onde o experimento foi conduzido. Não houve problemas com pragas e doenças e as plantas espontâneas foram manejadas por meio de capinas manuais. O solo da área experimental é classificado de acordo com a EMBRAPA (2018), como Latossolo Vermelho Distroférrico e suas características químicas estão expressas na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos do solo na camada de 0 – 20 cm antes da instalação do experimento (junho de 2016). Goiânia-GO, 2020.

M.O.	V	pH	P(Mel)	K	Ca	Mg	CTC	Cu	Fe	Mn	Zn
-----%-----		CaCl ₂	-----mg dm ⁻³ ----				-----Cmolc dm ³ -----		----- mg dm ⁻³ -----		
2,3	55,8	5,3	8,3	205	3,2	0,7	7,9	0,8	12	19,4	1,6

4.2.2 Genótipos de cana-energia

Os genótipos de cana-energia foram obtidos do Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-açúcar da Universidade Federal de Viçosa (PMGCA/UFV/RIDESA) (Tabela 2), plantados em julho de 2016 e as avaliações ocorreram em julho de 2017.

Tabela 2. Identificação dos genótipos de cana-energia. Goiânia- GO, 2020.

Genótipos	Gen feminino	Gen masculino	Origem
RB127037	RB047232	Co285	UFV
RB127003	RB011623	MEX68-200	UFV
RB127008	Co617	RB04811	UFV
RB127004	US74-103	RB96524	UFV
RB127006	RB011623	MEX68-200	UFV
RB127011	Co453	RB04442	UFV
RB127034	RB867515	B70710	UFV
RB127038	RB047232	Co285	UFV
RB127035	RB867515	B70710	UFV
RB127024	IM76-228	RB867515	UFV
UFPR12137	RB92579	IM76-229	UFPR
UFPR12157	RB867515	US85-1008	UFPR

UFPR12180	CTC9	UM69-001	UFPR
UFPR12170	RB93509	B70710	UFPR
UFPR12163	B70710	RB93509	UFPR
UFPR1240	RB946022	RB92579	UFPR
UFPR12130	RB01649	IN84-58	UFPR
UFPR12173	RB867524	IM76-237	UFPR
UFPR1277	H64-1881	US85-1008	UFPR
UFPR1213	RB92579	IM76-229	UFPR
UFPR1265	IM76-228	US85-1008	UFPR
UFPR1273	RB93509	B70710	UFPR
UFPR12185	RB93509	KRAKATAU	UFPR
UFPR1261	RB867515	US7614	UFPR

4.2.3 Avaliação do desempenho de cana-energia

As variáveis analisadas foram: teor de sólidos solúveis (Brix°), cor da planta, altura da planta, diâmetro do colmo e biomassa total, realizadas em cinco perfilhos, escolhidos ao acaso em cada touceira.

O teor de sólidos solúveis (Brix°) foi mensurado com refratômetro de campo, representado por uma leitura de amostra homogênea do caldo de cada variedade. A cor do colmo, da folha e da inflorescência foi descrita através da visualização das cores, distinguindo entre roxa e verde, com intensidade medidas entre R1 a R5 (para cor roxa) e V1 a V5 (para cor verde). Para avaliação da altura da planta, utilizou-se uma trena e fez-se a medida da distância do solo até a lígula da primeira folha aberta. O diâmetro do colmo foi mensurado com paquímetro digital, realizando as medidas no terço médio de cada colmo. Para obtenção da biomassa total, as amostras de folha, colmo e inflorescência foram pesadas (em balança analógica) e aferidas à quantidade de massa verde por hectare. Para obtenção da massa seca, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Solos, seguindo o procedimento de secagem em estufa com ventilação forçada de ar a uma

temperatura média de 70° C, por 72 horas. Posteriormente, as amostras foram pesadas e foi aferida a quantidade de massa seca por hectare.

4.2.4. Análise dos dados

Para as características diâmetro do colmo, altura da planta e biomassa total, os dados foram interpretados através da análise de variância e as médias comparadas utilizando-se o teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico SAS (Statistical Analysis System, 1995).

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Grau Brix° e cor do colmo

Os valores médios de teor de sólidos solúveis (Brix°) e cor do colmo dos genótipos de cana-energia avaliados no sistema de produção orgânica, encontram-se na tabela 3. Ressalta-se que a cana-energia foi desenvolvida para alto teor de fibras e baixa sacarose. Em relação a cana-de-açúcar, os níveis de Brix são mais baixos. A média de valores de Brix para os genótipos de cana-energia avaliados no presente estudo foi de 10,66 %.

Tabela 3- Valores médios de teor de sólidos solúveis (Brix°) e cor do colmo dos genótipos de cana-energia avaliados em sistema de produção orgânico. Goiânia-GO, 2020.

Identificação	Gen feminino	Gen masculino	Brix (%)	Cor do colmo
UFPR 1213	RB92579	IM76-229	11	V4
UFPR 1261	RB867515	US7614	11	V4
UFPR 1265	IM76-228	US85-1008	8	V4
UFPR 1273	RB93509	B70710	11	R2
UFPR 1277	H64-1881	US85-1008	12	V5
UFPR 1240	RB946022	RB92579	12	R3
UFPR 12137	RB92579	IM76-229	12	V4
UFPR 12185	RB93509	KRAKATAU	12	V4
UFPR 12157	RB867515	US85-1008	10	V4

UFPR 12173	RB867524	IM76-237	11	V4
UFPR 12163	B70710	RB93509	10	R2
UFPR 12170	RB93509	B70710	12	V4
UFPR 12130	RB01649	IN84-58	10	V3
UFPR 12180	CTC9	UM69-001	12	V4
RB 127003	RB011623	MEX68-200	7	R2
RB 127004	US74-103	RB96524	10	V5
RB 127006	RB011623	MEX68-200	12	R2
RB 127008	Co617	RB04811	11	V4
RB 127011	Co453	RB04442	8	V4
RB 127037	RB047232	Co285	10	V4
RB 127034	RB867515	B70710	11	V5
RB 127035	RB867515	B70710	10	R2
RB 127024	IM76-228	RB867515	12	V4
RB 127038	RB047232	Co285	11	V4

Em estudo realizado por Fernandes Júnior (2017), sobre seleção de famílias e clones de cana-energia, os cruzamentos: RB867515 × RB965518, MEX68-200 × F150, MEX68-200 × RB93509, RB867515 × RB996961, apresentaram os maiores valores para o caractere Brix°. Essas maiores médias genotípicas para o teor de sólidos solúveis aparente se deve ao fato dessas famílias serem oriundas de cruzamentos envolvendo variedades comerciais de cana-de-açúcar, que apresentam elevados teores de sacarose. Os dados de Brix° no presente estudo, revela que os genótipos: UFPR 1261, UFPR 1273, UFPR 12185, UFPR 12157, UFPR 12163, UFPR 12170, RB 127003, RB 127006, RB 127034, RB 127035 e RB 127024 com os mesmos genitores para formação de cruzamento, apresentaram média de 9,8% Brix°, que em relação as variedades de cana-de-açúcar não são valores elevados, mostrando que a cana-energia foi desenvolvida para ter baixa sacarose.

Para cana-energia, os genótipos descendentes da variedade RB 867515 apresentou cores corroborativas, ao de cana-de-açúcar encontrados no trabalho de Hoffmann et al. (2008), cor verde arroxeado, que se acentua quando a planta fica exposta. Há uma grande influência de fatores edafoclimáticos sobre a cor das plantas, assim como o estágio vegetativo.

Altura da planta, diâmetro do colmo e biomassa total

Observou-se que houve diferença significativa para variáveis: altura da planta, diâmetro do colmo e biomassa total em função dos genótipos (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo das análises individuais de variância para os efeitos de Genótipos (G) sobre altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC) e biomassa total (BT). Goiânia-GO, 2020.

	Quadrado Médio		
Fonte de Variação	AP	DC	BT
Genótipo (G)	1.78*	144.81*	38887.3520*
Erro	0.26	3.50	4836.107
CV (%)	15.75	7.06	49.04

ns = não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; * e ** significativo a 5 e a 1% de probabilidade respectivamente pelo teste F.

Para alturas das plantas, observa-se que 25 % dos materiais estudados apresentaram altura de plantas inferior a 3.00 metros, sendo que 70,83% apresentaram altura entre 3.00 e 3.99 metros, e 4,16 % dos genótipos apresentaram altura superior a 4.00 metros (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios dos genótipos de cana-energia sobre altura das plantas. Goiânia-GO, 2020.

Identificação	Origem	Gen Feminino	Gen masculino	Descendência	Altura (m)
UFPR 12185	UFPR	RB893509	KRAKATAU	<i>S.spontaneum</i>	4.85 a
UFPR 1261	UFPR	RB867515	US7614	<i>S.spontaneum</i>	3.99 ab
RB 127004	UFV	US74-103	RB96524	<i>Saccharum ssp</i>	3.94 ab
RB 127037	UFV	RB04232	Co285	<i>S. robustum</i>	3.79 bc

UFPR 12157	UFPR	RB867515	US85-1008	<i>S.spontaneum</i>	3.74 bc
RB 127038	UFV	RB047232	C0285	<i>S.spontaneum</i>	3.62 bcd
RB 127024	UFV	IM76-228	RB867515	<i>S. robustum</i>	3.59 bcde
UFPR 1273	UFPR	RB93509	B70710	<i>S.spontaneum</i>	3.55 bcde
RB 127034	UFV	RB867515	B70710	<i>S.spontaneum</i>	3.47 bcde
RB 127003	UFV	RB011623	MEX68-200	<i>S.spontaneum</i>	3.44 bcde
UFPR 12173	UFPR	RB867524	IM76-237	_____	3.43 bcde
RB 127035	UFV	RB867515	B70710	<i>S.spontaneum</i>	3.37 bcde
UFPR 1277	UFPR	H64-1881	US85-1008	<i>S.spontaneum</i>	3.29 bcdef
RB 127008	UFV	Co617	RB04811	<i>Saccharum. Ssp</i>	3.28 bcdef
RB 127011	UFV	Co453	RB04442	<i>Saccharum ssp</i>	3.19 bcdef
UFPR 1240	UFPR	RB946022	RB92579	<i>S. robustum</i>	3.14 bcdef
UFPR 12137	UFPR	RB92579	IM76-229	<i>S. robustum</i>	3.06 bcdef
UFPR 12130	UFPR	RB01649	IN84-58	<i>S.spontaneum</i>	3.00 bcdef
RB 127006	UFV	RB011623	MEX68-200	<i>S. robustum</i>	2.92 bcdef
UFPR 1265	UFPR	IM76-228	US85-1008	<i>S. robustum</i>	2.70 cdef
UFPR 12170	UFPR	RB93509	B70710	<i>S. spontaneum</i>	2.68 cdef
UFPR 1213	UFPR	RB92579	IM76-229	<i>S. robustum</i>	2.43 def
UFPR 12163	UFPR	B70710	RB92579	<i>S.spontaneum</i>	2.39 ef
UFPR 12180	UFPR	CTC9	UM69-001	<i>S.spontaneum</i>	2.70 f

Os genótipos UFPR 12185 e UFPR 1261 apresentaram os maiores valores de altura 4.75 m e 3.99 m respectivamente, são descendentes da espécie *S. spontaneum* L., que é caracterizado por apresentar marcante altura de colmos. Para diâmetro do colmo, 20,83% dos materiais estudados apresentaram menos de 20 mm de diâmetro de colmo, sendo que 58,83% apresentaram diâmetro acima de 20 mm, 20,83% dos genótipos apresentaram maior que 30 mm (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios dos genótipos de cana-energia sobre diâmetro do colmo. Goiânia-GO, 2020.

Identificação	Origem	Gen feminino	Gen masculino	Descendência	Diâmetro (mm)
UFPR 12180	UFPR	CTC9	UM69-001	<i>S.spontaneum</i>	33.00 a
RB 127008	UFV	Co617	RB04811	<i>Saccharum ssp</i>	31.60 ab
UFPR 1240	UFPR	RB946022	IM76-229	<i>S. robustum</i>	31.60 ab
UFPR 1273	UFPR	RB93509	B70710	<i>S.spontaneum</i>	31.00 ab
RB 127035	UFV	RB867515	B70710	<i>S.spontaneum</i>	30.60 ab
RB 127006	UFV	RB011623	MEX68-200	<i>S.robustum</i>	29.80 ab
UFPR 1213	UFPR	RB92579	IM76-229	<i>S. robustum</i>	29.60 ab
UFPR 12170	UFPR	RB93509	B70710	<i>S.spontaneum</i>	29.60 ab
RB 127004	UFV	US74-103	RB96524	<i>Saccharum ssp</i>	28.80 abc
UFPR 12163	UFPR	B70710	RB92579	<i>S.spontaneum</i>	28.60 abc
UFPR 1277	UFPR	H64-1881	US85-1008	<i>S.spontaneum</i>	28.60 abc
UFPR 12173	UFPR	RB867524	IM76-237		28.40 bc
UFPR 12185	UFPR	RB893509	KRAKATAU	<i>S.spontaneum</i>	28.20 bc
RB 127003	UFV	RB011623	MEX68-200	<i>S.spontaneum</i>	28.00 bc
UFPR 12157	UFPR	RB867515	US85-1008	<i>S.spontaneum</i>	27.80 bc
RB 127037	UFV	RB04232	Co285	<i>S. robustum</i>	27.60 bc
UFPR 12137	UFPR	RB92579	IM76-229	<i>S.robustum</i>	27.40 bc
UFPR 1261	UFPR	RB867515	US7614	<i>S.spontaneum</i>	27.40 bc
RB 127038	UFV	RB047232	C0285	<i>S.spontaneum</i>	25.00 c
RB 127024	UFV	IM76-228	RB867515	<i>S. robustum</i>	18.20 d
UFPR 1265	UFPR	IM76-228	US85-1008	<i>S. robustum</i>	17.40 d
RB 127034	UFV	RB867515	B70710	<i>S.spontaneum</i>	16.80 d
RB 127011	UFV	Co453	RB04442	<i>Saccharum ssp</i>	16.20 d
UFPR 12130	UFPR	RB01649	IN84-58	<i>S.spontaneum</i>	15.40 d

Quanto aos caracteres morfológicos e que são também elementos de produção, um dos mais expressivos na caracterização dos materiais genéticos é o diâmetro médio (Violante, 2012). O mesmo autor afirma que existe uma aptidão dos materiais genéticos da espécie *Saccharum spp.* selecionados para produção de biomassa apresentarem menor diâmetro. Dos genótipos de cana-energia avaliados no presente trabalho, 12,5% são descendentes da espécie *Saccharum spp.* e apresentaram média de diâmetro de 24,2 mm.

Observa-se que 4,16% dos materiais estudados apresentaram valores superiores a 400 t/ha⁻¹ de biomassa total, 16,66% para valores acima de 200 t/ha⁻¹ e 25 % dos genótipos avaliados apresentaram valores de 120 a 200 t/ha⁻¹ (Tabela 7).

Tabela 7. Valores médios dos genótipos de cana-energia sobre biomassa total (BT). Goiânia-GO, 2020.

Identificação	Gen feminino	Gen masculino	Descendência	BT (t/ha ⁻¹)
RB 127004	US74-103	RB96524	<i>Saccharum</i> ssp	422.08 a
RB 127035	RB867515	B70710	<i>S.spontaneum</i>	283.44 ab
UFPR 1273	RB93509	B70710	<i>S.spontaneum</i>	232.02 bc
UFPR 12180	CTC9	UM69-001	<i>S.spontaneum</i>	229.48 bcd
RB 127024	IM76-228	RB867515	<i>S. robustum</i>	211.98 bcde
UFPR 12185	RB893509	KRAKATAU	<i>S.spontaneum</i>	188.34 bcdef
RB 127008	Co617	RB04811	<i>Saccharum</i> ssp	179.28 bcdef
UFPR 12137	RB92579	IM76-229	<i>S.robustum</i>	166.04 bcdef
RB 127003	RB011623	MEX68-200	<i>S.spontaneum</i>	164.44 bcdef
UFPR 1213	RB92579	IM76-229	<i>S. robustum</i>	140.28 bcdef
RB 127011	Co453	RB04442	<i>Saccharum</i> ssp	123.42 bcdef
UFPR 12157	RB867515	US85-1008	<i>S.spontaneum</i>	116.98 cdef
UFPR 12173	RB867524	IM76-237	_____	114.74 cdef
UFPR 1261	RB867515	US7614	<i>S.spontaneum</i>	106.08 cdef
RB 127034	RB867515	B70710	<i>S.spontaneum</i>	102.28 cdef
RB 127006	RB011623	IM76-229	<i>S. robustum</i>	96.48 cdef
RB 127037	RB04232	Co285	<i>S. robustum</i>	85.90 cdef
UFPR 1240	RB946022	IM76-229	<i>S. robustum</i>	81.28 cdef
UFPR 1277	H64-1881	US85-1008	<i>S.spontaneum</i>	70.60 cdef
UFPR 1265	IM76-228	US85-1008	<i>S. robustum</i>	70.24 cdef
UFPR 12163	B70710	RB92579	<i>S.spontaneum</i>	65.48 def
UFPR 12170	RB93509	B70710	<i>S.spontaneum</i>	63.10 ef
RB 127038	RB047232	C0285	<i>S.spontaneum</i>	57.06 ef
UFPR 12130	RB01649	IN84-58	<i>S.spontaneum</i>	31.88 f

Os genótipos RB 127004 apresentou o maior valor de biomassa total e é descendente da espécie *Saccharum spontaneum*. Os descendentes dos cruzamentos envolvendo genitores das espécies *Saccharum spontaneum* possui como princimasculinis características alto vigor, elevado teor de fibra, além da grande produção de biomassa (Cai

et al., 2005). A média de valor de biomassa total dos genótipos avaliados foi de 141.787 t/ha⁻¹ no sistema de produção orgânica.

Violante (2012) não encontrou correlações fenotípicas positivas entre os caracteres avaliados de cana-energia. Em seu trabalho, os coeficientes de regressão foram menores que 50%, indicando que principalmente para a produção de biomassa e/ou matéria seca por área, este material se comporta de forma diferente dos híbridos de cana-de-açúcar convencionais. No presente estudo, houve correlação entre diâmetro do colmo e biomassa para os genótipos de cana-energia avaliados (Tabela 8).

Tabela 8. Estimativas dos coeficientes de correlação entre as variáveis: diâmetro de colmos (DC), altura de plantas (AP) e biomassa total (BT). Goiânia-GO, 2020.

Variáveis	DC	AP	BT
DC		0.109 ^{ns}	0.628 *
AP	1		0.278
	1	1	
BT			

ns = não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; * e ** significativo a 5 e a 1% de probabilidade respectivamente pelo teste F.

A avaliação de correlação de características fenotípicas para cana-energia mostra-se relevantes, pois permitem a associação entre caracteres, distinguindo aqueles mais responsivos e que garantem maior produtividade. Silva et al. (2009) avaliaram as influências diretas e indiretas dos componentes de produção, altura e diâmetro de colmos por parcela, sobre a produtividade de colmos por hectare de cana-de-açúcar na cana planta e concluíram que os maiores efeitos diretos foram constatados para diâmetro do colmo.

4.4. CONCLUSÕES

Os genótipos de cana-energia avaliados apresentam alta produtividade demonstrando grande potencial de plantio em sistema orgânico.

Os genótipos com maiores desempenhos em termos de biomassa são: RB 127004 e RB 127035, UFPR 1273, UFPR 12180 e RB 127024.

A variável fenotípica que apresenta correlação com a biomassa é o diâmetro do colmo.

4.5. REFERENCIAS

- BARBOSA, M.H.P.; SILVEIRA, L.C.I. Breeding and Cultivar Recommendations. In: Santos, F.; Borém, A. e Caldas, C. Editores. **Sugarcane: Bioenergy, Sugar and Ethanol - Tecnology and Prospects**. Viçosa, MG – Suprema, 2012, cap.11, p.313-332.
- CAI, Q.; AITKEN, K.S.; DENG, H.H.; CHEN, X.W.; FU, C.; JACKSON, P.A.; MCINTYRE, C.L. Verification of the introgression of *Erianthus arundinaceus* germplasm into sugarcane using molecular markers. **Plant Breeding**, v.124, p 322-328, 2005.
- CARDONA, C.A.; QUINTERO, J.A.; PAZ, I.C. Production of bioethanol from sugarcane bagasse: status and perspectives. **Bioresource Technology**, v.101, p.4754-4766, 2010.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS-CFSEG. Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás. 5ª aproximação. Informativo técnico.UFG/EMGOPA, n.1,186p.1988.
- DIAS, M.O.S.; JUNQUEIRA, T.L.; CAVALETT, O.; CUNHA, M.P.; JESUS, C.D.F.; MANTELATTO, P.E.; ROSSELL, C.E.V.; MACIEL FILHO, R.; BONOMI, A. Cogeneration in integrated first and second generation ethanol from sugarcane. **Chemical Engineering Research and Design**, v.91, p.1411-1417, 2013.
- DURANGE, J. A. C. ; SANTOS, M. R.L.; PEREIRA, M. M.; FERNANDES JR, L. A. P.; SOUZA, M. N.; MENDES, A. N.; MESA, L. M.; SÁNCHEZ, C. G.; SANCHEZ, E. M. S.; PÉREZ, J. M. M.; CARVALHO, N. M. F. Physicochemical properties of pyrolysis bio-oil from sugarcane straw and sugarcane in natura. **Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology**, v. 4, p. 10-19, 2013.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5 ed. Brasília, 2018. 355 p.
- FERNANDES JÚNIOR, A. R. **Seleção de famílias e clones de cana-energia**. 2017. 83 f. Tese (Doutorado em Agronomia)- Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR. 2017.

FOTEINIS, S & CHATZISYMEON, E. Life cycle assessment of organic versus conventional agriculture. A case study of lettuce cultivation in Greece. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, p. 2462–2471, 2016.

GUEDES, C. L. B. ; ADAO, D. C.; QUESSADA, T. P.; BORSATO,D.; GALAO, O. F.; DI MAURO, E.; PÉREZ, J. M. M.; ROCHA, J. D. Avaliação de biocombustível derivado do bio-óleo obtido por pirólise rápida de biomassa lignocelulósica como aditivo para gasolina. **Química. Nova**, v. 33, n. 4, p. 781-786, 2010.

HOFFMANN, H.P.; SANTOS, E.G.D.; BASSINELLO, A.I.; VIEIRA, M.A.S. **Variedades RB de cana-de-açúcar**. Araras: Universidade Federal de São Carlos, 2008. 30p.

KAUR, G & REDDY, M. S. Phosphate solubilizing rhizobacteria from an organic farm and their influence on the growth and yield of maize (*Zea mays* L.). **The Journal of General and Applied Microbiology**, v. 59, n. 4, p. 295–303, 2013.

MATSUOKA, S.; BRESSIANI, J. A.; MACCHERONI, W.; FOUTO, I. Bioenergia da Cana. In: Cana-de-açúcar: Bioenergia, Açúcar e Álcool. (Eds. Santos, F.; Borém, A. e Caldas, C.) 2 ed.Viçosa: UFV, v.1. p 487-517, 2012.

MATSUOKA, S.; KENNEDY, A. J.; SANTOS, E. G. D.; DOS TOMAZELA, A. L.; RUBIO, L. C. S. Energy cane: its concept, development, characteristics, and prospects. **Advances in Botany**, 1–13, 2014.

MESA-PÉREZ, J. M. ; ROCHA, J. D.; BARBOSA-CORTEZ, L. A.; PENEDO-MEDINA, M.; LUENGO, C. A. ; CASCAROSA, E. Fast oxidative pyrolysis of sugar cane straw in a fluidized bed reactor. **Applied Thermal Engineering**, v. 56, n. 1, p. 167-175, 2013.

OLIVEIRA, A. R & BRAGA, M. B. Florescimento e Acamamento de Cultivares de Cana-de-Açúcar Submetidas a Diferentes Lâminas de Irrigação. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa Semiárido Petrolina-PE , 2011.

SANTOS, F, A.; QUEIRÓZ, J. H.,; COLODETTE, J. L.; FERNANDES, A. S.; GUIMARÃES, V. M.; REZENDE, S. T. Potencial da palha de cana-de-açúcar para produção de etanol. **Química Nova**. 35, p. 1004-1010, 2012. a

SANTOS, J.M.; DUARTE FILHO, L.S.C.; SORIANO, M.L.; DA SILVA, P.P.; NASCIMENTO, V.X.; BARBOSA, G.V.S.; TODARO, A.R.; RAMALHO NETO, C.E.; ALMEIDA, C. Genetic diversity of the main progenitors of sugarcane from the RIDESA germplasm bank using SSR markers. **Industrial Crops Products**, v.40, p. 145-150, 2012. b.

SAS Institute INC.SAS/STATTM **SAS user's guide for windowns environment**. 6.11 ed. Cary : SAS Institute, 1995.

SILVA, F. L.; PEDROZO, C. A.; BARBOSA, M. H. P.; RESENDE, M. D. V.; PETERNELLI, L. A.; COSTA, P. M. A.; VIEIRA, M. S. Análise de trilha para os componentes de produção de cana-de-açúcar via blup. **Revista Ceres**, v. 56, n. 3, p. 308-314, 2009.

SILVEIRA, L. C. I. **Melhoramento genético da cana-de-açúcar para obtenção de cana energia**. 84 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

VIOLANTE, M. H. S. R. **Potencial de produção de cana-de-açúcar em áreas agrícolas marginais no Brasil**. 2012. 112f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) – Curso de Pós-graduação em Economia, Escola de Economia de São Paulo, São Paulo, 2012.

CAPÍTULO III

RESPOSTAS DE GENÓTIPOS DE CANA-ENERGIA À

ADUBAÇÃO NITROGENADA

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da adubação nitrogenada de diferentes genótipos de cana-energia. O experimento foi realizado na casa de vegetação pertencente a Universidade Federal de Goiás, em vasos de 10 kg, sendo que cada vaso continha uma gema de cana-energia, preenchido com Latossolo vermelho acrílico. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, no esquema fatorial 2x5, sendo o primeiro fator correspondente aos tratamentos: T1- Adubação nitrogenada (50 mg/kg de ureia) T2- Testemunha (sem adubação) e o segundo fator, os genótipos: RB 127008, UFPR 1230, UFPR 1213, UFPR 1274 e uma cultivar comercial com quatro repetições. Os genótipos de cana-energia foram obtidas do Programa de Melhoramento Genético de cana-de-açúcar da Universidade Federal de Viçosa (PMGCA/RIDESA) e plantados em 2017. As variáveis analisadas foram: altura da planta, diâmetro do colmo; crescimento radicular, volume de raiz e área foliar. Não houve interação entre os genótipos e os tratamentos. Conclui-se os genótipos de cana-energia avaliados não foram responsáveis a adubação química de nitrogênio empregada. O genótipo UFPR 1274 e a variedade comercial apresentaram maior desempenho em termos de área foliar.

Palavras-chave: adubação nitrogenada, biomassa, área foliar.

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the effects of nitrogen fertilization of different genotypes of energy cane. The experiment was carried out in the greenhouse of the Federal University of Goiás, in 10 kg pots with acrylic red Latosol. Each vessel contained an energy cane yolk. The design used was a randomized block, in a 2x5 factorial scheme, with the first factor corresponding to the treatments: T1- Nitrogen fertilization (50 mg / kg of urea) T2- Control (without fertilization) and the second factor, the genotypes: RB 127008, UFPR 1230, UFPR 1213, UFPR 1274 and a commercial cultivar with 4 replicates. Planting took place in September 2017. The cane cultivars were obtained from the Cane Genetic Improvement Program at the Federal University of Viçosa (PMGCA / RIDESA). The evaluated variables were performed in December 2017 and consisted of the evaluations of: plant height, stem diameter; root growth, root volume and leaf area. There was no interaction between genotypes and treatments. In conclude, the evaluated cane genotypes were not responsible for chemical nitrogen fertilization, demonstrating high planting potential in the Cerrado in soils with less fertility. The UFPR 1274 genotype and the commercial variety showed higher performance in terms of leaf area.

Keywords: nitrogen fertilization, biomass, leaf area.

5.1. INTRODUÇÃO

No início dos programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar a atenção dos melhoristas recaía particularmente no desenvolvimento de cultivares com elevado teor de sacarose (Loureiro et al., 2011). Para elevar a eficiência energética e a adaptabilidade dos genótipos para uma ampla sucessão de ambientes é considerado por muitos geneticistas como sinônimo de “expansão da base genética”, ou seja, a utilização de germoplasmas diversos (Ming et al., 2006; Matsuoka et al., 2014). A cana-de-açúcar acentua-se sobre as demais culturas energéticas. A maior competitividade da cultura se deve principalmente em função da técnica de cultivo já ser dominada, do parque industrial já estar instituído e do relevante número de usinas distribuídas nas diferentes regiões do Brasil, gerando energia elétrica a partir dos resíduos (Dias et al., 2013).

A contribuição considerável da cana-de-açúcar para a matriz energética pode ser maior com "cana de energia", já que é planta determinada para a produção total de biomassa em vez de sacarose e algumas fibras excedentes (Matsuoka et al., 2014). Segundo Matsuoka et al. (2016), esta nova variedade revela maior potencial energético, decorre uma cana com alta capacidade produtiva, muito além do que se depara as variedades convencionais. São plantas rústicas, possuem sistema radicular mais vigoroso, ou seja, com maior quantidade de raízes, sendo estas mais profundas, e tem potencial para solos marginais como o ácido.

A produção de cana-energia é maior quando confrontada à cana-de-açúcar tradicional, expondo custo mais competitivo e maior produção de massa seca por área (Violante, 2012), podendo chegar a uma produtividade de 250 t/ha⁻¹ ao ano, contendo aproximadamente 28% de fibra contra 13% em culturas tradicionais (Bischoff et al., 2008). A estratégia de programas de melhoramento genético realizados em vários países para elevar a quantidade de biomassa, é o uso de acessos de *S. spontaneum* L. e *S. robustum* Jesw., que tem concebido indivíduos com maior teor de fibra, se comparado com as demais espécies do gênero *Saccharum* (Fernandes Júnior, 2017).

Para atingir cultivares de cana-energia com as características desejadas para maior potencial de geração de energia na queima ou no desenvolvimento de etanol de segunda geração, torna-se substancial a identificação de genótipos superiores para utilização em hibridações (Santchurn et al., 2012; Silveira et al., 2015). A avaliação de algumas variáveis das plantas como, altura, diâmetro e área foliar, propicia a identificação da capacidade

produtiva da cultura, além de examinar os efeitos do manejo cultural adotado sobre a espécie (Oliveira et al., 2010). No manejo convencional da cana-de-açúcar, a ocasional necessidade de nutrientes, principalmente o nitrogênio e o potássio em formulações NK, NPK ou na forma de fertilizantes simples (fosfatos monoamônico e diamônico), é um fator a ser considerado no manejo da adubação de plantio (Rein et al., 2015).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da adubação nitrogenada de diferentes genótipos de cana-energia na cana-soca.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Descrição da área experimental

O estudo foi realizado em casa-de-vegetação pertencente a Escola de Agronomia (EA) da Universidade Federal de Goiás, localizada em Goiânia (16°35'12" S, 49°21'14" W), altitude de 730 m e temperatura média anual é de 22,9 °C. As chuvas concentram-se nos meses de outubro a abril e a média anual de precipitação é de 1.520 mm

As gemas foram inseridas em vasos de 10 kg, sendo que cada vaso continha uma gema de cana-energia e preenchidos com Latossolo vermelho ácrico, textura argilosa (argila: 490 g kg⁻¹; silte: 80 g kg⁻¹; areia: 430 g kg⁻¹), classificado de acordo com a EMBRAPA (2018), coletados na EA-UFG, sendo suas características químicas expressas na Tabela 1. O manejo da irrigação foi realizado por meio da evapotranspiração da cana-energia ET_c , utilizando coeficiente de cultura (k_c) descritos na literatura para cana-de-açúcar (Doorembos & Kassam, 1994). Foram repostos 90% da ET_c de forma manual. As variáveis climáticas foram obtidas na estação evaporimétrica da EA/UFG, distante, 300 m do local onde o experimento foi conduzido.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, no esquema fatorial 2x5, sendo o primeiro fator correspondente aos tratamentos: T1- Adubação nitrogenada (50 mg/kg de ureia) T2- Testemunha (sem adubação) e o segundo fator, os genótipos selecionados (Tabela 1) e uma cultivar comercial com quatro repetições. A variedade comercial de cana-energia utilizada no plantio foi do tipo II, a VG 11283, com baixo nível de açúcar e elevado nível de fibra, disponibilizada pela empresa na forma de toletes. As gemas do toletes foram cortas com 1cm de cada lado e colocadas nos vasos.

Tabela 1. Atributos químicos do solo na camada de 0 – 20 cm antes da instalação do experimento (junho de 2017). Goiânia-GO, 2020.

M.O.	V	pH	P(Mel)	K	Ca	Mg	CTC	Cu	Fe	Mn	Zn
-----%-----	CaCl ₂	-----mg dm ⁻³ -----	-----cmolc dm ⁻³ -----	----- mg dm ⁻³ -----							
2,3	55,8	5,2	8,3	205,0	3,2	0,87	7,9	0,8	12,0	19,4	1,6

5.2.2 Genótipos de cana-energia

Os genótipos de cana-energia foram obtidos do Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-açúcar da Universidade Federal de Viçosa (PMGCA/UFV/RIDESA) (Tabela 2) e plantados em setembro de 2017.

Tabela 2. Identificação dos genótipos de cana-energia. Goiânia- GO, 2020.

Genótipos	Gen feminino	Gen masculino	Origem
UFPR 1230	RB93509	B70710	UFPR
UFPR 1274	RB93509	B70710	UFPR
RB127008	Co617	RB04811	UFV
UFPR1213	RB92579	IM76-229	UFPR
Comercial			Vignis

5.2.3 Avaliação do desempenho de cana-energia

As variáveis analisadas foram: altura da planta, diâmetro do colmo, crescimento radicular, volume de raiz e área foliar, realizadas em cinco perfilhos, escolhidos ao acaso em cada touceira. Para avaliação da altura da planta, utilizou-se uma trena e fez-se a

medida da distância do solo até a lígula da primeira folha aberta. O diâmetro do colmo foi mensurado com paquímetro digital, realizando as medidas no terço médio de cada colmo. Para determinação do crescimento radicular, as raízes foram determinadas com auxílio de uma trena e o volume de raízes das plantas, as mesmas foram submersas em proveta graduada contendo água. O volume foi determinado pela diferença entre os volumes inicial e final do recipiente.

A área foliar por perfilho (AF) foi determinada por meio da contagem do número de folhas verdes (folha totalmente expandida com o mínimo de 20% de área verde, contada a partir da folha +1) e pelas medições nas folhas +3, sendo obtidos o comprimento e a largura da folha na porção mediana, segundo metodologia descrita por Hermann & Câmara (1999): $AF = C \times L \times 0,75 \times (N + 2)$, em que C é o comprimento da folha +3, L é a largura da folha +3, 0,75 é o fator de correção para área foliar da cultura, e N é o número de folhas abertas com pelo menos 20% de área verde.

5.2.4. Análise dos dados

Para as características avaliadas, os dados foram interpretados através da análise de variância e as médias comparadas utilizando-se o teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico SAS (Statistical Analysis System, 1995).

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que houve diferença significativa para variáveis: diâmetro do colmo e área foliar (Tabela 3). Não houve interação entre os genótipos e os tratamentos avaliados.

Tabela 3. Resumo das análises individuais de variância para os efeitos de Genótipos (G) sobre altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC); volume de raiz (VR) crescimento radicular (CR) e área foliar (AF). Goiânia-GO, 2020.

Fontes de variação	Variáveis				
	AP	DC	VR	CR	AF
Genótipos (G)	0.11 ^{ns}	90.38*	14187.65 ^{ns}	0.02 ^{ns}	38.02 ^{ns}
Tratamentos (T)	0.24 ^{ns}	4.42 ^{ns}	15409.01 ^{ns}	0.02 ^{ns}	473.80*
G x T	0.02 ^{ns}	0.46 ^{ns}	1511.21 ^{ns}	0.03 ^{ns}	26.52 ^{ns}
CV (%)	12.13	18.02	51.64	30.20	60.82

ns = não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; * e ** significativo a 5 e a 1% de probabilidade respectivamente pelo teste F.

No presente estudo, para altura das plantas, a variedade comercial de cana-energia apresentou o menor valor em relação aos genótipos avaliados (Tabela 4).

Na avaliação do diâmetro do colmo, o genótipo UFPR 1230 diferiu do genótipo UFPR 1213 e da variedade comercial. O componente de produção diâmetro do colmo está associado diretamente a produtividade. Além da sua associação com o ciclo da cultura, sendo seus resultados maiores na cana-planta. No presente trabalho, a média foi de 14.58 mm, valor pertinente aos encontrados na cana-de-açúcar convencional na cana-soca.

Na avaliação de volume de raiz, o genótipo RB 127008 diferiu da variedade comercial. Sendo que o genótipo RB 127008 apresentou o maior valor, enquanto a variedade comercial apresentou o menor valor. De acordo com Alameda et al., (2012), mudanças nas características e funcionamento das raízes são respostas das plantas à compactação do solo.

A eficiência na absorção dos nutrientes do solo, a capacidade de brotação, o porte (ereto ou decumbente), tolerância à movimentação de máquinas, entre outras características estão diretamente relacionados com desenvolvimento do sistema radicular. Não houve diferença significativa entre os genótipos de cana-energia na avaliação de crescimento radicular. O resultado pode estar associado ao solo em que o experimento foi instalado.

Na avaliação da área foliar, os genótipos RB 127008 e UFPR 1230 diferiram dos genótipos UFPR 1274 e comercial. A área foliar sofre variações de acordo com os genótipos das plantas, por se tratar de um cruzamento genético, voltado para produção de biomassa, os valores do presente trabalho são superiores as variedades de cana-de-açúcar convencional, que normalmente são de 4,0 m². Para cana-energia, os valores variaram de 4,90 a 22,66 m².

Tabela 4. Valores médios dos genótipos de cana-energia sobre altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC); volume de raiz (VLR); crescimento radicular (CR) e área foliar (AF). Goiânia-GO, 2020.

Genótipos	Variáveis				
	AP (m)	DC (mm)	VR (ml)	CR (m)	AF (m ²)
RB 127008	1.64 ab	16.35 ab	191.25 a	0.81 a	4.90 b
UFPR 1230	1.73 ab	18.82 a	146.88 ab	0.79 a	5.75 b
UFPR 1213	1.61 ab	12.61 bc	171.88 ab	0.78 a	12.96 ab
UFPR 1274	1.74 a	15.03 ab	137.50 ab	0.85 a	18.12 a
Comercial	1.44 b	10.13 c	75.83 b	0.70 a	22.62 a
Média	1.63	14.58	144.66	0.78	12.87

Para alturas das plantas, a adubação nitrogenada diferiu estatisticamente da testemunha (Tabela 5). Esta variável pode ter relação direta com o índice de acamamento e consequentemente perdas na colheita. Alguns genótipos de cana-de-açúcar não respondem a adubação nitrogenada, como mostra o estudo de 45 experimentos analisados por Otto et al. (2016), que em 75 % dos casos a cultura teve resposta baixa ou moderada. Para os 25 % restantes, nos quais a cultura foi responsiva, isso se deu em condições de baixa fertilidade natural. Ressalta-se que estudos com cana-energia são escassos, principalmente voltado a adubação.

A adubação nitrogenada não diferiu estatisticamente da testemunha para as variáveis avaliadas. O resultado relaciona-se ao tempo de condução do experimento, que

pode não ter sido suficiente para as plantas absorverem os nutrientes. Os fertilizantes nitrogenados aplicados ao solo passam uma série de transformações químicas e microbianas, que podem acarretar em perdas para os vegetais (Franco et al., 2008).

Tabela 5. Valores médios dos tratamentos sobre altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC); volume de raiz (VLR); crescimento radicular (CR) e área foliar (AF). Goiânia-GO, 2020.

Tratamentos	Variáveis				
	AP (m)	DC (mm)	VR (ml)	CR (m)	AF (m ²)
Adubação nitrogenada	1.71 a	14.92 a	163.50 a	0.81 a	13.85 a
Testemunha	1.55 b	14.25 a	125.83 a	0.76 a	11.90 a
Média	1.63	14.55	144.66	0.78	12.87

Em estudo realizado por Ramos (2006), a adubação mineral com NPK pouco influenciou nas variáveis agrônômicas, diâmetro dos colmos e altura das plantas de cana-de-açúcar. Apesar de sua importância, estudos com adubação nitrogenada costumam ser imprecisos por mostrarem vasta faixa de resposta para cana-de-açúcar, tendo a cultura sua resposta dependente de vários fatores que vão desde a genética da planta, até condições edafoclimáticas (Cabrera & Zuaznábar, 2010). A melhoria no desenvolvimento da cana-energia com a aplicação de adubação nitrogenada precisa ainda ser melhor estudada, em diferentes variedades e manejos.

5.4. CONCLUSÕES

Os genótipos de cana-energia avaliados não são responsíveis a adubação nitrogenada empregada.

O genótipo UFPR 1274 e a variedade comercial apresentam maiores desempenhos em termos de área foliar.

5.5. REFERENCIAS

ALAMEDA, D.; ANTEN, N.P.R.; VILLAR, R. Soil compaction effects on growth and root traits of tobacco depend on light, water regime and mechanical stress. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, 120:121-129, 2012.

BISCHOFF, K.P.; GRAVOIS, K.A.; EAGAN, T.E.; HOY, J.W.; KIMBENG, C.A.; LABORDE, C.M.; HAWKINS, G.L. Registration of “L79-1002” sugarcane. **Journal of Plant Registrations**, n. 2, p. 211-217, 2008.

CABRERA, J.A.; ZUAZNÁBAR, R. Respuesta de la caña de azúcar a la fertilización nitrogenada en un experimento de larga duración con 24 cosechas acumuladas. **Cultivos Tropicales**, v. 31, n.1, p. 93-100, 2010.

DIAS, M.O.S.; JUNQUEIRA, T.L.; CAVALETT, O.; CUNHA, M.P.; JESUS, C.D.F.; MANTELATTO, P.E.; ROSSELL, C.E.V.; MACIEL FILHO, R.; BONOMI, A. Cogeneration in integrated first and second generation ethanol from sugarcane. **Chemical Engineering Research and Design**, v.91, p.1411-1417, 2013.

DOORENBOS, J & KASSAN, A. H. FAO. Efeitos da água no rendimento das culturas. Estudos FAO. **Irrigação e Drenagem**, v.33, p.212.1994.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. **Sistema Brasileiro de Classificação do Solo**. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, p. 1-6, 2018.

FERNANDES JÚNIOR, A. R. **Seleção de famílias e clones de cana-energia**. 2017. 83 f. Tese (Doutorado em Agronomia)- Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR. 2017.

HERMANN, E. R & CÂMARA, G. M. S. Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açúcar. **STAB**, Piracicaba, v.17, n. 5, p.32-34, 1999.

LOUREIRO, M. E.; BARBOSA, M. H. P.; LOPES, F. J. F.; SILVÉRIO, F. O. Sugarcane Breeding and Selection for more Efficient Biomass Conversion in Cellulosic Ethanol. In: Buckeridge MS, Goldman GH (ed) *Routes to Cellulosic Ethanol*. Springer, New York, pp 199-239, 2011.

MATSUOKA, S.; KENNEDY, A. J.; SANTOS, E. G. D.; DOS TOMAZELA, A. L.; RUBIO, L. C. S. Energy cane: its concept, development, characteristics, and prospects. **Advances in Botany**, 1–13, 2014.

MATSUOKA, S.; RUBIO, L.; TOMAZELA, A.; SANTOS, E. A evolução do Proálcool. **Revista Agroanalysis, Mercado & Negócios**, p. 29 - 30, 2016.

OLIVEIRA, E. C. A.; OLIVEIRA, R. I.; ANDRADE, B. M. T.; FREIRE, F. J.; LIRA JÚNIOR, M. A.; MACHADO, P; R. Crescimento e acúmulo de matéria seca em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação plena. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.9, p.951–960, 2010.

OTTO, R., CASTRO, S., MARIANO, E., CASTRO, S., FRANCO, H., E TRIVELIN, P. Nitrogen use efficiency for sugarcane-biofuel production: what is next? **BioEnergy Research**, 9(4):1272–1289, 2016.

RAMOS, F. A. P. **Comportamento de cana-de-açúcar, cultivar SP79-1011, submetida a diferentes épocas de plantio em duas condições edafoclimáticas**. 51 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, 2006.

REIN, T. A.; SOUSA, D. M. G.; SANTOS JÚNIOR, J. D. G.; NUNES, R. S. N.; KORNDÖRFER, G. H. Manejo da Adubação Fosfatada para Cana-de-Açúcar no Cerrado. Circular técnica, n. 29, Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, 2015.

SAS Institute INC.SAS/STAT™ **SAS user's guide for windowns environment**. 6.11 ed. Cary : SAS Institute, 1995.

SILVEIRA, L. C.I.; BRASILEIRO, B. P.; KIST, V.; DAROS, E.; PETERNELLI, L. A. Genetic diversity and coefficient of kinship among potential genitors for obtaining cultivars of energy cane. **Ciência Agrônômica** v. 46, p. 358-368, 2015.

VIOLANTE, M. H. S. R. **Potencial de produção de cana-de-açúcar em áreas agrícolas marginais no Brasil**. 112f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) – Curso de Pós-graduação em Economia, Escola de Economia de São Paulo, São Paulo, 2012.

CAPÍTULO IV

RESPOSTAS DE GENÓTIPOS DE CANA-ENERGIA À

ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da adubação orgânica em diferentes genótipos de cana-energia na cana-soca. A área experimental utilizada foi da Escola de Agronomia pertencente a Universidade Federal de Goiás, certificada como orgânica pelo IBD (certidão GO-022-001), localizada no município de Goiânia-GO. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico. Os quatro genótipos de cana-energia foram obtidos do Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-açúcar da Universidade Federal de Viçosa (PMGCA/UFV/RIDESA) e plantados em 2016. O ensaio foi conduzido em parcelas constituídas de 7,5 m² por parcela com bordaduras de 1,5m (5 metros de comprimento, espaçadas em 1,5m) com o plantio de toletes contendo três gemas em sulcos de 30cm de profundidade, sendo colocados três toletes por metro. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com cinco repetições. Os tratamentos foram: T1- Adubação orgânica (200 m³/ha⁻¹ de biofertilizante) e T2- Testemunha (sem adubação). No manejo da adubação foi utilizado 200 m³/ha⁻¹ de esterco bovino curtido, sendo 1 parte e 2 de água, base de volume. As variáveis analisadas agrônomicas e fenotípicas foram: altura da planta, diâmetro do colmo e biomassa total. Conclui-se que os genótipos de cana-energia avaliados não são responsáveis a adubação orgânica empregada. Os genótipos com maiores desempenhos em termos de biomassa são: RB 127008 e UFPR 127004.

Palavras-chave: esterco bovino, adubação orgânica, variáveis agrônomicas.

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the effects of organic fertilization on different genotypes of energy cane in third year harvest. The experimental area used was from the School of Agronomy belonging to the Federal University of Goiás, certified as organic by IBD (certificate GO-022-001), located in the city of Goiânia-GO. The soil of the experimental area is classified as Red Latosol Distroférico. The four genotypes of energy cane were obtained from the Sugarcane Genetic Improvement Program of the Federal University of Viçosa (PMGCA / UFV / RIDESA) and planted in 2016. The trial was conducted in plots consisting of 7.5 m² per parcel with borders of 1.5 m (5 meters long, spaced 1.5 meters) with the planting of counters containing three buds in 30 cm deep grooves, with three counters being placed per meter. The experimental design was randomized blocks with five replications. The treatments were: T1- Organic fertilization (200 m³ / ha⁻¹ of biofertilizer) and T2- Control (without fertilization). In the management of fertilization, 200 m³ / ha⁻¹ of tanned manure was used, 1 part and 2 of water, volume base. The analyzed agronomic and phenotypic variables were: plant height, stem diameter and total biomass. It is concluded that the sugarcane genotypes evaluated are not responsible for the organic fertilization used. The genotypes with the highest performance in terms of biomass are: RB 127008 and UFPR 127004.

Keywords: bovine manure, organic fertilization, agronomic variables.

6.1. INTRODUÇÃO

A redução de insumos sintéticos, com ênfase para o petróleo é um dos grandes desafios da atualidade, principalmente quando se trata da matriz energética. Portanto, busca-se formas de adaptar a matriz energética de acordo com os recursos disponíveis em cada região, no âmbito da produção de energias renováveis. A utilização da energia presente na biomassa vegetal (bioenergia) retoma, a ser uma das mais importantes alternativas para defrontação de inúmeros problemas relacionados à sustentabilidade e ao suprimento energético, sobretudo para os países tropicais (Matsuoka et al., 2012).

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma das culturas agrícolas mais habilitadas na transformação de energia química (Tew & Cobill, 2008). No Brasil, é uma das principais alternativas para a produção de biomassa, sendo competitiva economicamente em relação a outras culturas, como capim-elefante (Silveira, 2014).

A chamada “cana-energia” é a cana-de-açúcar melhorada com a finalidade específica de produzir biomassa. Esta é uma planta que, inversamente à tradicional cana-de-açúcar, melhorada para produzir sacarose, é conduzida para produzir fibra (Violante, 2012). A cana-energia é resultante do cruzamento de híbridos comerciais e ancestrais para produção de uma cana mais robusta, resistente a pragas e a variações climáticas. Em estudos recentes com a cultura, os resultados revelam grande potencial de produção de biomassa. Além de ser mais produtiva na colheita de soqueira (segundo e terceiro corte), em relação a cana-de-açúcar tradicional, e apresentou maiores produtividades que outras culturas energéticas tais como o eucalipto e o capim-elefante.

Ressalta-se que os custos de produção com os adubos orgânicos são menores em relação aos adubos minerais, sendo que o esterco de curral e a compostagem são os mais utilizados nos sistemas orgânicos e aplicados especialmente no sulco de plantio. Considera-se que adubações orgânicas podem vir a se tornar ambientalmente corretas, contrariando o que recomenda a agricultura convencional, a qual leva, através de adições elevadas de nutrientes, a uma deterioração do ecossistema (Pariona-llanos et al., 2010). A inserção de materiais mais rústicos, como a cana-energia, em sistemas de produção orgânica, são necessários. A utilização da biomassa desses materiais, pode ser destinada para compostagem e para cobertura do solo nesses sistemas.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da adubação orgânica em diferentes genótipos de cana-energia na soqueira (3º corte).

6.2. MATERIAL E MÉTODOS

6.2.1 Descrição da área experimental

O estudo foi realizado em área experimental pertencente a Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, certificada como orgânica pelo IBD (certidão GO-022-001), localizada no município de Goiânia-GO (16°35'12" S, 49°21'14" W), altitude de 730 m e temperatura média anual é de 22,9 °C. As chuvas concentram-se nos meses de outubro a abril e a média anual de precipitação é de 1.520 mm. O ensaio foi conduzido em parcelas constituídas de 7,5m² por parcela com bordaduras de 1,5m (5 metros de comprimento espaçadas em 1,5m) com o plantio de toletes contendo três gemas em sulcos de 30cm de profundidade. Foram colocados três toletes por metro. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com cinco repetições.

Os tratamentos foram: T1- Adubação orgânica (200 m³/ha de biofertilizante) e T2- Testemunha (sem adubação). O biofertilizante foi obtido colocando-se esterco bovino em água e deixando fermentar por 2 meses. A proporção do biofertilizante e água foi de 1:2 a base de volume. A área foi certificada como orgânica em 2015, sendo que não houve cultivos desde 1997. Não houve problemas com pragas e doenças e as plantas espontâneas foram manejadas por meio de capinas manuais. O manejo da irrigação foi realizado por meio da evapotranspiração da cana-energia ET_c , utilizando coeficiente de cultura (k_c) descritos na literatura para cana-de-açúcar (Doorembos & Kassam, 1994). Foram repostos 90% da ET_c de forma manual. As variáveis climáticas foram obtidas na estação evaporimétrica da EA/UFG, distante, 300 m do local onde o experimento foi conduzido. O solo da área experimental é clasificado de acordo com a EMBRAPA (2018), como Latossolo Vermelho Distroférrico, e suas características químicas estão expressas na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos do solo na camada de 0 – 20 cm antes da instalação do experimento (junho de 2017). Goiânia-GO, 2020.

M.O.	V	pH	P(Mel)	K	Ca	Mg	CTC	Cu	Fe	Mn	Zn
-----%-----	CaCl ₂		-----mg dm ⁻³ ----			-----cmolc dm ⁻³ -----			----- mg dm ⁻³ -----		
2,5	50	5,5	9,5	187	3,0	0,67	7,9	0,9	25,0	23,0	3,0

Na tabela 2 são apresentadas características nutricionais do esterco bovino curtido que foi aplicado no solo, antes da condução das avaliações.

Tabela 2. Caracterização do esterco bovino curtido aplicado no solo. Goiânia-GO, 2020.

	N	P	K	Ca	Mg	S
Macronutrientes				%		
	0,20	0,14	0,18	0,160	0,041	0,088
	Zn	Fe	Mn	Cu	B	
Micronutrientes			Ppm			
	2,890	26,889	2,200	3,938	0,00	
	M.O	C/N	pH	C		
Materiais componentes	dag/kg		(H ₂ O)	dag/kg		
	5	14,77	6,8	2,95		

6.2.2 Genótipos de cana-energia

Os genótipos de cana-energia foram obtidos do Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-açúcar da Universidade Federal de Viçosa (PMGCA/UFV/RIDESA) (Tabela 3), e plantados em julho de 2016 e as avaliações ocorreram em soqueira (3º corte).

Tabela 3. Identificação dos genótipos de cana-energia. Goiânia- GO, 2020.

Genótipos	Gen feminino	Gen masculino	Origem
UFPR 1274	RB93509	B70710	UFPR
UFPR 1230	RB93509	B70710	UFPR
UFPR 12180	CTC9	UM69-001	UFPR
UFPR127004	US74-103	RB96524	UFV

6.2.3 Avaliação do desempenho de cana-energia

As variáveis analisadas foram: altura da planta, diâmetro do colmo e biomassa total, realizadas em cinco perfilhos, escolhidos ao acaso em cada touceira. Para avaliação da altura da planta, utilizou-se uma trena e fez-se a medida da distância do solo até a lígula da primeira folha aberta. O diâmetro do colmo foi mensurado com paquímetro digital, realizando as medidas no terço médio de cada colmo. Para obtenção da biomassa total, as amostras de folha, colmo e inflorescência foram pesadas (em balança analógica) e aferidas à quantidade de massa verde por hectare. Para obtenção da massa seca, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Solos, seguindo o procedimento de secagem em estufa com ventilação forçada de ar a uma temperatura média de 70° C, por 72 horas. Posteriormente, as amostras foram pesadas e foi aferida a quantidade de massa seca por hectare.

6.2.4 Análise dos dados

Para as características avaliadas, os dados foram interpretados através da análise de variância e as médias comparadas utilizando-se o teste de Tukey, adotando-se o nível de

5% de probabilidade. As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico SAS (Statistical Analysis System, 1995).

6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que houve diferença significativa para altura da planta e biomassa total (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo das análises individuais de variância para os efeitos de Genótipos (G) sobre altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC) e biomassa total (BT). Goiânia-GO, 2020.

	Quadrado Médio		
Fonte de Variação	AP	DC	BT
Genótipo (G)	0.49*	63.20	1655.61*
Tratamento(T)	0.03	8.76	57.35
G x T	0.31	16.96	96.35
CV (%)	15.93	13.16	30.62

ns = não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; * e ** significativo a 5 e a 1% de probabilidade respectivamente pelo teste F.

No presente estudo, para altura das plantas, o genótipo RB 127004 apresentou o maior valor, diferindo estatisticamente dos demais genótipos avaliados (Tabela 5). De acordo com Diola & Santos (2010), o crescimento em altura depende da responsividade de cada genótipo às diferentes condições ambientais.

Para cana-energia, na avaliação do diâmetro do colmo, o genótipo UFPR 1274 apresentou o menor valor, diferindo estatisticamente dos demais genótipos. O diâmetro do colmo em genótipos de cana-energia é fortemente influenciado por fatores genéticos. Em

estudo realizado por Violante (2012), com híbridos de cana-energia, os valores observados de diâmetro variaram de 11,95 a 20,3 mm. Os dados do presente estudo são superiores, variando de 18,86 a 25,95 mm.

Em relação à biomassa total, o genótipo RB 127004 apresentou o maior valor e diferiu dos genótipos UFPR 1274 e UFPR 12180. Os resultados podem estar relacionados à descendência do genótipo (*Saccharum* spp.), que são direcionadas para a produção exclusiva de biomassa.

Tabela 5. Valores médios dos genótipos de cana-energia sobre altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC) e biomassa total (BT). Goiânia-GO, 2020.

Genótipos	Variáveis		
	AP (m)	DC (mm)	BT (t/ha ⁻¹)
RB 127008	1.48 b	24.53 a	57.96 ab
RB 127004	2.11 a	25.95 a	60.55 a
UFPR 1274	1.56 b	18.86 b	35.58 bc
UFPR 12180	1.60 b	25.25 a	26.85 c
Média	1.69	23.66	45.23

Em estudo realizado por Guimarães (2015), aos quatro meses após o plantio da cana, houve efeito linear positivo do esterco bovino sobre altura da planta e diâmetro do colmo. Para cana-energia, o esterco bovino não diferiu estatisticamente da testemunha para as variáveis avaliadas (Tabela 6). Ressalta-se que estudos com cana-energia são escassos, principalmente voltado à adubação.

Tabela 6. Valores médios dos tratamentos sobre altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC) e biomassa total (BT). Goiânia-GO, 2020.

Tratamentos	Variáveis		
	AP (m)	DC (mm)	BT (t/ha ⁻¹)
Adubação orgânica	1.67 a	24.263 a	43.69 a
Testemunha	1.70 a	23.95 a	43.78 a

A melhoria no desenvolvimento da cultura com a aplicação de adubação precisa ainda ser melhor estudada, em diferentes variedades e manejos.

6.4. CONCLUSÕES

Os genótipos de cana-energia avaliados não são responsáveis a adubação orgânica empregada.

Os genótipos com maiores desempenhos em termos de biomassa são: RB 127008 e UFPR 127004.

6.5. REFERÊNCIAS

- DIOLA, V.; SANTOS, F. Fisiologia. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool: tecnologias e perspectivas. Viçosa: Editora UFV. p.25-49, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5 ed. Brasília, 2018. 355 p.
- GUIMARÃES, G. **Cama de frango e esterco bovino na produção de cana-de-açúcar**. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG, 2015.
- MATSUOKA, S.; BRESSIANI, J. A.; MACCHERONI, W.; FOUTO, I. Bioenergia da Cana. In: **Cana-de-açúcar: Bioenergia, Açúcar e Álcool**. (Eds. Santos, F.; Borém, A. e Caldas, C.) 2 ed. Viçosa: UFV, v.1. p 487-517, 2012.
- PARIONA-LLANOS, R.; FERRARA, F. I. S.; GONZALES, H. H. S.; BARBOSA, H. R. Influence of organic fertilization on the number of culturable diazotrophic endophytic bacteria isolated from sugarcane. **European Journal of Soil Biology**, v. 46, n.1, p.387-393, 2010.
- SAS Institute INC.SAS/STAT™ **SAS user's guide for windowns environment**. 6.11 ed. Cary : SAS Institute, 1995.
- SILVEIRA, L. C. I. **Melhoramento genético da cana-de-açúcar para obtenção de cana energia**. 84 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.
- TEW, T.L.; COBILL, R.M. Genetic Improvement of Sugarcane (*Saccharum* spp.) as an Energy Crop. In: VERMERRIS, W. Genetic Improvement of Bioenergy Crops. Springer New York, 2008. p. 249-272.
- VIOLANTE, M. H. S. R. **Potencial de produção de cana-de-açúcar em áreas agrícolas marginais no Brasil**. 112f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) – Curso de Pós-graduação em Economia, Escola de Economia de São Paulo, São Paulo, 2012.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. Os genótipos de cana-energia apresentam valores elevados de biomassa nos sistemas de produção avaliados.
2. Os genótipos de cana-energia em sistema de produção convencional apresentam maiores produtividades de biomassa do que sistema de produção orgânico.
3. A adubação nitrogenada não altera as características diâmetro do colmo; volume de raiz; crescimento radicular e área foliar de cana-energia.
4. A adubação orgânica não altera as características agronômicas de cana-energia.
5. Os estudos em cana-energia devem ser ampliados, no que diz respeito à adubação tanto convencional quanto orgânica, de modo que aborde a questão da nutrição da cultura.