



Índice

EMBRAPA / PIBIC

AUTOR | TÍTULO



AUTOR

TITULO

ADRIANA RODOLFO DA COSTA	.....	EMISSÃO DE ÓXIDO NITROSO DERIVADA DA CULTURA DO FEIJOEIRO COMUM IRRIGADO SOB PLANTIO DIRETO EM UM LATOSSOLO DOS CERRADOS DE SANTO ANTÔNIO DE GOIÁS-GO
ALAERSON MAIA GERALDINE	.....	USO DE EMBALAGEM ATIVA NO ACONDICIONAMENTO DO PALMITO DE GUARIROBA MINIMAMENTE PROCESSADO
ANA CLÁUDIA DE LIMA SILVA	.....	MELHORAMENTO DO FEIJOEIRO COMUM PARA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS UTILIZANDO A SELEÇÃO RECORRENTE
ARTHUR TAVARES DE OLIVEIRA MELO	.....	CARACTERIZAÇÃO MOLECULAR DE LINHAGENS DE INTROGRESSÃO DO CRUZAMENTO INTERESPECÍFICO DE O. SATIVA X O. GLUMAEPATULA POR MARCADORES SSR FLUORESCENTES
THIAGO ALVES DE QUEIROZ	.....	COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS NUMÉRICOS APLICADOS A RESOLUÇÃO DAS EQUAÇÕES DIFERENCIAIS DA TEORIA DE OSCILAÇÕES NÃO-LINEARES
VILMAR DE ARAÚJO PONTES JÚNIOR	.....	AValiação de genótipos de feijoeiro comum no estado de Goiás

TITULO**AUTOR**

EMIÇÃO DE ÓXIDO NITROSO DERIVADA DA CULTURA DO FEIJOEIRO COMUM IRRIGADO SOB PLANTIO DIRETO EM UM LATOSSOLO DOS CERRADOS DE SANTO ANTÔNIO DE GOIÁS-GO	.....	ADRIANA RODOLFO DA COSTA
USO DE EMBALAGEM ATIVA NO ACONDICIONAMENTO DO PALMITO DE GUARIROBA MINIMAMENTE PROCESSADO	.....	ALAERSON MAIA GERALDINE
MELHORAMENTO DO FEIJOEIRO COMUM PARA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS UTILIZANDO A SELEÇÃO RECORRENTE	.....	ANA CLÁUDIA DE LIMA SILVA
CARACTERIZAÇÃO MOLECULAR DE LINHAGENS DE INTROGRESSÃO DO CRUZAMENTO INTERESPECÍFICO DE O. SATIVA X O. GLUMAEPATULA POR MARCADORES SSR FLUORESCENTES	.....	ARTHUR TAVARES DE OLIVEIRA MELO
COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS NUMÉRICOS APLICADOS A RESOLUÇÃO DAS EQUAÇÕES DIFERENCIAIS DA TEORIA DE OSCILAÇÕES NÃO-LINEARES	.....	THIAGO ALVES DE QUEIROZ
AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO COMUM NO ESTADO DE GOIÁS	.....	VILMAR DE ARAÚJO PONTES JÚNIOR

EMIÇÃO DE ÓXIDO NITROSO DERIVADA DA CULTURA DO FEIJOEIRO COMUM IRRIGADO SOB PLANTIO DIRETO EM UM LATOSSOLO DOS CERRADOS DE SANTO ANTÔNIO DE GOIÁS-GO

Adriana Rodolfo da Costa¹, Michelle Barbosa da Cunha², Denise Ribeiro Martins³, João Henrique Gomes dos Santos⁴, Beata Eموke Madari⁵, Pedro Luiz Oliveira de Almeida Machado⁶, Bruno José Rodrigues Alves⁷ & Cláudia Pozzi Jantalia⁸

Palavras-chave: Fertilização, Mudanças Climáticas Globais

Introdução

A atmosfera da Terra é constituída principalmente de nitrogênio (N₂; 78,01% do volume), oxigênio (O₂; 20,9% do volume) e argônio (Ar; 0,93% do volume). Estes gases possuem limitada interação com a radiação solar e não interagem com a radiação infravermelha emitida pela Terra. No entanto, há uma série de gases traços (gases de efeito estufa) como o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e ozônio (O₃) que absorvem e emitem radiação infravermelha. Tais gases ocupam menos que 0,1% do volume da atmosfera e possuem relevante papel no balanço energético da Terra (Machado, 2005). A Terra recebe radiação solar (342 W/m²) e os diferentes gases de efeito estufa presentes na atmosfera, particularmente na troposfera, participam do balanço de energia absorvendo a radiação emitida e liberando calor. Este processo gera aumento na temperatura próximo à superfície da Terra (média 14°C) resultando num efeito estufa natural e importante para o surgimento e a manutenção da vida no planeta (Baede et al, 2001).

A ação do homem influencia o sistema climático e o ambiente. Após a revolução industrial, principalmente, os impactos da atividade humana tomou proporções globais ao produzir gases de efeito estufa que afetam em quantidades muito grandes, alguns deles com potencial de aquecimento bem maior que o CO₂ (CH₄ = 23 vezes o CO₂; N₂O = 296 vezes o CO₂).

A agricultura responde por grande parte do N₂O produzido no planeta por ação antrópica, embora pouco se saiba a respeito do que ocorre em várias partes do planeta, especialmente na região tropical.

A concentração de N₂O na atmosfera vem aumentando significativamente a uma taxa de 0,2 a 0,3% ao ano, considerando a sua evolução desde o período pré-industrial até o final dos anos 90 (Prinn, 2004). Este processo tem sido atribuído ao aumento das emissões antropogênicas

¹ Graduando da Universidade Federal de Goiás e bolsista PIBIC/CNPq da Embrapa Arroz e Feijão, Goiânia-GO. Email: adriana_rodolfo@yahoo.com.br

² Graduando da Universidade Federal de Goiás e estagiária da Embrapa Arroz e Feijão, Goiânia-GO. Email: michellinha.barbosa@gmail.com

³ Bacharel em Biologia. Estagiária na Embrapa Arroz e Feijão.

⁴ Graduando em agronomia, Universidade Federal de Goiás, e estagiário da Embrapa Arroz e Feijão. Goiânia-GO. Email: joaohenriquerv@brturbo.com.br

⁵ Pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão. Email: madari@cnpaf.embrapa.br

⁶ Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão. Email: pmacahdo@cnpaf.embrapa.br

⁷ Pesquisador da Embrapa Agrobiologia. Email: bruno@cnpab.embrapa.br

⁸ Pesquisadora da Embrapa Agrobiologia

pelo maior uso de fertilizantes nitrogenados na agricultura, conversão de áreas de floresta para agricultura, fixação biológica de N_2 , etc. (Robertson, 2004). Entretanto, ao aumento nas emissões de N_2O não tem sido acompanhado por um aumento nos drenos deste gás (Crutzen, 1981).

Além de causar efeito estufa, o N_2O tem efeitos sobre a camada de ozônio. Segundo Crutzen (1981) se a concentração de N_2O dobrar na atmosfera isso pode significar uma diminuição de 10% na camada de ozônio, o que resultaria em um aumento de 20% na entrada da radiação ultravioleta, cujo efeito também é drástico sobre a incidência de câncer de pele e outros problemas de saúde.

O presente estudo relata uma campanha de amostragens para quantificar a emissão de N_2O do solo sob a cultura do feijoeiro comum irrigado, semeada sob plantio direto em um Latossolo Vermelho distrófico representativo de regiões de Cerrado, em Santo Antônio de Goiás, próximo a Goiânia, GO.

Materiais e Métodos

Numa área de Latossolo Vermelho distrófico de textura franco argilosa (30% de argila, 26% de silte e 44% de areia), localizada na Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO implantou-se a cultura do feijoeiro cultivar Horizonte, sob irrigação por aspersão em pivô central.

A cultura do feijoeiro foi implantada em 23 de maio de 2006 com fertilização no sulco de P e K, e o equivalente a 20 kg de Nha^{-1} tendo uréia com fonte de nitrogênio. Um mês após a semeadura, nova fertilização, à lanço, com uréia foi feita numa dose equivalente a 80 kg de Nha^{-1} .

Numa faixa com 5m de largura foi semeada sem o uso do fertilizante nitrogenado. Doze câmaras para coleta de gases foram distribuídas numa faixa de 10m por 15m, onde foram realizadas medidas dos fluxos de N_2O . Seis delas foram colocadas na área sem fertilização com N, e as outras 6, na área fertilizada. Cada câmara composta por uma base retangular de 38cm x 58cm de metal, inserida no solo até 5 cm de profundidade, permanecendo no mesmo local durante todo período de avaliação, evitando-se assim perturbação do solo. No perímetro superior da base metálica existia uma calha com cerca de 1cm de largura, em que foi colocada uma espuma de borracha. No momento da amostragem, a parte superior da câmara, uma caixa plástica com 9cm de altura e as mesmas dimensões de largura e espessura da base de metal, era acoplada a essa base e pressionada contra a espuma de borracha utilizando-se elásticos de látex, para garantir a vedação do sistema.

Após o fechamento das câmaras era retirada amostra inicial (T_0) e depois de 20 minutos se fazia nova amostragem para o cálculo da taxa de produção do gás, retirando-se a bandeja. As amostras de gás do interior das câmaras foram coletadas por meio de uma pistola de fazer vácuo (Figura 2), que transfere o gás das câmaras para os frasquinhos, já submetidos ao vácuo. A concentração de N_2O das amostras de gás foi analisada na Embrapa Agrobiologia, em Seropédica, RJ, em cromatógrafo a gás (Perkim Elmer Autosystem) equipado com coluna de "Porapak" e detector de captura de elétrons. Os fluxos de N_2O e as emissões foram calculados segundo a seguinte equação:

$$FN_2O = \delta C / \delta dt (V/A) M/Vm \quad \text{onde:}$$

$\delta C/\delta dt$: é a mudança de concentração de N_2O na câmara no intervalo de incubação;

V: volume da câmara;

A: área do solo coberto pela câmara;

M: peso molecular de N_2O ;

Vm: volume molecular na temperatura de amostragem

Resultados e Discussão

A temperatura do solo média variou entre 16°C e 29°C durante as amostragens de gases na cultura do feijoeiro (Figura 3A). A irrigação por aspersão iniciou-se após a semeadura, entretanto as medições dos índices pluviométricos atrasaram um pouco, duas semanas. Sendo freqüente lâminas de 5mm e em alguns casos de até 22mm (Figura 3B).

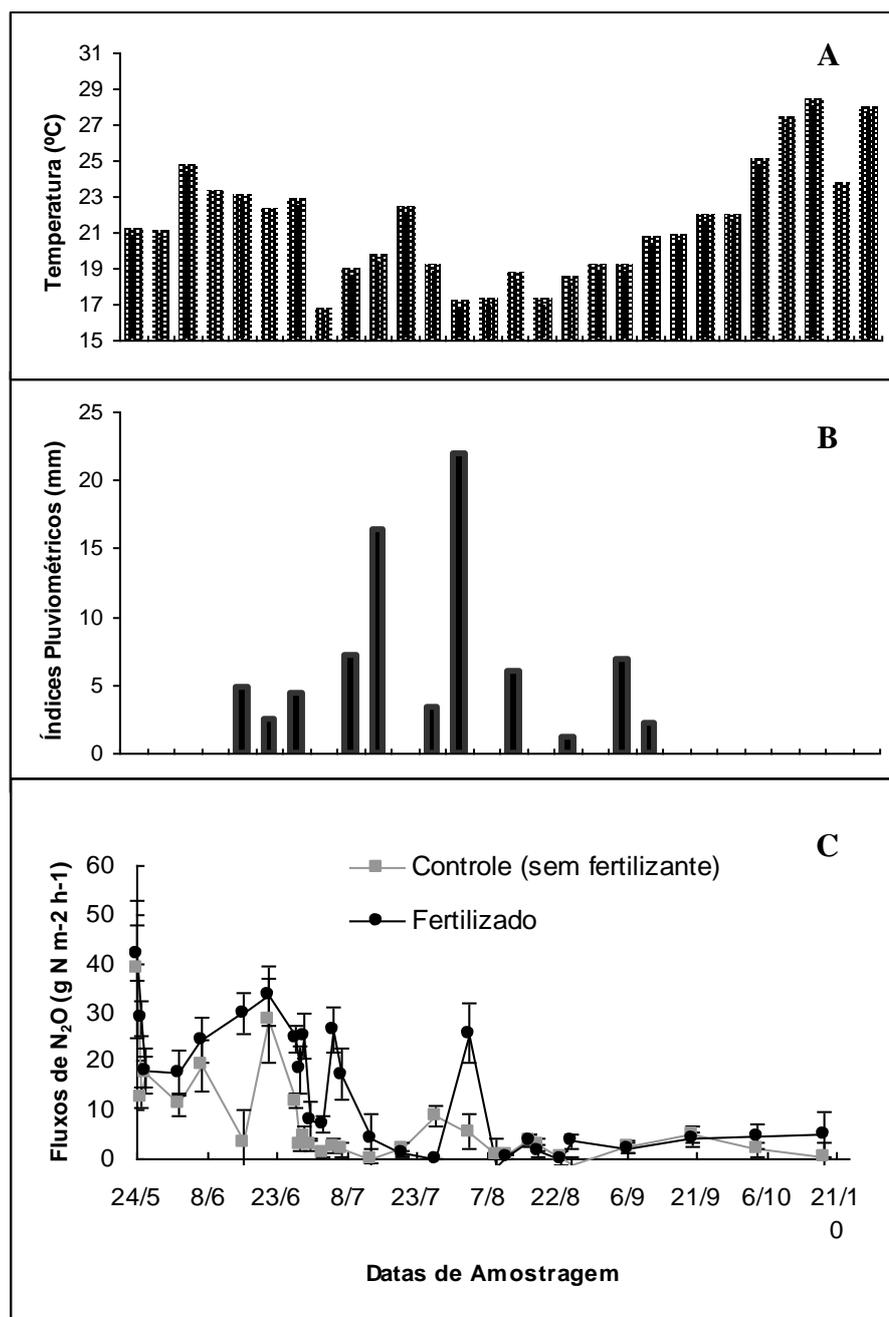


Figura 3 - Temperatura média do solo (A), precipitação pluviométrica (B) na área experimental, e fluxos de N₂O (C) observados durante as amostragens da cultura do feijoeiro comum sob plantio direto em um Latossolo Vermelho de Cerrado, em Santo Antônio de Goiás, GO.

Para a cultura do feijoeiro os fluxos de N₂O da área fertilizada e não fertilizada variaram entre 11 e 42 $\mu\text{g N m}^{-2} \text{h}^{-1}$ no período logo após a semeadura, sendo este o maior fluxo observado em todo ciclo. Baixos fluxos foram obtidos aos 70 dias após o plantio, os quais estavam entre 1 e 3 $\mu\text{g N m}^{-2} \text{h}^{-1}$ (Figura 3C).

A adição de uréia em cobertura possibilitou fluxos que variaram entre 3 e 28 $\mu\text{g N m}^{-2} \text{h}^{-1}$ na área não adubada e entre 8 e 33 $\mu\text{g N m}^{-2} \text{h}^{-1}$ na área adubada. O maior fluxo neste período, obtido pela diferença entre a área adubada e não adubada, foi no terceiro dia após a fertilização de cobertura (20,57 $\mu\text{g N m}^{-2} \text{h}^{-1}$).

A maior disponibilidade do solo pela adição do fertilizante, ou pela acumulação do N mineralizado da matéria orgânica do solo não utilizado pela planta devido a estiagem, garantem o substrato para os processos envolvidos na produção de N_2O . Com a ocorrência das chuvas, coincidindo com a maior oferta de N mineral no solo, as condições para a desnitrificação foram otimizadas.

As emissões do solo com o feijoeiro foram equivalentes a $295 \text{ g N-N}_2\text{O ha}^{-1}$, na área adubada com 100 kg N ha^{-1} . Na área não adubada, 198 g N ha^{-1} . Assim, 97 g N ha^{-1} foram emitidos do fertilizante. O fator de emissão do fertilizante seria de 0,12 %, ou 10 vezes menos do que o do IPCC.

Conclusão

A emissão de N_2O , derivadas de 100 kg N ha^{-1} na forma de uréia aplicada na cultura do feijoeiro comum irrigado (terceira safra), sob plantio direto em Latossolo Vermelho, ocorre numa ordem de magnitude abaixo da prevista pelo fator de emissão utilizado nas orientações para inventário de gases de efeito estufa do IPCC, sugerindo que para essa cultura, nessas condições climáticas e de solo, as emissões de óxido nitroso são de menor impacto do que é estimado utilizando o fator geral recomendado pelo IPCC.

Referências Bibliográficas

BAEDE, A. P. M.; AHLONSOU, E.; DING, Y.; SCHIMMEL, D. In: **Climate Change 2001: The Scientific Basis**; Houghton, J. T.; Ding, Y.; Griggs, D. J.; Noguer, M.; Van der Linden, P. J.; Dai, X.; Maskell, K.; Johnson, C. A., eds.; Cambridge University Press: Cambridge, 2001, chap. 1.

BOECKS, P.; VAN CLEMPUT, A. Estimates of N_2O and CH_4 fluxes from agricultural lands in various regions of Europe. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 60, p. 35-47, 2001.

BOUWMAN, A.F. Direct emission of nitrous oxide from agricultural soils. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 46, p. 53-70, 1996.

CRUTZEN, P.J. Atmospheric chemical processes of the oxides of nitrogen, included nitrogen oxide. In: **Denitrification, nitrification and N_2O** , Delwiche, C.C (Ed.), New York: John Wiley and Sons, Ltd., 1981, p. 17-44.

GOODROAD, L.L.; KEENEY, D.R. Nitrous oxide production in aerobic soils under varying pH, temperature and water content. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 16, p. 39-43, 1984.

IPCC (International Panel on Climate Change). **Guidelines for National greenhouse gas inventories**. Reference Manual. 1997.

JANTALIA, C. P.; ZOTARELLI, L.; SANTOS, H. P.; TORRES, E.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R. Em busca da mitigação da produção de óxido nitroso em sistemas agrícolas: avaliação de práticas usadas na produção de grãos do sul do País. In: **Manejo de Sistemas Agrícolas: Impacto no Seqüestro de C e nas Emissões de Gases de Efeito Estufa**. ALVES et al Eds. Genesis, Porto Alegre, 2006.

LI, C.; ABER, J.; BUTTERBACH-BAHL, K.P.H. A process-oriented model of N₂O and NO emissions from forest soils: 1. Model development. **Journal of Geophysical Research**, v.105, p. 4369-4384, 2000.

MACHADO, P.L.O. de A. Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global **Química Nova**, Vol. 28, No. 2, 329-334, 2005.

POTH, M.; FOCHT, D.D. ¹⁵N kinetic analysis of N₂O production by Nitrossomonas europeae: an examination of nitrifier-denitrification. **Applied Environmental Microbiology**, v. 49, p. 1134-1141, 1985.

PRINN, R. Non-CO₂ greenhouse gases. In: **The Global Carbon Cycle: integrating humans, climate and natural world**. Field, C. B. & Raupach, M.R. (Ed.). SCOPE series 62. Island Press, Washington, 2004. p. 75-82.

ROBERTSON, G.P. Abatement of nitrous oxide, methane and the non CO₂ greenhouse gases: The need for a system approach. In: **The Global Carbon Cycle: integrating humans, climate and natural world**. Field, C.B. & Raupach, M.R. (Ed.). SCOPE series 62. Island Press, Washington, 2004. p. 112-124.

ROCHETTE, P.; ANGERS, D. A.; BÉLANGER, G.; CHANTIGNY, M. H.; PRÉVOST, D.; LÉVESQUE, G. Emissions of N₂O from alfalfa and soybean crops in Eastern Canada. **Soil Science Society of America Journal**, v. 68, p. 493-506. 2004.

SMITH, K.A.; BALL T.; CONEN F.; DOBBIE K.E.; MASSHEDER J. & REY A. Exchange of greenhouse gases between soil and atmosphere: interactions of soil physical factors and biological processes. **European Journal of Soil Science**, v. 54, p. 779-791. 2003.

USO DE EMBALAGEM ATIVA NO ACONDICIONAMENTO DO PALMITO DE GUARIROBA MINIMAMENTE PROCESSADO

GERALDINE, Alaerson Maia⁹; **GONÇALVES**, Letícia de Almeida;
GERALDINE, Robson Maia; **SILVEIRA**, Miriam Fontes Araújo; **TORRES**, Maria
Célia Lopes¹⁰

Palavras-chave: *Syagrus oleracea*, vida de prateleira, processamento mínimo.

1. INTRODUÇÃO

A guariroba, *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc., é uma palmeira originária do Brasil (Toledo Filho, Rosa e Neme, 1994; Lorenzi, 1996; Noblick, 1996; Mendonça, 1998), e sua produção para fins comerciais vem aumentando significativamente, sendo o Estado de Goiás. A tecnologia de processamento mínimo do palmito de guariroba apresenta-se como importante alternativa na agregação de valor ao produto. Um dos principais problemas encontrados na produção de guariroba minimamente processada é o rápido escurecimento da parte comestível, causado por reações enzimáticas que envolvem duas principais enzimas: polifenoloxidase (PPO) e a peroxidase (POD) (Flukey e ien. 1978; Vagyázo-Vámos, 1981; Goy et al., 1992; Arslan et al., 1997). Ainda, segundo Vitti et al. (2004), produtos minimamente processados são mais perecíveis do que quando intactos, considerando que são submetidos a severos estresses físicos, provenientes, principalmente, do descascamento e do corte. O presente trabalho tem por objetivos avaliar o efeito do uso de embalagens ou revestimentos ativos na manutenção da qualidade e na extensão da vida útil da guariroba minimamente processada, em relação aos aspectos fisiológicos e microbiológicos do produto. Para tal, o produto final foi avaliado quanto a perda de peso, alteração na cor e carga microbiana.

2. METODOLOGIA

As guarirobas, com aproximadamente 24 nós, foram colhidas em uma lavoura localizada na cidade de Caturai-GO e enviadas ao Departamento de Tecnologia de Alimentos da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos – UFG.

Para o processamento, as guarirobas foram lavadas, sendo posteriormente retiradas as partes não comestíveis. Em seguida, promoveu-se o fatiamento das mesmas na forma de cubos (3cm x 3cm). Em seguida, os cubos de guariroba foram submetidos aos seguintes tratamentos: imersão em solução contendo 2% de ácido cítrico e sal (NaCl), por 10 minutos; imersão em solução contendo 2% de ácido cítrico e sal, por 60 minutos; imersão em solução contendo 2% de ácido cítrico e sal, por 60 minutos e, posterior revestimento com filme ativo. O filme ativo foi composto de gel de fécula de mandioca a 10%, adicionado de 2% de ácido cítrico e sal. Os cubos de guariroba tratados

⁹ Bolsista de iniciação científica. alaerson@agro.grad.ufg.br

¹⁰ Orientadora. Professora Adjunta da EA - UFG

(aproximadamente 125g) foram acondicionados em potes de polipropileno, com capacidade de 200ml.

A alteração na cor do produto foi acompanhada por espectrofotometria, de acordo com método descrito por Couture et al. (1993). Os dados foram analisados pela diferença de cor (DE).

Foram realizadas contagens totais de bolores e leveduras, mesófilos e psicrotróficos segundo metodologia descrita no Manual de Métodos de Análises Microbiológica de Alimentos. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições para cada tratamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que o pH da guariroba não foi alterado significativamente pelos diferentes tratamentos, mantendo-se entre 5,4 e 5,2 ao longo do período de armazenamento.

Na análise de cor, observou-se que a imersão por 10 minutos em solução não foi suficiente para evitar o escurecimento enzimático da guariroba, que apresentou valores de diferença de cor, em relação à cor da guariroba imediatamente após o fatiamento, na ordem de 30 já no tempo 0 (Figura 1). Nos demais tratamentos a diferença de cor foi pequena, subindo gradativamente até o sexto dia, a partir do qual se estabilizou em um valor em torno de 26. Os resultados mostram que houve ação do tempo de imersão no retardamento do escurecimento da guariroba e que o revestimento ativo proporcionou melhores resultados na redução do escurecimento até o terceiro dia de armazenamento.

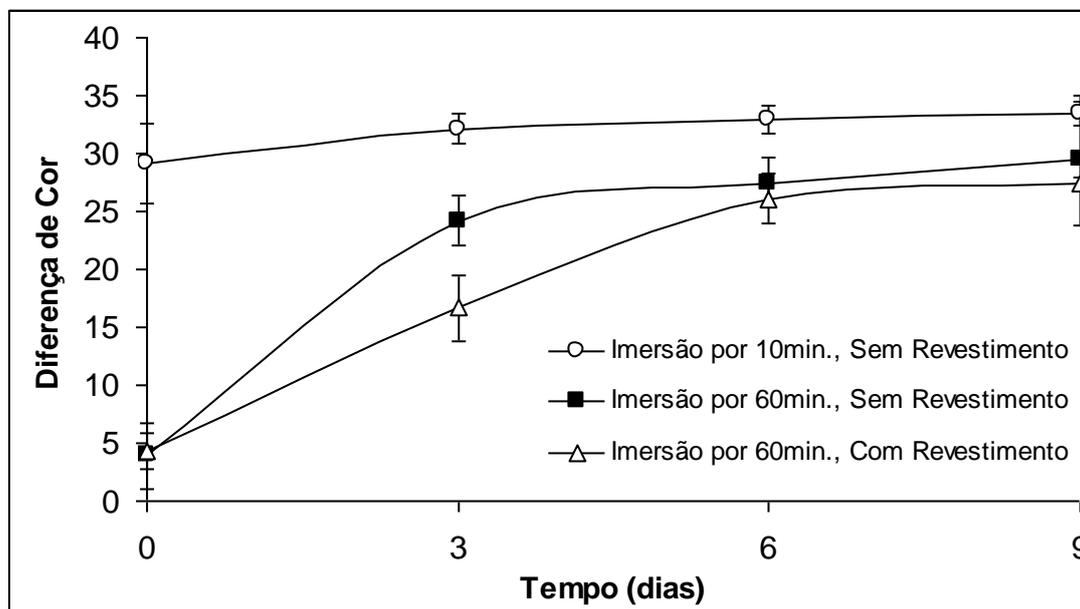


Figura 1. Diferença de cor do palmito de guariroba minimamente processado em relação a palmito imediatamente após o fatiamento

Todos os tratamentos mostraram-se eficientes na sanificação do produto ($< 1 \text{ Log UFG g}^{-1}$ após processamento – Tempo 0) e na inibição do crescimento microbiano até o sexto dia de estocagem. O revestimento antimicrobiano apresentou-se como o melhor tratamento, evitando o crescimento de fungos e de mesofílicos até o último dia de análise. Quanto a análise de psicrotróficos, não

observou-se diferença significativa entre os tratamentos, que atingiram contagens na ordem de 3 ciclos Log no nono dia.

Tabela 1. Contagem total de Bolors e Leveduras, Mesófilos e Psicrotróficos durante o período de armazenamento, à temperatura de 6°C.

Análises	Tratamentos	Tempos			
		0	3	6	9
Bolors e Leveduras (Log UFC g ⁻¹)	10min. S/ revestimento	< 1	1,22	1,3	1,54
	60min. S/ revestimento	< 1	< 1	< 1	< 1
	60min. C/ revestimento	< 1	< 1	< 1	< 1
Mesófilos (Log UFC g ⁻¹)	10min. S/ revestimento	< 1	< 1	< 1	3,3
	60min. S/ revestimento	< 1	< 1	< 1	1,5
	60min. C/ revestimento	< 1	< 1	< 1	< 1
Psicrotróficos (Log UFC g ⁻¹)	10min. S/ revestimento	< 1	< 1	< 1	3,8
	60min. S/ revestimento	< 1	< 1	< 1	2,1
	60min. C/ revestimento	< 1	< 1	< 1	3

Na análise de perda de massa, não foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos. Verificou-se ainda que a embalagem de polipropileno não permitiu grande perda de massa do produto ao longo do período de estocagem, mantendo o frescor característico da guariroba.

Na quantificação do revestimento antimicrobiano no palmito de guariroba percebeu-se que ele representa em média $1,08 \pm 0,395\%$ da massa final do produto. Este resultado indica que a concentração de ácido cítrico e sal no produto final, por conta do revestimento, encontrou-se em torno de 0,008%, quantidade considerada baixa.

4. CONCLUSÃO / COMENTÁRIOS FINAIS

Pode se concluir que a utilização do filme antimicrobiano, a base de fécula de mandioca, é uma forma alternativa e eficiente na retenção do escurecimento enzimático. Com a utilização do filme antimicrobiano a vida de prateleira da guariroba minimamente processada foi estendida tanto pela retardamento do escurecimento enzimático quanto pelo garantia da sanidade do material.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARLAN, O. *et al.* Polyphenol- oxidase from Allium sp. J. Agric. Food Chem., Washington, DC, v. 45, n. 8, p.2861-2863, 1997.
- LORENZI, H. **Palmeiras no Brasil: exóticas e nativas**. Nova Odessa: Plantarum, 1996. 303p.
- FLURKEY, W.H., JEN, J.J. Peroxidase and polyphenoloxidase Actives in **Developing Peaches**. J. Food Sci., Chicago, v. 43, p.1826-1831, 1992.
- LOPEZ OSORNIO, M. .M.; CHAVES, A. R. Enhancement of shelf life of grated beetroots. **Journal Food Protection**, v. 60, n. 10, p. 1230-1234, 1997.
- VIGYÁZO-VÁMOS, L. POLYPHENOL OXIDASE AND PEROXIDASE IN FRUITS AND VEGETABLES. CRITICAL REV. FOOD. SCI., NUT., BOCA RATON, V.20,P.49-127, 1981.
- VITTI, M. C. D; KLUGE, R. ASPECTOS FISIOLÓGICOS E MICROBIOLÓGICOS DE BETERRABAS MINIMAMENTE PROCESSADAS A PESQUISA AGROPECUARIA BRASILEIRA, BRASÍLIA, V.39, N.10, P.1027-1032, OUT. 2004.

FONTE DE FINANCIAMENTO – CNPQ/PIBIC

MELHORAMENTO DO FEIJOEIRO COMUM PARA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS UTILIZANDO A SELEÇÃO RECORRENTE

SILVA, Ana Cláudia de Lima¹; **DEL PELOSO**, Maria José²; **FARIA**, Luís Cláudio²;
COSTA, Joaquim Geraldo Cáprio²; **PEREIRA**, Helton Santos², **Wendland**, Adriane²,
MELO, Leonardo Cunha³

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, plantas autógamas, produtividade de grãos.

1. INTRODUÇÃO

O aumento do potencial produtivo das cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*), principalmente com grão tipo carioca, tem sido gradual, apesar da ampla variação existente na maioria dos caracteres, inclusive para a produtividade de grãos. Dentro de um programa de melhoramento de plantas autógamas, como é o caso do feijoeiro comum, as populações segregantes são conduzidas utilizando-se sucessivas autofecundações que impedem a recombinação entre indivíduos diferentes, reduzindo a probabilidade de se obter linhagens com fenótipos desejáveis. A escolha de um método de melhoramento adequado para elevar a produtividade de grãos em feijoeiro comum é de fundamental importância, pois se trata de um caráter quantitativo e de baixa herdabilidade. Ramalho et al. (1993) relatam que a utilização de seleção recorrente em plantas autógamas permite que os genótipos selecionados de uma população sejam novamente intercruzados, podendo surgir novas combinações genotípicas. Com o avanço dos ciclos seletivos, aumenta-se a frequência dos alelos favoráveis em uma população e, conseqüentemente, incrementa-se a chance de identificar uma ou mais linhas puras com maior número de alelos favoráveis. Essa possibilidade não ocorre com outros métodos de melhoramento, pois se uma dada combinação genotípica não foi selecionada, não há chance de ser recuperada, pela própria natureza de reprodução das autógamas que não permite o intercruzamento. Na Embrapa Arroz e Feijão a seleção recorrente vem sendo empregada no melhoramento do feijoeiro desde 1997, quando foi iniciado um programa visando desenvolver populações e linhagens com resistência ao Vírus do Mosaico Dourado e outros dois com objetivo de desenvolver genótipos com grão comercial preto ou carioca com maior produtividade de grãos e características agrônômicas favoráveis (Del Peloso e Melo 2005).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este projeto iniciou-se em 1997 com a formação de duas populações base: uma de tipo de grão carioca e uma de tipo de grão preto, por meio de três ciclos de cruzamentos cônicos em cada população. As populações foram formadas a partir de cruzamentos entre 16 genitores, fontes para fenótipos desejáveis para produtividade e outras 11 características que afetam de alguma forma, a produtividade de grãos como: arquitetura da planta ereta, tolerância ao mosaico dourado, ferrugem, mancha angular, antracnose, crestamento bacteriano comum, murcha de fusário, baixa fertilidade, caruncho e seca. As etapas de obtenção, avaliação e recombinação das progênes do tipo de grão carioca e do tipo de grão preto foram realizadas até que resultassem em 20 famílias superiores que foram intercruzadas, obtido as sementes F_1 , que foram autofecundadas para a obtenção da geração que representa a população C_1S_0 . Essas populações (carioca e preto) eram compostas por

subpopulações oriundas de cruzamentos dialélicos entre as 20 famílias selecionadas no ciclo anterior. Essas subpopulações foram semeadas na época do inverno de 2006 na Embrapa Arroz e Feijão, localizada em Santo Antônio de Goiás, GO. Foi realizado o plantio manual em 04 de julho de 2006 em uma área que tinha a soja como cultura anterior. Desse plantio foram selecionadas plantas individuais dentro das subpopulações que apresentavam arquitetura de planta ereta (primeira vagem a mais de 10 cm do solo, ramificações primárias fechadas e ausência de guias longos) que não estavam acamadas e com mais de 20 vagens. As plantas selecionadas constituíram famílias C1S1, as quais foram semeadas em linhas de 3 metros na época da "seca" em Ponta Grossa, PR onde as condições climáticas são muito favoráveis à ocorrência de doenças, principalmente antracnose, mancha angular e crestamento bacteriano comum (CBC). Nesse ensaio avaliou-se a produtividade de grãos, a reação a doenças de ocorrência natural, arquitetura e o acamamento das plantas. Selecionaram-se famílias C1S1 superiores em cada população. Na época das "águas" de 2007 será realizado um ensaio com repetições para a avaliação das famílias C1S2 em Ponta Grossa, PR. As famílias C1S3 também serão avaliadas em ensaios com repetição em Santo Antônio de Goiás-GO, Lavras - MG, Simão Dias-SE, e Ponta Grossa-PR, selecionando as 20 famílias superiores no programa do tipo de grão preto e 20 famílias superiores no programa do tipo de grão carioca que farão parte da etapa de recombinação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As avaliações do programa de seleção recorrente para grão carioca e para o grão preto, realizadas durante a semeadura do inverno de 2006 em Santo Antônio de Goiás, foram baseadas na avaliação visual do potencial produtivo, arquitetura e acamamento das diferentes subpopulações, oriundas do cruzamento dialélico entre as 20 famílias selecionadas no ciclo anterior. Na seleção feita para o tipo de grão carioca eliminou-se os cruzamentos com desempenho inferior para as características avaliadas. Os cruzamentos superiores, que são aquelas que se destacaram para todas as características avaliadas, tiveram 20 plantas colhidas. Já nos cruzamentos intermediários, que são aqueles que se destacaram em pelo menos duas características, foram colhidas 10 plantas.

Nesse programa foram semeados 142 cruzamentos (subpopulações que juntas formavam a população base), dos quais foram selecionados 79 (55,6%), eliminados 57 e 6 desses cruzamentos não germinaram. Foram colhidas 10 plantas de 70 cruzamentos com potencial intermediário, resultando em 700 famílias C1S1; e colhidas 20 plantas de 9 cruzamentos com potencial superior, que resultaram em 180 famílias C1S1. Desta forma, foram selecionadas 880 plantas C1S0, que originaram 880 famílias C1S1. Em C1S1 foram semeadas 18600 plantas e selecionadas 880 o que resulta numa intensidade de seleção média de 4,73%, com um máximo 17% de plantas selecionadas dentro de uma subpopulação específica.

Na seleção feita para o tipo de grão preto eliminou-se os cruzamentos com desempenho inferior para as características avaliadas. Os cruzamentos superiores, que são aquelas que se destacaram para todas as características avaliadas, tiveram 15 plantas colhidas. Já nos cruzamentos intermediários, que são aquelas que se destacaram em pelo menos duas características foram colhidas 5 plantas.

Nesse programa foram semeados 186 cruzamentos (população base), dos quais foram selecionados 117 (62,9%), eliminados 64 e 5 desses cruzamentos não germinaram. Foram colhidas 5 plantas de 102 cruzamentos com potencial

intermediário, resultando em 510 famílias C1S1; e colhidas 15 plantas de 15 cruzamentos com potencial superior, que resultaram em 225 famílias C1S1. Desta forma, foram selecionadas 735 plantas C1S0, que originaram 735 famílias C1S1. No ciclo C1S1 foram semeadas 47520 plantas e selecionadas 735 o que resulta numa intensidade de seleção média de 1,55%, e máximo 8% de plantas selecionadas dentro uma subpopulação específica.

A semeadura da geração C1S1 foi realizada na época da seca de 2007 em Ponta Grossa, no mês de fevereiro. As avaliações foram realizadas no mês de maio, levando em consideração a arquitetura das plantas, acamamento, produtividade, e também avaliação de doenças, como mancha angular e antracnose. Todas essas avaliações foram feitas visualmente.

Para a população de seleção recorrente do grupo carioca, das 880 famílias C1S1 selecionadas anteriormente no plantio de inverno realizado na Embrapa Arroz e Feijão, foram selecionadas 246, o que representa 25,5% do total.

Na avaliação das famílias C1S1 do programa de seleção recorrente para tipo de grão preto ocorreu uma geada na fase R8, na qual ocorre o enchimento de grãos, que prejudicou a formação de grãos de algumas famílias mais tardias. O resultado que se observou foi de grãos pequenos, mas que provavelmente não terão seu poder germinativo comprometido. Foram colhidas 735 famílias C1S1 quando se realizou o plantio de inverno na Embrapa Arroz e Feijão, das quais apenas 146 famílias foram selecionadas na semeadura na época da “seca” em Ponta Grossa, que corresponde a 18,4% do total de famílias semeadas.

4. CONCLUSÃO

Existe uma ampla variabilidade genética dentro das populações bases dos programas de seleção recorrente para tipo de grão preto e carioca da Embrapa Arroz e Feijão para produtividade de grãos, reação a doenças e arquitetura de plantas.

O grande tamanho populacional e a forte intensidade de seleção utilizada dentro dos programas de seleção recorrente da Embrapa Arroz e Feijão indicam existir possibilidade de seleção de genótipos superiores, ou seja, que tenha em seu genoma um grande número de alelos favoráveis para produtividade de grãos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DEL PELOSO, M.J.; MELO, L.C. 2005. **Potencial de rendimento da cultura do feijoeiro comum**. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 131p.
2. RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Genética quantitativa em plantas autógamas. Aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. UFG, Goiânia, 1993. 271p.

FONTE DE FINANCIAMENTO – CNPq e Embrapa Arroz e Feijão

1. Bolsa de Iniciação Científica. Escola de Agronomia. UFG. anaclaudia@cnpaf.embrapa.br.
2. Pesquisadores Embrapa Arroz e Feijão. Melhoramento Vegetal.
3. Orientador. EMBRAPA. Bolsista CNPq. leonardo@cnpaf.embrapa.br

CARACTERIZAÇÃO MOLECULAR DE LINHAGENS DE INTROGRESSÃO DO CRUZAMENTO INTERESPECÍFICO *ORYZA SATIVA* x *O. GLUMAEPATULA* POR MARCADORES SSR FLUORESCENTES.

Melo¹, Arthur Tavares Oliveira.; **Brondani**², Rosana Pereira Vianello; **Rangel**³, Priscila Nascimento; **Rangel**⁴, Paulo Hideo Nakano; **Brondani**⁵, Claudio.

Palavras chave: Cruzamento Interespecífico; Marcadores Moleculares; Introgressão Gênica

6. INTRODUÇÃO

A grande maioria das espécies cultivadas possuem limitada variabilidade genética, decorrente principalmente da utilização de germoplasma muito aparentado como genitores nos programas de melhoramento, resultando no estreitamento da base genética das populações para obtenção de novas cultivares e, conseqüentemente, diminuindo os ganhos genéticos com a seleção. O nível de diversidade genética varia muito de espécie para espécie, quanto menor a variabilidade genética, menor os ganhos genéticos com a seleção (FALCONER, 1987). Por isso, um dos objetivos dos programas de melhoramento modernos de arroz tem sido a recuperação da diversidade perdida através da busca por alelos favoráveis em parentes silvestres.

O método de retrocruzamento avançado associado à análise de QTL (AB-QTL Advanced Backcross QTL analysis) é uma ferramenta poderosa para a exploração e uso de espécies silvestres em programas de melhoramento, pois permite o monitoramento da introgressão dos alelos e a seleção, utilizando marcadores moleculares, daqueles genótipos que possuem as regiões de interesse (BRONDANI et al., 2002). Ao final, após algumas gerações de autofecundação, as linhagens de introgressão são obtidas e podem ser testadas e caracterizadas para uso nos programas de melhoramento.

¹ Estudante de Graduação da UFG de Biologia. Embrapa Arroz e Feijão, Sto. Antônio de Goiás, GO. tavares@cnpaf.embrapa.br

² Pesquisador Doutora em Biologia Molecular. Embrapa Arroz e Feijão, Sto. Antônio de Goiás, GO. rosanavb@cnpaf.embrapa.br

³ Estudante de Doutorado na UFG em Biologia Molecular. Embrapa Arroz e Feijão, Sto. Antônio de Goiás, GO. priscila@cnpaf.embrapa.br

⁴ Pesquisador Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas. Embrapa Arroz e Feijão, Sto. Antônio de Goiás, GO.

⁵ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Biologia Molecular. Embrapa Arroz e Feijão, Sto. Antônio de Goiás, GO. cbrondani@embrapa.br

Os programas de melhoramento de arroz que objetivam aumentar os ganhos genéticos para características de interesse tem a necessidade de ampliar a variabilidade genética de genitores elite. Uma das alternativas é a utilização de linhagens de Introgressão, derivadas de cruzamentos interespecíficos, como fonte de novos alelos. Este trabalho teve como objetivo realizar a caracterização molecular de 114 linhagens de Introgressão RC₂F₉ derivadas do cruzamento *O. sativa* Cica-8 x *O. glumaepatula* RS-16.

MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento das linhagens seguiu o método de AB-QTL. Um total de 114 plantas RC₂F₂ provenientes do cruzamento interespecífico *O. sativa* (cultivar Cica-8) X *O. glumaepatula* (acesso RS-16) foram avançadas até a geração RC₂F₉ pelo método de "single seed descent" (SSD), onde apenas uma semente de cada planta é semeada após cada geração de autofecundação (Figura 1).



Figura 1: 114 linhagens do cruzamento interespecífico *O. sativa* X *O. glumaepatula* sendo preparadas para transplântio após germinação de sementes individuais em casa de vegetação.

Folhas frescas de cada planta foram coletadas para extração de DNA de acordo com o protocolo de extração de Ferreira e Grattapaglia (1998) o qual usa o detergente catiônico CTAB.

Para a caracterização molecular 89 marcadores SSR marcados com as fluorescências hexacloro-6-carboxifluoresceína (HEX) e 6-carboxifluoresceína (FAM)

foram testados para a detecção de polimorfismo entre os parentais Cica-8 e RS-16. Os marcadores polimórficos foram organizados em 18 multiplexes contendo de 4 a 6 marcadores de acordo com a cor da sua fluorescência e o tamanho dos alelos detectados para os parentais. Estes marcadores foram selecionados baseando-se na distribuição destes nos 12 cromossomos do arroz de acordo com o mapa genético do cruzamento *Oryza sativa* X *Oryza glumaepatula* (BRONDANI et al., 2001; RANGEL et al., 2005).

Reações de PCR (Polymerase Chain Reaction) foram feitas e amplificadas em condições de pré-ciclo de 5 minutos a 94°C; extensão de 40 ciclos a 94°C por 1 minuto; 1 minuto de anelamento na temperatura específica de cada primer e 72°C por 1 minuto. A extensão final que foi usada a 72°C por 7 minutos. Estas ampliações teve um volume final de reação de 15 µl contendo 5 µl de DNA a 3,0ng/µl; 2,15 de cada primer; 1,3 µl de dNTP; 1,3 de DMSO; 0,2 µl da enzima Taq Polimerase; 0,15 µl de cloreto de magnésio (MgCl₂) e 1,5 µl Tp10x, completando o volume com H₂O. Eletroforeses foram conduzidas no analisador automatizado do DNA de ABI 3100 (Applied Biosystems) e a genotipagem dos alelos foram executadas usando o software GeneMapper 2.5 (Applied Biosystems). O Finder do software CSSL (versão 0.8 do Finder de CSSL) foi usado estimar a proporção genotípica dos pais em cada linha e construir os gráficos genotípicos.

RESULTADOS

Dos 89 marcadores SSR testados para verificação de polimorfismo entre os parentais, 69 (77,5%) foram polimórficos. Estes marcadores foram organizados em 18 multiplexes contendo no mínimo 4 marcadores cada, de acordo com a cor da sua fluorescência e tamanho dos alelos detectados, com o objetivo de otimizar o tempo e o custo da análise. Até o momento a caracterização foi feita com 46 marcadores SSR (66%) distribuídos nos 12 cromossomos do arroz. Uma análise preliminar foi feita utilizando o programa CSSL Finder e a distribuição dos fragmentos silvestres introgrididos de *O. glumaepatula* no background genético de *O. sativa* pode ser observada, conforme mostra a Figura 2.

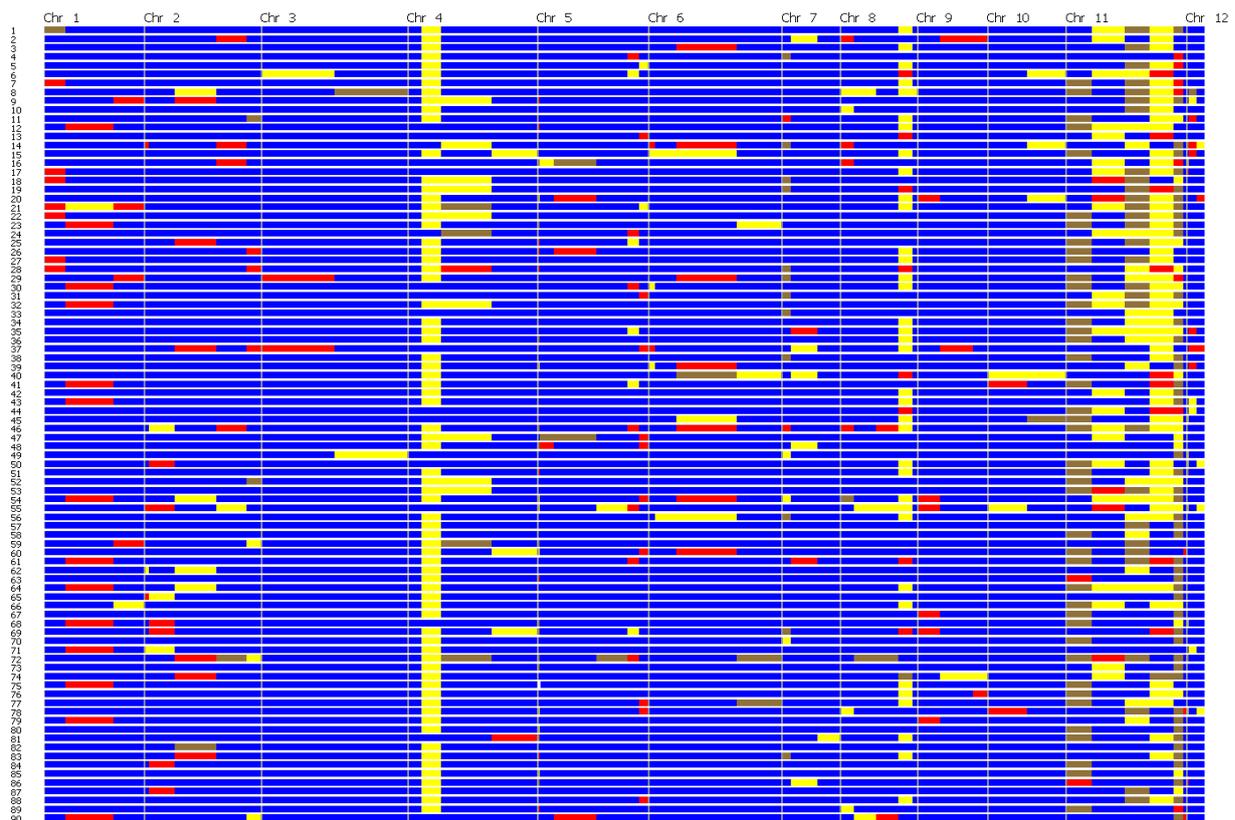


Figura 2: Genótipos gráficos representando os fragmentos silvestres introgridos nas 114 linhagens. Legenda: cor amarela representa o genoma incorporado de *O. glumaepatula*; cor azul representa o genoma do parental recorrente *O. sativa*; cor vermelha representa fragmentos heterozigotos; cor cinza representa fragmentos não detectados devido a dados faltantes.

A caracterização molecular detectou um total de 235 fragmentos de *O. glumaepatula* em todas as 90 linhagens, com uma média de 2,61 por cromossomo. A proporção média de fragmentos introgridos em homozigose foi de 6,04%, variando de 1,72% a 18,97%, e a proporção média de fragmentos em heterozigose foi de 3,24%, variando de zero a 18,97%.

Todas as linhagens apresentaram fragmentos introgridos em pelo menos um dos cromossomos do arroz. Como o número total de marcadores polimórficos ainda não foi utilizado, alguns cromossomos ainda apresetam-se pouco saturados, como os cromossomos 11 e 12, que ainda apresentam apenas 3 marcadores cada. Uma melhor amostragem do genoma será conseguida quando os 23 marcadores polimórficos restantes forem adicionados à análise. Outros 18 marcadores SSR associados a QTLs relacionados a produção também serão utilizados na caracterização das 114 linhagens. Além disso, essas linhagens serão avaliadas em campo experimental na safra 2007/2008 em três locais, o que permitirá a realização de uma associação direta entre a localização e proporção dos fragmentos silvestres introgridos e o desempenho fenotípico das

linhagens. As informações obtidas após a caracterização genotípica e fenotípica das linhagens serão úteis ao programa de melhoramento de arroz.

CONCLUSÃO

A caracterização molecular das 114 linhagens fornecerá informações úteis ao programa de melhoramento de arroz, facilitando a busca por regiões associadas a características de interesse agrônomo e a seleção das linhagens a serem utilizadas como genitoras no desenvolvimento de novas cultivares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRONDANI, C.; BRONDANI, R.P.V.; RANGEL, P.H.N.; FERREIRA, M.E. Development and mapping of *Oryza glumaepatula*-derived microsatellite markers in the interspecific cross *Oryza glumaepatula* X *Oryza sativa*. **Hereditas**. n. 134, p.59-71, 2001.

BRONDANI, C.; BRONDANI R.P.V.; RANGEL P.H.N.; FERREIRA M.E. QTL mapping and introgression of yield related traits from *Oryza glumaepatula* to cultivated rice (*Oryza sativa*) using microsatellite markers. **Theor. Appl. Genet.** n. 104, p.1192-1203, 2002.

CSSL Finder version 08 Available at <http://www.mapdistofreefr/CSSLFinderhtm>

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa, MG: UFV, 279p, 1987.

RANGEL, P.H.N.; BRONDANI, C.; RANGEL, P.N.; BRONDANI, R.P.V.; ZIMMERMANN, F.J.P. Development of rice lines with gene introgression from the wild *Oryza glumaepatula* by the AB-QTL methodology. **CBAB**. n.5, p.10-21, 2005.

COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS NUMÉRICOS APLICADOS A RESOLUÇÃO DAS EQUAÇÕES DIFERENCIAIS DA TEORIA DE OSCILAÇÕES NÃO-LINEARES

QUEIROZ, Thiago Alves de ¹; **SANTEE**, Donald Mark ²

Palavras-chave: Métodos Numéricos, Equações Diferenciais, Oscilações Não-Lineares, Colunas Semi-Enterradas, Problema de Valor Inicial.

1. INTRODUÇÃO

Mediante a grande diversidade de métodos existente (numéricos, de perturbação, iterativos, etc.) para resolver problemas, visa-se aplicá-los a resolução de algum problema que envolve equações diferenciais da teoria de oscilações não-lineares, dado que muitos destes problemas são comuns no dia-a-dia. Com isso, um dos que tem chamado a atenção pela sua grande utilização como elemento estrutural, além de ter poucas referências na literatura é o problema que envolve colunas semi-enterradas. Para tanto, desenvolve-se um modelo matemático que descreve uma coluna semi-enterrada em um solo não-linear.

Com isso, existem vários obstáculos que dificultam a análise do modelo, entre eles, a dificuldade de se encontrar uma solução analítica exata. Essa dificuldade é aumentada quando o elemento estrutural é submetido a carregamentos dinâmicos, em especial, periódicos. Assim, aplicam-se métodos numéricos (BURDEN E FAIRES, 2003) e de perturbação (BUTKOV, 1968) para a análise da solução do presente modelo, considerando um problema de valor inicial. Por conseguinte, faz-se uma análise quantitativa dos métodos utilizados, comparando-os de acordo com os critérios de precisão, estabilidade e esforço computacional.

E, os métodos numéricos considerados são: métodos de passo simples (Runge-Kutta, Runge-Kutta-Fehlberg), passos múltiplos (Adams-Bashforth, Preditor-Corretor de Adams) e extrapolação com suas diferentes seqüências (Extrapolação de Gragg-Bulirsch-Stöer). Já para os métodos de perturbação, considera-se o método do Equilíbrio dos Harmônicos (Harmonic Balance) e o método de Múltiplas Escalas. Feita a comparação destes métodos, fornecem-se dados relevantes aos pesquisadores, cientistas e/ou engenheiros quanto às diversas características dos métodos aqui discutidos.

2. METODOLOGIA

A pesquisa inicia-se com a modelagem de uma coluna semi-enterrada considerando um solo não-linear (QUEIROZ e SANTEE, 2006). As ferramentas para realizar tal modelagem partem do Princípio de Hamilton juntamente com o Cálculo Variacional (BUTKOV, 1968).

Obtida tal equação de movimento da coluna considera-se, para tanto, o problema real discretizado e os erros que podem ser introduzidos, tanto no processo de modelagem quanto no processo numérico e computacional.

Com isso, faz-se um eventual estudo dos métodos numéricos e de perturbação apresentados anteriormente e da linguagem de programação Java, visto que tais métodos serão codificados nesta linguagem seguindo os padrões de

orientação a objetos. Assim, foi utilizado para a codificação (software) da pesquisa o pacote Eclipse SDK 3.1.1 versão em português.

Deste modo, executam-se os testes para a coluna enterrada a diversas profundidades, obtendo, então, diversos valores para os coeficientes da equação de movimento e, então, aplicando tanto os métodos numéricos como os de perturbação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a metodologia seguida, apresenta-se um dos testes efetuados, em que se considera a coluna enterrada 40% de seu comprimento total.

A equação de movimento da coluna para este teste reduz-se a, em que o tamanho do passo dado é de 0.235 s:

$$\ddot{A} + 0.33\dot{A} + 1A = 0$$

Tabela 1 – Resultados da aplicação dos métodos numéricos e de perturbação a equação (1), sendo a solução gerada pelo método de Extrapolação de Gragg-Bulirsch-Stöer com a seqüência de Romberg a “solução padrão” de tal equação.

Método Numérico	Esforço Computacional	Precisão	Tempo
Método do Equilíbrio dos Harmônicos	0	$1,14 \times 10^{-4}$	$3,61 \times 10^{-3}$
Método de Múltiplas Escalas	0	$9,27 \times 10^{-4}$	$6,94 \times 10^{-3}$
Runge-Kutta de 4ª ordem com o passo fixo	644 avaliações	$8,36 \times 10^{-5}$	1 (<i>Padrão</i>)
Runge-Kutta-Fehlberg com o passo adaptável	1092 avaliações	$8,25 \times 10^{-7}$	1,48
Adams-Bashforth de 4ª ordem com o passo fixo	170 avaliações	<i>Instável</i>	0,74
Preditor-Corretor de Adams de 4ª ordem com o passo fixo	328 avaliações	$3,16 \times 10^{-4}$	0,85
Extrapolação de Gragg-Bulirsch-Stöer com a seqüência de Deufelhard	5346 avaliações	$4,41 \times 10^{-8}$	9,15
Extrapolação de Gragg-Bulirsch-Stöer com a seqüência de Bulirsch	9223 avaliações	$4,41 \times 10^{-8}$	9,95
Extrapolação de Gragg-Bulirsch-Stöer com a seqüência de Romberg	15695 avaliações	<i>Solução Padrão</i>	11,50

De acordo com a tabela acima e os diversos testes realizados, observa-se que o método da Extrapolação de Gragg-Bulirsch-Stöer com a seqüência de Deufelhard e Bulirsch, em termos de precisão, apresentou-se melhor que os outros métodos, no entanto com um esforço computacional relativamente alto. Para os métodos de passo simples, Runge-Kutta de quarta ordem com o passo fixo e Runge-Kutta-Fehlberg, a melhor opção é Runge-Kutta-Fehlberg. Este método apesar de ser mais complexo em questões de codificação, apresenta boa precisão com um número regular de avaliações funcionais. O método, também, possui o passo adaptável, representando vantagem sobre os de passos simples, já que o passo pode ser modificado para obter uma alta ordem de precisão. Runge-Kutta de quarta ordem prima pela a facilidade de codificação, sendo vantajoso neste ponto sobre os outros métodos numéricos. Para os métodos de passos múltiplos, o Preditor-Corretor de Adams de quarta ordem possui baixo esforço computacional e não deixa a desejar em precisão, além de ser facilmente codificado. Por outro lado, o método de Adams-Bashforth de quarta ordem com o passo fixo mostrou ser instável. Os métodos

de perturbação possuem vantagem em relação ao tempo de execução sobre os métodos numéricos, visto que estes métodos não realizam avaliação funcional alguma, já que a solução analítica é fornecida, porém é aproximada, daí o valor zero como esforço computacional.

Percebe-se que o método do Equilíbrio dos Harmônicos, tanto em precisão quanto em tempo de execução, é superior ao método de Múltiplas Escalas. Já o método de Múltiplas Escalas mostrou ser regular em precisão, além de ter uma aplicação muito complexa que muitas vezes não vale a pena sua aplicação para a resolução do problema.

4. CONCLUSÃO

O estudo de um modelo de coluna parcialmente enterrada sujeita a flambagem forneceu uma equação diferencial ordinária não-linear. Tal equação serviu como base para um estudo comparativo entre diversos métodos numéricos e perturbação, almejando averiguar o potencial de cada método.

Com isso, conclui-se que o método de extrapolação é a melhor escolha na busca de soluções altamente precisas, porém com um caráter negativo no que diz respeito ao elevado esforço computacional que gera quando se calcula a solução numérica. Um método alternativo é o de Runge-Kutta-Fehlberg que fornece soluções bem precisas, mas com um esforço computacional muito pequeno quando comparado ao método de extrapolação.

Um método interessante é o Preditor-Corretor de Adams de quarta ordem. Tal método apresenta a melhor relação custo/benefício. Já o método de Adams-Bashforth apresentou ser instável para todos os testes efetuados, principalmente pelo caráter não-linear da equação de movimento.

Analisando os métodos de perturbação, destaque para o método do Equilíbrio dos Harmônicos. Este método é relativamente simples de aplicar para encontrar a solução analítica aproximada para o problema e, considerando os resultados gerados, apresentou-se ser de bom uso, sendo uma alternativa a alguns métodos numéricos, como os métodos de passos múltiplos discutidos. Já o método de Múltiplas Escalas apresentou resultados regulares no que diz respeito ao quesito precisão, além de ser um método mais complexo de aplicar para a resolução do problema, visto uma grande gama de detalhes que devem ser considerados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BURDEN, R. L., e Faires, J. D., **Numerical Analysis**, Pioneira Thomson Learning, São Paulo, 736pp, 2003.
2. BUTKOV, E., **Mathematical Physics**, Addison-Wesley, 725pp, 1968.
3. QUEIROZ, T. A., e SANTEE, D. M., Modelagem Matemática e Comparação dos Métodos de Perturbação e Numéricos Aplicados a Vibração de Colunas Semi-Enterradas em um Solo Não-Linear, **Mecânica Computacional**, Vol. 25, pp. 1013-1032, 2006.

FONTE DE FINANCIAMENTO – CNPq

-
1. Bolsista de Iniciação Científica PIBIC – CNPq. Departamento de Ciência da Computação. UFG. th.al.qz@gmail.com
 2. Orientador. Departamento de Matemática. UFG. donald@calatao.ufg.br

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO COMUM NO ESTADO DE GOIÁS

PONTES JÚNIOR, Vilmar de Araújo¹; **MELO**, Leonardo Cunha³; **FARIA**, Luís Cláudio²; **COSTA**, Joaquim Geraldo Cáprio²; **PEREIRA**, Helton Santos²; **Wendland**, Adriane²; **DEL PELOSO**, Maria José³

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L, Linhagens, Cultivares, Adaptabilidade, Estabilidade

1. INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos mais importantes constituintes da dieta diária do brasileiro, por ser uma excelente fonte protéica, além de possuir um bom conteúdo de carboidratos e ser rico em ferro. Cultivado praticamente em todo o território nacional, durante todo o ano, estando sujeito as mais variadas condições ambientais. Além disso, é semeado e colhido em três safras: “das águas” (responsável por 57% da produção), “da seca” (responsável por 35% da produção) em todos os estados da federação, e “de inverno” (responsável por 8% da produção), com irrigação, proporcionando uma oferta anual do produto para atender a demanda que vem aumentando, especialmente por cultivares mais produtivas, com melhor qualidade de grãos e com resistência às principais doenças. Por isso, as linhagens elites são avaliadas por vários anos em diferentes locais e épocas de cultivo, o que proporciona uma estimativa precisa da interação genótipo por ambiente, possibilitando a identificação de genótipos com maior estabilidade e adaptabilidade ou com adaptação específica, o que leva a maior segurança na indicação de cultivares para determinado local. O objetivo do trabalho foi selecionar linhagens de feijoeiro comum, com tipo de grão carioca e preto, superiores às cultivares recomendadas para o Estado de Goiás.

2. METODOLOGIA

Os ensaios de VCU (Valor de Cultivo e Uso), com tipo de grão preto e carioca, foram conduzidos em rede no Estado de Goiás envolvendo 7 (sete) municípios: Santo Antônio de Goiás, Anápolis, Urutaí, Rio Verde, Itumbiara, Porangatu e Brasília, nas épocas das “águas”, “seca” e “inverno”. Foram avaliados 26 genótipos do ciclo de VCU 2005/06, em dois ensaios, sendo um ensaio com 14 genótipos do grupo comercial carioca e outro com 12 genótipos do grupo preto. O delineamento experimental empregado foi o de blocos completos casualizados com três repetições, sendo as parcelas constituídas de 4 linhas de 4 metros e área útil formada pelas duas linhas centrais (4m²), com espaçamento de 0,5 metro entre linhas. A densidade de plantio ficou estabelecida em 15 sementes por metro. As adubações foram realizadas obedecendo aos resultados das análises de solo de cada área experimental. O rendimento foi medido pelo peso dos grãos da área útil de cada parcela, ajustado a 13% de umidade. Os dados coletados de cada local foram submetidos à análise de variância individual e conjunta utilizando o programa genes (CRUZ, 2001). As médias dos genótipos obtidas na análise de variância foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%. A análise de estabilidade e adaptabilidade da produtividade de grãos foi realizada utilizando o método da análise visual (Cruz, 2001) e a metodologia proposta por Lin & Binns (1988). Essa metodologia propõe fazer uma recomendação de cultivares que atendam tanto os ambientes favoráveis quanto os

ambientes desfavoráveis, que refletem, de certa forma, ambientes em que existe o emprego de alta e baixa tecnologia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A linhagem CNFC 10429, com tipo de grão carioca, apresentou a maior média (2468 kg/ha) de produtividade de grãos nos 13 ambientes onde foram conduzidos os ensaios. Na Tabela 1 observa-se que essa linhagem superou, estatisticamente, todas as cultivares que foram utilizadas como testemunhas. Essa linhagem obteve as maiores estimativas de estabilidade e adaptabilidade, indicando que se trata de um genótipo com alto potencial produtivo, mostrando ter produtividade acima da média em quase todos os ambientes. Além disso, a linhagem CNFC 10429 apresentou alta previsibilidade de desempenho, pelo fato do seu desvio genético ser menor em relação aos demais genótipos. Observa-se na Tabela 1 que essa linhagem apresentou o menor Pi geral, evidenciando uma alta produtividade média, nas condições de cultivo do Estado de Goiás. Além disso, mostrou estabilidade de produção tanto nos ambientes favoráveis quanto nos ambientes desfavoráveis (Tabela 1 e Figura 1), com produtividade abaixo da média apenas em Itumbiara (inverno 2006). As linhagens CNFC 10431 (2297 kg/ha) e 10432 (2286 kg/ha) tiveram média geral de produtividade de grãos, nos 13 ambientes, inferiores a CNFC 10429, mas sem diferença significativa, porém, estatisticamente mostraram ser superiores as testemunhas Iapar 81, Pérola e Magnífico (Tabela 1).

Com relação ao tipo grão preto, a linhagem CNFP 10104 (2394 kg/ha) apresentou média geral de produtividade de grãos, nos 13 ambientes, estatisticamente igual as testemunhas BRS Valente e Uirapuru (Tabela 2). Porém, foi superior as outras duas testemunhas (BRS Grafite e Soberano, mostrando ser produtiva na maioria dos ambientes testados. Essa linhagem apresentou as menores estimativas de "Pi" em relação as demais linhagens testadas, indicando que se trata de um genótipo estável e com produtividade acima da média na maioria dos ambientes (Figura 2). A linhagem CNFP 10104 foi a terceira mais estável, tanto em ambientes favoráveis quanto em ambientes desfavoráveis (Tabela 2 e Figura 2), e portanto não apresenta adaptação específica às condições de alto ou baixo nível tecnológico de produção, com produtividade de grãos acima da média em praticamente todos os ambientes, com exceção de Rio Verde (águas 2005). A linhagem CNFP 10104 apresentou um baixo desvio genético em relação aos demais genótipos, o que indica previsibilidade de desempenho, e portanto maior segurança em uma futura indicação.

Tabela 1 – Produtividade de grãos média, desvios genéticos e resposta geral e a ambientes favoráveis e desfavoráveis de 14 linhagens/cultivares avaliadas no Ensaio de Valor de Cultivo e Uso Carioca (VCUC) no Estado Goiás, ciclo 2005/2006.

Genótipo	Média (kg/há)	Desvios Genético (%)	Pi Geral	Pi Favorável	Pi Desfavorável
1-CNFC 10429	2468 a	43	65971	48615	80847
2-CNFC 10431	2297 ab	61	136102	177986	100201
3-CNFC 10432	2286 abc	77	114534	143596	89624
4-BRS PONTAL	2075 bcd	66	299061	162590	416036
5-CNFC 10410	2069 bcd	56	358179	475818	257346
6-CNFC 10408	2027 cde	83	277964	222387	325601
7-CNFC 10455	1990 de	76	337833	474646	220566
8-CNFC 10438	1987 de	83	308706	412539	219707
9-IAPAR 81	1968 de	82	332382	227093	422630
10-PEROLA	1923 de	72	424105	353587	484549
11-MAGNIFICO	1910 de	76	415936	258826	550602

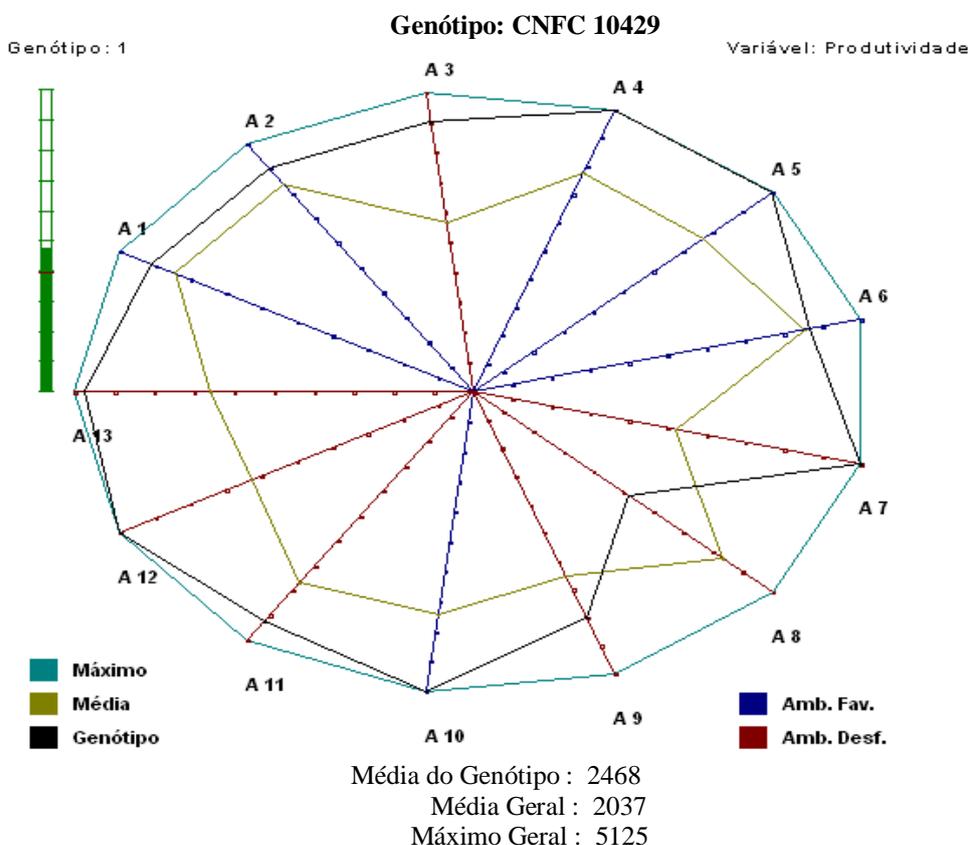
12-CNFC 10470	1880 de	75	451705	300151	581608
13-CNFC 10444	1875 d	86	398542	596425	228928
14-CNFC 10467	1774 e	84	515403	336589	668673

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Produtividade de grãos média, desvios genéticos e resposta geral e a ambientes favoráveis e desfavoráveis de 12 linhagens/cultivares avaliadas no Ensaio de Valor de Cultivo e Uso Preto (VCUP) no Estado Goiás, ciclo 2005/2006.

Genótipos	Média (kg/ha)	Desvios Genético (%)	Pi Geral	Pi Favorável	Pi Desfavorável
1-BRS VALENTE	2462 a	50	41713	20480	54983
2-CNFP 10104	2394 ab	54	69135	28222	94705
3-UIRAPURU	2342 abc	56	93812	100422	89681
4-CNFP 10103	2316 abc	53	115630	44648	159994
5-CNFP 10093	2247 abcd	52	169139	66956	233004
6-CNFP 10206	2181 bcde	61	193801	18822	303162
7-CNFP 10035	2092 cde	76	217881	108513	286235
8-CNFP 10076	2041 de	80	243897	283656	219047
9-BRS GRAFITE	2002 de	61	358257	300418	394407
10-CNFP 10120	1988 e	78	295840	318152	281894
11-CNFP 10109	1957 e	82	304563	134554	410819
12-SOBERANO	1946 e	81	318900	411869	260794

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

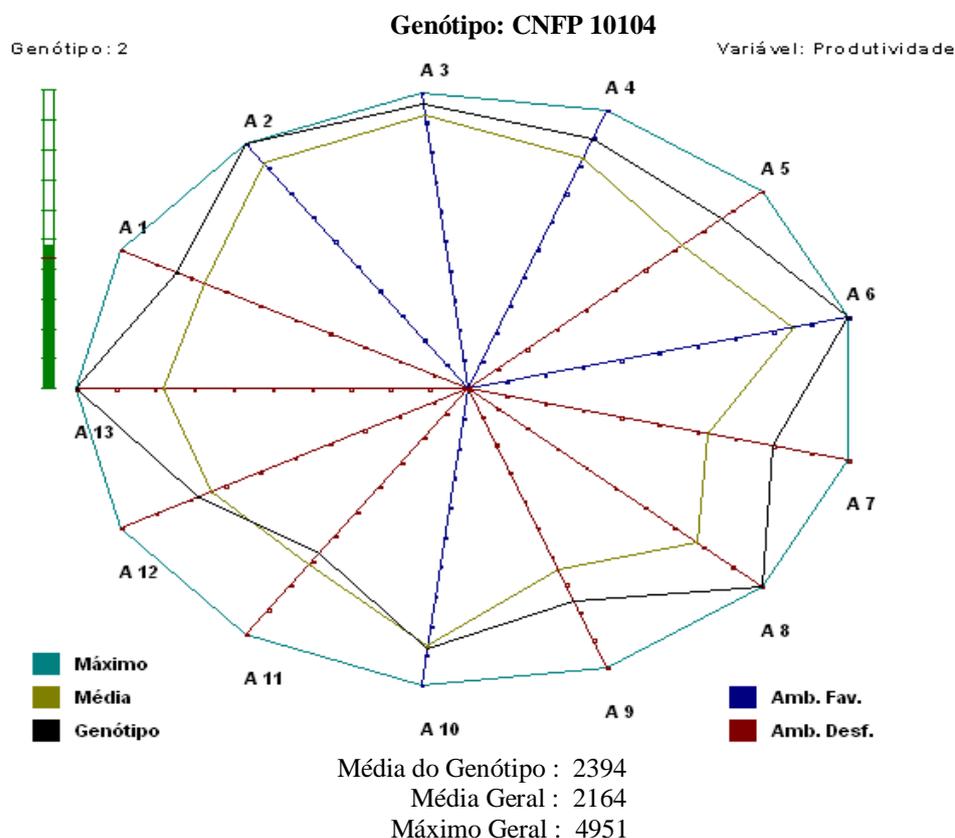


Ambientes

1. Santo Antônio de Goiás-Go (inverno 2006); 2. Santo Antônio de Goiás-Go (inverno 2006); 3. Santo Antônio de Goiás-Go (seca 2006); 4. Santo Antônio de Goiás-Go (águas 2006); 5. Brasília-DF (inverno2006); 6. Urutá-Go (inverno 2006); 7. Urutá-Go (águas

2006); 8. Itumbiara-Go (inverno 2006); 9. Anápolis-Go (seca 2006); 10. Anápolis-Go (águas 2006); 11. Rio Verde-Go (águas 2005); 12. Rio Verde-Go (águas 2006); 13. Porangatu-Go (seca 2006).

Figura 1 – Análise visual de estabilidade e adaptabilidade da linhagem CNFC 10429 avaliada no Ensaio de Valor de Cultivo e Uso Carioca (VCUC) no Estado de Goiás, nas cidades de Santo Antônio de Goiás, Anápolis, Urutaí, Rio Verde, Itumbiara, Porangatu e Brasília, nas épocas das “águas”, “seca” e “inverno”, nos anos de 2005 e 2006.



Ambientes

1. Santo Antônio de Goiás-Go (inverno 2006); 2. Santo Antônio de Goiás-Go (inverno 2006); 3. Santo Antônio de Goiás-Go (seca 2006); 4. Santo Antônio de Goiás-Go (águas 2006); 5. Brasília-DF (inverno2006); 6. Urutaí-Go (inverno 2006); 7. Urutaí-Go (águas 2006); 8. Itumbiara-Go (inverno 2006); 9. Anápolis-Go (seca 2006); 10. Anápolis-Go (águas 2006); 11. Rio Verde-Go (águas 2005); 12. Rio Verde-Go (águas 2006); 13. Porangatu-Go (seca 2006).

Figura 2 – Análise visual de estabilidade e adaptabilidade da Linhagem CNFP 10104 avaliada no Ensaio de Valor de Cultivo e Uso Preto (VCUP) no Estado de Goiás, nas cidades de Santo Antônio de Goiás, Anápolis, Urutaí, Rio Verde, Itumbiara, Porangatu e Brasília, nas épocas das “águas”, “seca” e “inverno”, nos anos de 2005 e 2006.

4. CONCLUSÃO

As linhagens promissoras e com maior adaptabilidade e estabilidade de produção foram a CNFC10429, CNFC 10431 e CNFC 10432 para o tipo de grão carioca e a CNFP 10104, para o tipo de grão preto.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CRUZ, C.D. **Programa genes: Versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística**. Editora UFV: Viçosa, MG, 2001. 648 p.
2. LIN, C.S.; BINNS, M.R. **A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data**. *Can. J. Plant Science*, v.68, n.3, p.193-198, 1988.

FONTE DE FINANCIAMENTO – Embrapa Arroz e Feijão e CNPq.

1. Aluno de Agronomia da Universidade Federal de Goiás e Bolsista PIBIC/CNPq na Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, Santo Antônio de Goiás, Go. CEP 75375-000. E-mail: vilmarpjr@hotmail.com
2. Pesquisadores da Embrapa Arroz e Feijão.
3. Orientadores e Pesquisadores da Embrapa Arroz e Feijão.