

OPINIÃO: A Importância da Produção Vegetal para o Século XXI

PIGO  
SESAI  
SENAI  
IEL  
ICO BRASIL

**SENAI**

# REVISTA **Processos Químicos**

Revista Científica da Faculdade de  
Tecnologia SENAI Roberto Mange

Ano 7  
nº 13  
Jan/Jun  
2013

[www.rpqsenai.org.br](http://www.rpqsenai.org.br)

## Sustentabilidade na Produção Vegetal





ISSN 1981-8521

# REVISTA **Processos Químicos**

Revista Científica da Faculdade de  
Tecnologia SENAI Roberto Mange



Goiânia, v.7, n.13, ano 7, jan/jun 2013.

**Pedro Alves de Oliveira**

Presidente do Conselho Regional do SENAI

**Paulo Vargas**

Diretor Regional do SENAI

**Manoel Pereira da Costa**

Diretor de Educação e Tecnologia

**Ítalo de Lima Machado**

Gerente de Educação Profissional

**Aroldo dos Reis Nogueira**

Diretor da Faculdade de Tecnologia SENAI Roberto Mange

**Joana Darc Silva Borges**

Coordenadora da Área de Química

## Corpo Editorial

Ademir João Camargo

Anselmo Eucana de Oliveira

Carlito Lariucci

Eurípedes de Almeida Ribeiro Júnior

Gilberto Lúcio Benedito Aquino

Guilherme Roberto de Oliveira

Hamilton Barbosa Napolitano

Joana Darc Silva Borges

José Daniel Gonçalves Vieira

Kleber Carlos Mundim

Manoel Pereira da Costa

Maria Assima Bittar Gonçalves

Roberta Signini

Solemar Silva Oliveira

---

Revista Processos Químicos / SENAI.

Departamento Regional de Goiás - v.7,

n.13 (jan/jun, 2013). Goiânia: SENAI/

DR. Gerência de Educação Profissional /  
Faculdade de Tecnologia SENAI Roberto  
Mange, 2013.

v.: il.

Semestral

Núcleo de Material Didático da Gerência  
de Educação Profissional do SENAI/DR/GO

Capa e Diagramação: Juliano Rodrigues

Revisão: Fernanda Marques

ISSN 1981-8521

1. Educação Profissional - Periódicos. 2.  
Processos Químicos.

I. SENAI. Departamento Regional de  
Goiás

CDD - 540

---

Tiragem: 2.000 exemplares

**Faculdade de Tecnologia**

**SENAI Roberto Mange**

Av. Engenheiro Roberto Mange, nº 239

Bairro Jundiaí - CEP 75113-630 - Anápolis-GO

Fone: (62) 3902-6200 - Fax: (62) 3902-6226

e-mail: revistapq.senai@sistemapq.org.br

## ARTIGO CONVIDADO

- 09 *Sustentabilidade na Produção Vegetal*  
Adilson Pelá

## ARTIGOS GERAIS

- 15 *Mamíferos em Ambientes Cortados por uma Rodovia no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro*  
Maressa R. Prado-Cacau, Ednaldo C. Rocha, Gumercindo S.Lima & Gisele M. Lessa

- 21 *Produtividade de Plantas de Pinhão Manso Cultivadas em Diferentes Espaçamentos*  
Marcus V. P. Cassiano, Luis F. O. Borges, Alainy C. S. Nascente, Pollykennya K. F. Alves, Victor P. Godoi, Larissa P. Borges, Mariana S. Carmo & Fábio S. Matos

- 27 *Desenvolvimento de Cultivares de Alface em Sucessão a Leguminosas*  
Gesiane R. Guimarães, Faber S. Pereira, Alexandre M. E. Oliveira, Ednaldo C. Rocha & Roberli R. Guimaraes

- 31 *Adução Nitrogenada de Sorgo Avaliada pelo Teor de Clorofila com Método Convencional e por Medidor Portátil*  
Vitor C. M. Barretto, Alex da Silva, José M. G. Beraldo, Mara C. P. Cruz & Manoel E. Ferreira

- 37 *Diferentes Períodos de Fermentação de Sementes para Produção de Mudas de Pitombeira em Ambientes Protegidos*  
Cleiton G. S. Benett, Murilo F. Pelloso, Miriam F. Lima, Katiane S. S. Benett, Edilson Costa, Mateus L. Secretti & Fabrício Rodrigues

- 43 *Simulação de Déficit Hídrico em Diferentes Genótipos de Feijão pela Diminuição do Potencial Osmótico*  
Daiane M. Duarte, Diana C. Silva, Ednaldo C. Rocha, Helton S. Pereira & Fabrício Rodrigues

- 51 *Eficiência Nutricional de Híbridos de Sorgo Granífero ao Fósforo Avaliados sob Diferentes Condições Ambientais*  
Fabrício Rodrigues, Mylla C. Ribeiro, Felipe R. Costa, Leandro F. Damaso, Jéssica S. Pacheco, Daiane M. Duarte & Cleiton G. S. Benett
- 59 *Adubação Orgânica e Mineral na Cultura do Milho*  
André L. S. Pereira, Adilson Pelá, Gláucia M. Pelá, Rogério N. Gonçalves, Rodrigo T. Mendes, Odilon P. M. Júnior
- 67 *Uso de Pó de Basalto como Alternativa na Adubação da Cultura da Alfaca*  
Thiago P. Rezende, Adilson Pelá & Gláucia M. Pelá
- 73 *Toxicidade de Extratos de Sementes de *Jatropha curcas* e *Azadirachta indica* à *Plutella xylostella**  
Paulo V. Sousa, Flávio G. Jesus, Márcio S. Araújo, Fábio S. Matos & Leandro Bacci

## OPINIÃO

- 77 *A Importância da Produção Vegetal para o Século XXI*  
Fabrício Rodrigues

# Apresentação

O desenvolvimento da economia brasileira está diretamente relacionado à saúde de setores-chave, como é o caso da indústria e da agropecuária que, no ano de 2012, tiveram uma composição de mais de 30% do Produto Interno Brasileiro. Para alavancar a participação desses setores, são imprescindíveis investimentos em pesquisa e consequente inovação tecnológica. Nesse sentido, nichos de pesquisa que alinhem a sustentabilidade das atividades agrícolas à produção vegetal tornam-se uma vertente de grande importância na dinamização agropecuária. A produção vegetal, vinculada à sustentabilidade, pode trazer benefícios ao mercado agropecuário, tais como: (1) desenvolvimento de novas tecnologias que permitam a exploração agrícola cada vez mais eficiente, visando à melhoria da qualidade de vida dos cidadãos; (2) conhecimento de aspectos teóricos e práticos do desenvolvimento sustentável, bem como preservação do ambiente e (3) aplicação de conhecimentos científicos em benefício à sociedade.

Considerando a necessidade de uma ampliação da agropecuária na composição do desenvolvimento da economia brasileira, a Revista Processos Químicos lança seu décimo terceiro volume com artigos, abordando temas relacionados à “Produção Vegetal: Sustentabilidade e Mercado”. Neste volume, serão disponibilizados artigos que discutem questões relacionadas ao desenvolvimento de novas tecnologias para otimização de cultivos no cerrado, bem como o impacto ambiental, social e econômico dessas tecnologias.

**Valter Henrique Carvalho Silva**

Coordenador do Núcleo de Estudos e Pesquisas  
FATEC SENAI RM





# Sustentabilidade na Produção Vegetal

Adilson Pelá

Para atender à demanda, o crescimento da produção agrícola continuará a ser indispensável nas próximas décadas, principalmente dos produtos básicos usados na alimentação humana. A busca pela sustentabilidade da produção vegetal determina a preocupação com a forma utilizada para aumentar a produção agrícola, em termos de poluição ambiental, esgotamento ou degradação dos recursos naturais, alm de questões sociais, culturais e econômicas. Em muitas práticas ou sistemas agrícolas, como a produção de agroenergia, a integração lavoura-pecuária-floresta, a agroecologia e o manejo integrado de pragas e doenças são identificados como aspectos mais sustentáveis que aqueles praticados na agricultura tradicional. A percepção de problemas de ordem econômica, ambiental e social deve constantemente nortear o ajustes do modelo de produção agrícola atual, em busca da sustentabilidade.

**Palavras-chave:** *sistemas conservacionistas; recursos naturais; preservação.*

The growth of agricultural production will continue to be essential in the coming decades, particularly commodity used in food. The quest for sustainability of crop production should guide the form used to increase agricultural production, to reduce environmental pollution, depletion and degradation of natural resources, without disregarding the social, cultural and economic. In many practices or farming systems, such as the production of bioenergy, the integrated crop-livestock-forestry, agro-ecology and integrated pest and diseases are identified aspects more sustainable than those practiced in traditional agriculture. The perceived problems of an economic, environmental and social must constantly guide the model fits the current agricultural production, in pursuit of sustainability.

**Keywords:** *conservation systems; natural resources; preservation.*

## Introdução

Um dos maiores desafios da atualidade consiste em assegurar o acesso mundial à alimentação, face ao impacto das mudanças climáticas e ao esgotamento dos recursos naturais não renováveis. Atualmente 850 milhões de pessoas passam fome no mundo. Dessas, 820 milhões vivem em países em desenvolvimento, que também serão os mais afetados pela mudança no clima.

Em 1947, quando foi publicada a primeira edição de *The State of Food and Agriculture*, metade da população era cronicamente desnutrida, com consumo inadequado de energia. A partir da modernização da agricultura, esse percentual caiu para 12,5. Porém, 868 milhões de pessoas ainda permanecem subnutridas em termos de consumo de energia e estima-se que 2 bilhões de pessoas sofrem deficiências de um ou mais micronutrientes<sup>1</sup>.

O desafio da sustentabilidade agrícola aponta para o paradigma de se incorporar um padrão produtivo que garanta a segurança alimentar sem agredir o meio ambiente<sup>2</sup>. O crescimento da produção agrícola contribui para melhorar a nutrição, principalmente em países, cuja economia é essencialmente agrícola, tanto por meio da geração de renda quanto da redução no preço dos alimentos, tornando-os mais acessíveis à população<sup>1</sup>. Para atender à demanda, o crescimento da produção agrícola continuará a ser indispensável nas próximas décadas, principalmente dos produtos básicos usados na alimentação humana, que deverá crescer cerca de 60%<sup>1</sup>. Maiores esforços devem ser dirigidos para intervenções que promovam a diversificação da produção dos pequenos agricultores, como sistemas agrícolas integrados<sup>1</sup>. Assim, poderão ser melhor atendidas as necessidades nutricionais quantitativas e qualitativas.

Existe, porém, a preocupação com a forma utilizada para aumentar a produção agrícola, em termos de poluição ambiental, esgotamento ou degradação dos recursos naturais, além de questões sociais, culturais e econômicas. Daí o surgimento do conceito de sustentabilidade na produção vegetal. Em 1987, a Comissão Mundial do Ambiente e do Desenvolvimento define desenvolvimento sustentável como aquele que satisfaz as necessidades das gerações presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazer as suas próprias necessidades.

Considera-se como suporte para a sustentabilidade o tripé formado pelos aspectos econômicos, ambientais e sociais. Embora, muitos defendam que estes devam ser priorizados nessa ordem, focando primeiro a prosperidade econômica, depois, a preocupação com qualidade ambiental e, por último, um elemento que o mundo dos negócios tende a desconsiderar: a justiça social. Porém, o conceito de tripé exige equilíbrio entre todos, sob pena de insustentabilidade.

Na produção vegetal, a conceituação de sustentabilidade caminha no mesmo sentido. A agricultura sustentável adota práticas produtivas, competitivas e eficientes, além de proteger e melhorar o ambiente e o ecossistema global, bem como as condições sócio-econômicas das comunidades locais, em consonância com a dignidade humana<sup>3</sup>. Torna-se necessário, cada vez mais, então, adequar os sistemas agrícolas a esses conceitos.

O termo sustentabilidade tem sido adotado com forte conotação valorativa, refletindo mais uma expressão dos desejos e valores de quem as exprime do que algo concreto de aceitação gera<sup>4</sup>. É necessário interpretar a sustentabilidade como um espaço em constante transformação e adaptação num mundo que é continuamente afetado pela mudança<sup>5</sup>.

A busca do desenvolvimento sustentável representa um dos maiores desafios para a humanidade e, em especial, para o Brasil. Ao longo de séculos, o modelo de desenvolvimento no país tem evoluído do extrativismo e da agricultura de subsistência para exploração agroindustrial intensa, com a aplicação de tecnologias modernas e, em muitos casos, com ocupação e utilização desordenada dos recursos do ambiente, o que coloca em risco a nossa rica base de recursos naturais<sup>6</sup>.

O aumento da produtividade das lavouras, pelo processo de modernização agrícola, tem provocado impactos ambientais indesejáveis, principalmente, por práticas inadequadas de manejo do solo e de culturas<sup>7</sup>. Entre os problemas ambientais verificados com a modernização da agricultura destacam-se a destruição das florestas e da biodiversidade genética, a erosão dos solos e a contaminação dos recursos naturais e dos alimentos<sup>8</sup>.

A priorização da produtividade das culturas agrícolas, a qualquer custo, tem como consequências

sócioambientais a contaminação do solo e das águas (superficiais e subterrâneas) pelo uso maciço de agrotóxicos e adubos; a simplificação dos ecossistemas e promoção de desequilíbrios ecológicos devido ao uso de meios exclusivamente químicos para controle de plantas daninhas, pragas e doenças, resultando na seleção de organismos resistentes, bem como necessidade de intensificação das dosagens dos agrotóxicos e da mistura de vários produtos<sup>4</sup>.

Podemos citar como exemplo de insustentabilidade desse modelo agrícola a desestabilização social de comunidades tradicionais do Cerrado e Pantanal do Mato Grosso (indígenas, ribeirinhos, camponeses pantaneiros). Nessa constata-se problemas como a destruição de germoplasma, que gerou prejuízo de valor incalculável para a diversidade; a contaminação dos trabalhadores rurais e transferência para o setor de saúde pública dos encargos sócioeconômicos do tratamento; forte concentração das terras e da renda gerada; modelo de produção muito sujeito à variação cambial<sup>4</sup>.

Os recursos-chave para a produção de alimentos, com sementes, solo, matéria orgânica, água, entre outros, são renováveis, o que deveria permitir que a agricultura fosse uma atividade altamente sustentável. Porém, verifica-se que o padrão atual usado na produção vegetal tem características que mais o aproximam de uma indústria extrativa, o que tende a torná-lo não-sustentável. A atividade agrícola ainda pode envolver custos não-ambientais, como impactos para os trabalhadores, para as comunidades, as regiões e os consumidores, em diferentes graus, de acordo com a atividade<sup>6</sup>.

Ações voltadas para o uso racional e manejo dos recursos naturais, principalmente do solo, da água e da biodiversidade visam promover agricultura sustentável, aumentar a oferta de alimentos e melhorar os níveis de emprego e renda no meio rural<sup>9</sup>. Assim, atingir a sustentabilidade pode ser uma simples questão de adequação tecnológica, ou então algo bem mais complexo, como a construção de uma nova ordem social mais justa no âmbito planetário<sup>10</sup>.

Ao analisar os conceitos de sustentabilidade percebe-se a dificuldade que existe ao se considerar um sistema de produção agrícola sustentável, pela necessidade de previsão do futuro. Na realidade, o que se consegue é uma redução relativa dos problemas ambientais e sociais

dentro da viabilidade econômica da produção agrícola.

Existe esforço grande decorrente das pressões exercidas por vários agentes da sociedade, em desenvolver e/ou demonstrar os aspectos ou características que contribuem com maior sustentabilidade da produção vegetal. Um dos maiores desafios enfrentados pela discussão sobre o desenvolvimento sustentável é a elaboração de metodologias aplicadas que permitam avaliar a sustentabilidade de diferentes projetos, tecnologias ou agroecossistemas em situações concretas<sup>11</sup>. Normalmente, procura-se extrair a essência de um conjunto de informações complexas sobre determinada realidade. Assim como o surgimento de algumas doenças de plantas chegou a determinar mudanças de hábitos na população, a sustentabilidade, na atualidade, poderá apresentar resultado semelhante. Em todas as atividades agrícolas, podemos identificar práticas que colaboram com a sustentabilidade, mesmo naquelas consideradas por muitos como insustentáveis, como nos sistemas de produção das *commodities* agrícolas.

Um dos pilares da sustentabilidade, os impactos ambientais estão se tornando um tema cada vez mais importante no mundo, com pressão oriunda de uma série de fontes, como autoridades governamentais locais e nacionais, reguladores, associações comerciais, clientes, colaboradores e acionistas, e principalmente dos consumidores. Por meio de sistemas de certificação internacionais, as exigências sociais conseguem ser contempladas porque envolvem diretamente a comercialização dos produtos.

## Sistemas de Cultivo ou Práticas Agrícolas que Contribuem com a Sustentabilidade

### PRODUÇÃO DE AGROENERGIA

O consumo energético no cenário mundial está em contínuo crescimento, o que desperta a consciência coletiva para a necessidade de aumento da produção e a diversificação da matriz energética, de forma a suprir a demanda. Ao mesmo tempo, é necessário reduzir os impactos nocivos ao meio ambiente, em especial os relativos ao aquecimento global, e suas consequências no futuro do planeta.

O Brasil é referência na produção de agroenergia, principalmente, por meio de programas como os do etanol e do biodiesel. O País tem atraído a atenção do mundo por ofertar alternativas econômica e ecologicamente viáveis à substituição dos combustíveis fósseis. Menos poluente e mais barata, a geração de energia com o uso de produtos agrícolas representa a segunda principal fonte de energia primária do País. O consumo do álcool supera o da gasolina e o biodiesel já conta com participação relevante na matriz de combustíveis no País em mistura obrigatória com a gasolina. A produção e o processamento de cana-de-açúcar no Brasil são gerenciados pelo setor privado, que obtém os menores custos de produção do mundo.

Conforme resultados preliminares publicados no BEN 2012, a biomassa derivada da cana-de-açúcar e de resíduos atingiu 15,7% e lenha e carvão 9,7% no provimento de energia de fontes renováveis na matriz energética brasileira. A perspectiva é de que futuramente essas fontes renováveis sejam ampliadas com o uso de biomassas processadas com tecnologias mais modernas, como a produção de etanol, a partir da celulose, e com o desenvolvimento de pesquisas agropecuárias, com estudos sobre oleaginosas, aptidões agrícolas e produtividade, com a finalidade de otimizar a produção de biodiesel.

### **PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA**

Os sistemas de produção agrícola do tipo ecológico, como a agricultura orgânica, têm apresentado resultados satisfatórios do ponto de vista econômico, ambiental e social<sup>12</sup>. O objetivo da produção orgânica vegetal e animal é promover qualidade de vida com proteção ao meio ambiente. Sua principal característica é não utilizar agrotóxicos, adubos químicos ou substâncias sintéticas que agredam o meio ambiente. Para ser considerado orgânico, o processo produtivo contempla o uso responsável do solo, da água, do ar e dos demais recursos naturais, respeitando as relações sociais e culturais. O Brasil já ocupa posição de destaque na produção mundial de orgânicos.

A produção orgânica procura estabelecer relação de confiança entre produtor e consumidor, mediante controle de qualidade, feito por meio de uma Certificação por Auditoria ou por um Sistema Participativo de Garantia. Os agricultores familiares são os únicos autorizados a

realizar vendas diretas ao consumidor sem certificação, desde que integrem alguma organização de controle social cadastrada nos órgãos fiscalizadores.

Ações governamentais são de extrema importância e devem permear um campo de atuação multivariado, passando pelas áreas do ensino, ciência e tecnologia (formação e pesquisa agrícola); social (organização de produtores e consumidores); técnica (extensão rural); fomento (comercialização e mercado), além do apoio em relação às áreas da legislação; certificação; linhas de crédito e financiamento específicos; divulgação; informação e consumo responsável de produtos orgânicos<sup>14</sup>.

### **INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA**

A otimização e a intensificação do uso das áreas agricultáveis é necessidade para atender a demanda por alimentos e matérias-primas. A Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) promove a recuperação de áreas de pastagens degradadas por meio da associação com diferentes sistemas produtivos, como os de grãos, fibras, carne, leite e agroenergia. Dessa forma, permite a diversificação das atividades econômicas na propriedade e minimiza os riscos de frustração de renda por eventos climáticos ou por condições de mercado, ao mesmo tempo, explorando melhor o potencial produtivo das áreas agrícolas.

Ainda predominam, na paisagem, pastagens degradadas, e 80% destas apresentam algum grau de degradação. Por outro lado, muitas áreas utilizadas com lavouras ficam ociosas durante algum período do ano. Tanto a pecuária quanto a agricultura podem se beneficiar da integração. A adoção da ILPF ajuda a reduzir o uso de agroquímicos, a necessidade abertura de novas áreas para fins agropecuários e o passivo ambiental. Possibilita, ao mesmo tempo, o aumento da biodiversidade e do controle dos processos erosivos com a manutenção da cobertura do solo. Aliada a práticas conservacionistas, como o plantio direto, constitui-se em uma alternativa econômica e sustentável para elevar a produtividade de áreas degradadas.

Depois do sistema de plantio direto, a ILPF apresenta potencial para revolucionar o agronegócio brasileiro, que já é considerado um dos mais eficientes do mundo. Aos poucos se destacam na paisagem propriedades com

áreas compostas de pastagens verdes mesmo ao final do período seco na região do Cerrado, onde o sistema foi adotado. Os bons resultados, no início, servem como incentivo, e no final acaba se tornando necessidade.

## MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS, DOENÇAS E PLANTAS DANINHAS

O manejo integrado de pragas e doenças é uma estratégia de controle múltiplo de infestações que se fundamenta no controle ecológico por meio de táticas de controle que interfiram minimamente com esses fatores. O objetivo desse é diminuir as chances dos insetos ou doenças de se adaptarem à alguma prática de controle isolada. Visa manejar a cultura para que as plantas possam expressar sua resistência natural às pragas e patógenos e possam ser protegidos os organismos benéficos.

Quando bem empregada, a técnica do Manejo Integrado de Pragas e Doenças (MIP) limita os efeitos potenciais prejudiciais agrotóxicos à saúde pública e ao ambiente natural.

O objetivo dessa estratégia não é o de eliminar os agentes, mas reduzir sua população, de modo a permitir que seus inimigos naturais permaneçam na plantação, agindo sobre suas presas e favorecendo a volta do equilíbrio natural perdido com o uso de defensivos agrícolas. Dessa forma, requer o entendimento do sistema da plantação como um todo e o conhecimento das interações ecológicas entre os insetos praga, seus inimigos naturais. O ambiente onde é realizado o cultivo baseia-se no conhecimento do nível de tolerância das culturas, sem refletir em perda econômica substancial, envolvendo o acompanhamento constante para estimar o grau de abundância e severidade da infestação.

As táticas usuais do Manejo Integrado de Pragas consistem na utilização de sementes resistentes ou tolerantes ao ataque de pragas e/ou doenças; na adoção de certas práticas agrícolas, como a rotação de culturas, seleção de áreas de plantio, plantio de culturas-armadilhas, e ajuste do plantio e colheita na época menos favorável às infestações; controle físico e mecânico, como valas e coberturas plásticas, que dificultam a locomoção dos insetos para as culturas controle biológico. Recorre-se ao controle químico, somente quando as táticas anteriores mostraram-se ineficazes e ultrapassar o nível de dano econômico.

## Considerações Finais

A sustentabilidade na agricultura é uma meta a ser alcançada, porém, a complexidade dos fatores envolvidos dificulta a sua avaliação. De acordo com a própria conceituação, é impossível considerar um sistema sustentável, uma vez que envolveria a previsão do futuro. Porém, essa incerteza não deve se constituir num argumento para deixar de adotar as práticas que, além de economicamente viáveis, sejam ambientalmente corretas e socialmente justas. A percepção de problemas de ordem econômica, ambiental e social devem constantemente nortear o ajustes do modelo de produção agrícola atual, em busca da sustentabilidade.

## Referências

1. FAO - Food And Agriculture Organization Of The United Nations. World food and agriculture. FAO Statistical Yearbook **2013**.
2. Cunha, SK; Boszczowski, A.K. Facco, C.A. Ecologização do sistema setorial do sistema de produção da soja no Brasil. *Agroalimentaria*. v.17 n.32, p. 71-86. **2011**.
3. Hani F., Pintér, L., Herren, H.R. From common principles to common practice. INFASA /IISD/ SHL, Bern, **2006**,248p.
4. Santos, J. W. M. C.. Ritmo climático e sustentabilidade sócio-ambiental da agricultura comercial da soja no sudeste de Mato Grosso. *Revista do Departamento de Geografia*, V.17, p. 61-82,**2005**.
5. Vicente, R. S. Avaliação da sustentabilidade ao nível da Exploração agrícola: aplicação do modelo RISE na região demarcada do Douro. Dissertação de mestrado em Engenharia Agronômica. 75f. Universidade Técnica de Lisboa. **2010**.
6. Lopes, M. A agricultura e o desafio da sustentabilidade. 2007. Disponível em: <http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2007/artigo.2007-02-14.4893566264/#> Acesso em 24/07/**2013**.
7. Barbosa, L.G.A.; Thomé, H.V.; Ratz, R.J.; Moraes, A.J. Para além do discurso ambientalista: percepções, práticas e perspectivas da agricultura agroecológica. *Ambiência*, v.8 n.2 p. 389 – 40, **2012**.
8. Balsan, R. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira. *Campo- Território: Revista de Geografia Agrária*, v.1, n.2, p.123-151, **2006**.
9. FAO/INCRA Diretrizes de Política Agrária e Desenvolvimento Sustentável. Brasília, **1994**. 24p. (Versão resumida do relatório final do projeto UTF/BRA/036).
10. Moreira, J.R. A formação interdisciplinar e o desenvolvimento sustentável. In. *Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água*. 10., **1994**,
11. Florianópolis. Anais. Florianópolis. Epagri, **1994**, 428p. p.25-32.

12. Mangabeira, J. A. de C.; Romeiro, A. R.; Azevedo, E. C. de; Zaroni, M. M. H. Tipificação de sistemas de produção rural: a abordagem da análise de correspondência múltipla em Machadinho d Oeste-RO. Campinas: Embrapa, **2002**. 30 p. (Embrapa monitoramento por satélite - circular técnica, 8).
13. BEN – Balanço Energético Nacional 2012. Disponível em: [https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2012.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2012.pdf). Acesso em: 09/08/2013.
14. Assim, R. L. de. Agroecologia no Brasil: análise do processo de difusão e perspectivas. Tese (Doutorado) - Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas. **2002**.
15. Melão, I.B. Desenvolvimento rural sustentável a partir da

agroecologia e da agricultura orgânica: o caso do Paraná. Ipardes. Nota técnica n.8, **2010**. 25p.

---

### Adilson Pelá

Universidade Estadual de Goiás, UnU - Ipameri, GO  
e-mail: [adilson.pela@ueg.br](mailto:adilson.pela@ueg.br)

# Mamíferos em Ambientes Cortados por uma Rodovia no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro

Maressa R. Prado-Cacau, Ednaldo C. Rocha, Gumerindo S. Lima & Gisele M. Lessa

Este trabalho compara a riqueza e a frequência de registros de espécies de mamíferos de médio e grande porte entre três diferentes distâncias paralelas à rodovia BR 482, que cruza o Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais. Foram estabelecidos dois *grids*, compostos por três transectos de 300 m cada, paralelos à rodovia e distantes dela 10, 80 e 150 m, respectivamente. As riquezas, observada e estimada, foram ligeiramente maiores no transecto mais distante da rodovia, mas os valores são estatisticamente semelhantes. A frequência de registros das espécies também se mostrou estatisticamente semelhante entre as três distâncias da rodovia.

**Palavras-chave:** *unidade de conservação; mastofauna; impacto ambiental.*

This work to compare of the richness and frequency of records of mammal species of medium and large body in three different distances parallel to the road BR 482, crossing the State Park of Serra do Brigadeiro, Minas Gerais. It was established two grids composed by three transects of 300 m each, parallels to the road in a distance of 10, 80 and 150 m respectively. The richness, observed and estimated, were slightly higher in transect the most distant from the road, but the values are statistically similar. The frequency of records of species was also statistically similar between the three distances of the road.

**Key words:** *conservation unit; mammal fauna; environmental impact.*



## Introdução

A drástica redução de habitats e o isolamento genético das populações é uma das graves consequências do processo de desmatamento e fragmentação que a Floresta Atlântica tem sofrido. A ameaça à biota nativa também pode ocorrer de maneira sutil, como a limitação do potencial de dispersão e colonização, pois muitas espécies de mamíferos, aves e insetos não atravessam nem mesmo faixas estreitas de ambiente aberto, devido ao perigo de predação<sup>1</sup>.

Os impactos causados na fauna, por estradas internas em áreas destinadas à conservação, têm sido pouco avaliados e discutidos nos estudos brasileiros de impacto ambiental e ecologia. Apesar disso, sugere-se que a barreira formada pelas estradas internas, além de fragmentar a paisagem, interrompe o fluxo de algumas espécies e causa expressiva alteração nas relações ecológicas entre as espécies que utilizam a borda da mata<sup>2</sup>. Tal perturbação torna-se mais acentuada quando aliada a outros efeitos, como a poluição sonora; liberação de gases; trânsito intenso de veículos automotivos; atropelamento de fauna e maior incidência de entrada de fogo<sup>3</sup>. O grau de ameaça e a importância ecológica dos mamíferos de médio e grande porte tornam evidente a necessidade de se incluir informações sobre estes animais em inventários e diagnósticos ambientais<sup>4</sup>, duas atividades essenciais para se conhecer e definir estratégias de proteção à biodiversidade<sup>1</sup>.

No Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), estado de Minas Gerais, Sudeste do Brasil, os primeiros estudos sobre os mamíferos são datados de 1935 e, dentre a listagem de espécies, destacam-se os registros de anta *Tapirus terrestris* (Linnaeus, 1758), hoje extinta na região, e a captura de um exemplar de muriqui-do-norte *Brachyteles hypoxanthus* (Kuhl, 1820). A partir de 1992, iniciou-se uma série de estudos com a mastofauna do local, sendo recente a caracterização do grupo de mamíferos de médio e grande porte<sup>5</sup>.

Visando complementar os estudos sobre os mamíferos do PESB, o presente trabalho utilizou o método de armadilhas de pegadas, com o objetivo de avaliar e comparar a riqueza de espécies e a frequência de registros de mamíferos de médio e grande porte em

três diferentes distâncias (10, 80 e 150 m) paralelas à rodovia BR 482, a qual cruza o PESB.

## Material e Métodos

### ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está inserida no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), criado na década de 70 e legalizado em 1996 (Decreto Estadual nº 38.319), localizado na Zona da Mata mineira (entre as coordenadas geográficas de longitudes 42°40', 40°20'W e latitudes 20°33' e 21°00'S) e possui área total de 13.210 ha. O parque apresenta formato bem peculiar, pois seu eixo principal se estende no sentido nordeste - sudoeste, de forma irregular, comprida e estreita. Possui relevo bastante acidentado, abrangendo as partes mais elevadas de um conjunto de serras integrantes da Cadeia da Mantiqueira, com altitudes variando de 1.000 a 1.985 m<sup>6</sup>.

A região apresenta precipitação média anual de 1.500 mm, com duas estações climáticas bem definidas: seca, de junho a agosto e chuvosa nos demais meses. O clima da região é do tipo mesotérmico médio (CWb)<sup>6</sup>. A vegetação típica é a Floresta Estacional Semidecidual Sub-Montana, com ocorrência de campos de altitude. As áreas de floresta são, em sua maioria, secundárias, advindas da regeneração posterior ao grande desmatamento realizado nos anos 70<sup>7</sup>.

Desde a sua criação, o PESB já era dividido pela BR 482, o principal meio de acesso dos moradores do entorno às cidades maiores<sup>8</sup>. Essa rodovia foi definida, no Plano de Manejo do parque, como zona de uso conflitante e possui como normas a sua fiscalização intensiva e a proibição de velocidades superiores a 30 km/h e uso de buzinas<sup>7</sup>. A rodovia apresenta-se muito sinuosa e ainda não foi pavimentada. Durante o período de realização do estudo, de fevereiro a agosto de 2008, o fluxo médio de veículos na rodovia foi de 775 veículos/mês, sendo que somente 25% corresponderam à visitação.

Dentre os diversos problemas enfrentados pelo parque, além da rodovia cruzando a unidade de conservação, podem ser citados ainda a caça de animais silvestres, o furto de espécies de bromélias e orquídeas e o fogo, prática comum na limpeza de pastagens nas propriedades lindeiras<sup>9</sup>.



## COLETA DOS DADOS

O método utilizado neste trabalho foi o rastreamento de pegadas em *grids* de amostragem estruturados especificamente para esse fim. Foram escolhidos dois pontos da rodovia (BR 482), nas proximidades da sede administrativa do PESB, onde foram instalados os *grids*, os quais possibilitaram a instalação das parcelas em áreas planas num trecho mínimo de 300 m. Foram estabelecidos dois *grids* (G1 e G2), compostos por três transectos de 300 m cada, paralelos à rodovia, sendo o primeiro distante 10 m desta e os demais distantes entre si 70 m em direção ao interior da floresta. Cada transecto continha 10 parcelas de 1 x 1 m cada, com uma distância aproximada de 30 m entre elas (Figura 1).

O *grid* G1 (coordenadas do ponto central: 42°28'22" S e 20°43'31" O), localizado perto da sede do PESB, foi local de pastagem pertencente a uma propriedade particular até o final de década de 1990. Já o *grid* G2 (coordenadas do ponto central: 42°28'8" S e 20°43'53" W), que fica mais distante da sede e próximo da portaria "Pedra do Pato", foi lavoura no passado.

As parcelas foram instaladas com auxílio de uma enxada, para revolver o substrato do próprio transecto<sup>10</sup>, e posteriormente o solo foi peneirado para facilitar a impressão e visualização das pegadas. As parcelas foram iscadas inicialmente com frutas (n=380) e depois com carne – toucinho e sardinha (n=520). A mudança ocorreu na tentativa de aumentar atratividade da isca.

Os rastreamentos ou vistorias ocorriam no dia seguinte ao preparo das parcelas, momento em que todas as pegadas velhas existentes nas parcelas eram apagadas. As parcelas eram iscadas diariamente e, quando necessário, tinham o folhço removido e o substrato peneirado. A cada visita, as parcelas eram rigorosamente inspecionadas e, quando encontradas pegadas, estas eram identificadas com auxílio de guias de campo<sup>11, 12</sup>, registradas e fotografadas. Neste estudo, seguiu-se a classificação taxonômica de Wilson e Reeder<sup>13</sup>. Realizaram-se 10 campanhas de campo, de fevereiro a agosto de 2008, totalizando 900 parcelas vistoriadas (480 no G1 e 420 no G2), sendo que cada campanha era composta por três dias.

## ANÁLISE DOS DADOS

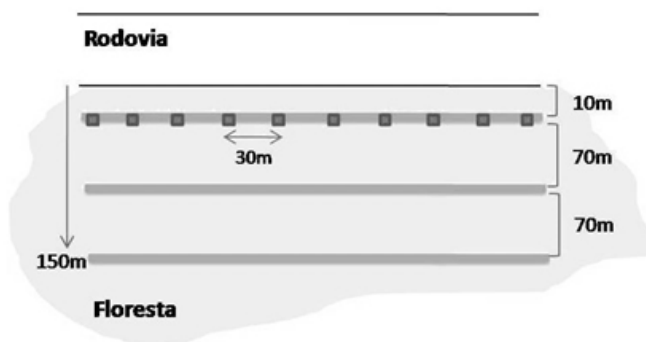
A análise estatística dos dados foi conduzida, utilizando como unidade amostral cada vistoria em cada transecto contendo 10 parcelas. Assim, o *grid* G1 contou com 48 unidades amostrais e o *grid* G2 com 42.

A partir dos dados de presença ou ausência de pegadas de cada espécie nas parcelas de cada transecto, estimou-se a riqueza de espécies para cada *grid* e entre os transectos de cada área, pelo estimador Jackknife<sup>14</sup>, utilizando o Programa EstimateS versão 8.2<sup>15</sup>.

Determinou-se a intensidade de uso de hábitat por meio da frequência de registros de pegadas de cada espécie nos transectos em cada distância da rodovia. Para a realização dessa análise, os dados dos dois *grids* provenientes da mesma distância da rodovia foram agrupados. Esses dados foram analisados por meio do teste Qui-Quadrado de independência ( $X^2$ ), no intuito de avaliar se a frequência de registros de cada espécie de mamífero diferiu significativamente entre as três distâncias da rodovia (10, 80 e 150 m).

## Resultados

Registros de 14 taxas, 13 espécies mais a categoria pequenos mamíferos (Tabela 1), foram obtidos durante a realização deste estudo, sendo que duas espécies encontram-se ameaçadas de extinção no Brasil<sup>16</sup>: *Leopardus tigrinus* (Schreber, 1775) e *Leopardus pardalis* (Linnaeus, 1758). Nove táxons foram registrados no *grid* G1 e 11 no *grid* G2. Aproximadamente, 33% das parcelas vistoriadas apresentaram no mínimo um registro de pegadas de mamífero. Por sua vez, a riqueza estimada



**Figura 1.** Representação de um dos *grids* de coleta de dados no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB). Cada *grid* era composto por três transectos instalados a partir de 10 m paralelos a borda da BR 482 e cada transecto continha 10 parcelas de 1 x 1 m, distantes 30 m entre si.

Tabela 1. Comparação da frequência de registros das espécies de mamíferos entre 10, 80 e 150 m da rodovia, no PESB, pelo teste  $\chi^2$  (g.l. = 2;  $p < 0,05$ ).

| Taxa                                            | Frequência de ocorrência acumulada |      |       | $\chi^2$ | Probabilidade |
|-------------------------------------------------|------------------------------------|------|-------|----------|---------------|
|                                                 | 10 m                               | 80 m | 150 m |          |               |
| <i>Sylvilagus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758) | 0                                  | 0    | 2     | 4,09     | 0,13          |
| <i>Didelphis aurita</i> (Wied, 1826)            | 11                                 | 10   | 16    | 2,85     | 0,24          |
| <i>Nasua nasua</i> (Linnaeus, 1766)             | 0                                  | 0    | 1     | 2,02     | 0,36          |
| <i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)         | 1                                  | 0    | 0     | 2,02     | 0,36          |
| <i>Galictis</i> sp.                             | 0                                  | 0    | 1     | 2,02     | 0,36          |
| <i>Cebus nigritus</i> (Goldfuss, 1809)          | 0                                  | 1    | 0     | 2,02     | 0,36          |
| <i>Dasypus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758      | 1                                  | 0    | 0     | 2,02     | 0,36          |
| <i>Euphractus sexcinctus</i> (Linnaeus, 1758)   | 0                                  | 0    | 1     | 2,02     | 0,36          |
| <i>Mazama americana</i> (Erxleben, 1777)        | 0                                  | 1    | 0     | 2,02     | 0,36          |
| <i>Conepatus semistriatus</i> (Boddaert, 1785)  | 0                                  | 1    | 1     | 1,02     | 0,60          |
| <i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)            | 1                                  | 0    | 1     | 1,02     | 0,60          |
| <i>Leopardus tigrinus</i> (Schreber, 1775)*     | 2                                  | 1    | 2     | 0,42     | 0,77          |
| <i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)*     | 2                                  | 1    | 2     | 0,42     | 0,81          |
| Pequenos mamíferos                              | 16                                 | 13   | 19    | 0,00     | 1,00          |

\* Espécies ameaçadas de extinção<sup>16</sup>.

para G1 foi de 16 (intervalo de confiança - IC  $\pm$  5,63) espécies e para G2 foi de 16 (IC  $\pm$  4,18) espécies.

Nas distâncias de 10, 80 e 150 m da rodovia, as riquezas observadas foram 8, 7 e 10 espécies de mamíferos, respectivamente. Por sua vez, as riquezas estimadas foram 13, 12 e 15 espécies para as distâncias de 10, 80 e 150 m da rodovia, respectivamente (Figura 2).

A comparação da intensidade de uso do hábitat, aferida, a partir da frequência de registros de cada espécie nos transectos, não detectou diferença estatisticamente significativa para nenhuma das espécies registradas (Tabela 1). Portanto, nas distâncias de 10, 80 e 150 m da rodovia a intensidade de uso de hábitat se mostrou semelhante, pelo teste  $X^2$  (g.l. = 2;  $p < 0,05$ ), para todas as espécies detectadas.

## Discussão

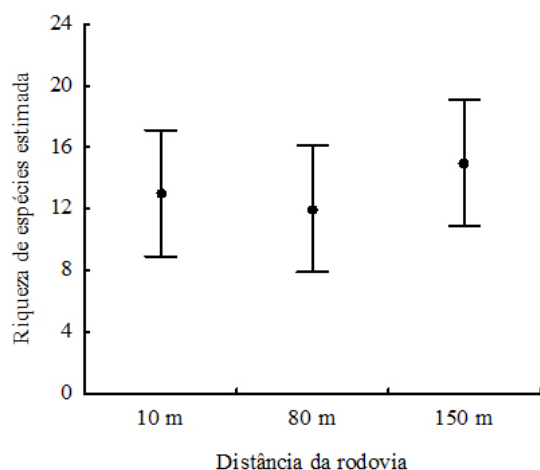
O método de armadilhas de pegadas tem mostrado bons resultados para a estimativa de riqueza, inclusive em curtos períodos de tempo e para registro de animais de hábitos noturnos<sup>17, 4, 18</sup>. Tal fato foi corroborado neste estudo, uma vez que permitiu o registro de 13 espécies de mamíferos, riqueza que representa cerca de 75% das espécies registradas anteriormente no PESB<sup>5</sup> e passíveis

de identificação por pegadas (pertencentes às ordens *Artiodactyla*, *Carnivora*, *Lagomorpha*, *Cingulata*, parte de *Rodentia* e de *Didelphimorphia*). Além disso, foram registradas duas espécies que não constavam nos trabalhos anteriores: *Conepatus semistriatus* (Boddaert, 1785) e *Euphractus sexcinctus* (Linnaeus, 1758).

As riquezas de espécies, observada e estimada, mostraram-se ligeiramente maiores no transecto mais distante da rodovia (150 m), quando comparada com os transectos mais próximos (10 e 80 m). Todavia, usando a técnica de inferência por intervalo de confiança, percebe-se que os valores de riqueza, estimados para as diferentes distâncias da rodovia, não são estatisticamente distintos, pois existe considerável sobreposição em seus intervalos de confiança (Figura 2).

Em termos gerais, a riqueza de espécies de mamíferos, nos ambientes amostrados, pode ser considerada baixa, refletindo, entre outros fatores, o histórico de uso da área que inclui extração de madeira, implantação de pastagens e lavouras<sup>19</sup>, além de caça. Esses efeitos cumulativos podem ter ocasionado a extinção local de anta *T. terrestris* e, possivelmente, a redução da abundância de outras espécies.

A frequência de registros de pegadas dos mamíferos



**Figura 2.** Riqueza de espécies de mamíferos estimada para as diferentes distâncias da rodovia, no PESB. Os pontos representam a riqueza de espécies estimada e as barras indicam os intervalos de confiança ( $p < 0,05$ ).

nas parcelas foi baixa nas três distâncias paralelas à rodovia (10, 80 e 150 m), exceto para a espécie *Didelphis aurita* (Wied, 1826) e para a categoria pequenos mamíferos, o que é um indicativo da depreciação da qualidade ambiental da área amostrada. Nesse sentido, Santos-Filho e colaboradores<sup>20</sup>, trabalhando na Amazônia Meridional brasileira, verificaram que a abundância, a riqueza e a composição das espécies de pequenos mamíferos são afetadas principalmente pela qualidade da matriz ambiental, de forma que áreas mais degradadas tendem a apresentar menor número de espécies, as quais são encontradas em elevadas abundâncias.

Como a riqueza e a frequência de registros das espécies de mamíferos foram estatisticamente semelhantes entre as três distâncias paralelas à rodovia, pode-se inferir que o efeito de borda da rodovia foi percebido até o transecto mais distante da rodovia (150 m). Dessa maneira, Scoss<sup>2</sup> detectou efeito de borda sobre os mamíferos de médio e grande porte entre 80 e 150 m de distância de uma rodovia no Parque Estadual do Rio Doce, estado de Minas Gerais. Contudo, Lees e Peres<sup>21</sup> verificaram, em áreas de floresta fragmentada na Amazônia Meridional, que corredores de floresta ripária com cerca de 400 m de largura apresentaram riqueza de espécies de mamíferos

e aves significativamente maiores que corredores de larguras inferiores a 200 m.

Enfim, a escassez de estudos destinados a avaliar o efeito de borda de rodovias sobre os mamíferos dificulta comparações e o estabelecimento de um padrão que permita compreender como esses empreendimentos afetam a riqueza e o uso do ambiente por mamíferos. Por isso, novos estudos são desejáveis, sobretudo, os de longa duração.

## Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa de mestrado concedida à M.R.P.C; ao Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais e aos funcionários do PESB; aos Departamentos de Engenharia Florestal, Biologia Animal e ao Museu de Zoologia João Moojen, da Universidade Federal de Viçosa; e ao Professor Márcio Araújo pela revisão crítica do manuscrito.

## Referências

1. Garay, I.; Dias, B. F. S.; Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais: avanços conceituais e revisão das novas metodologias de avaliação de monitoramento. Editora Vozes: Petrópolis, **2001**.
2. Scoss, L. M.; Impacto de rodovias sobre mamíferos terrestres: o caso do Parque Estadual do Rio Doce. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Departamento de Engenharia Florestal. Universidade Federal de Viçosa: Viçosa, **2002**.
3. Rodrigues, F. H. G.; Biologia e conservação do lobo-guará na Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas: Campinas, **2002**.
4. Pardini, R.; Ditt, E. H.; Cullen Junior, L.; Bassi, C.; Rudran, R. Em. Métodos de estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre; Cullen Junior, L.; Rudran, R.; Valladares-Padua, C., Orgs.; Editora da Universidade Federal do Paraná: Curitiba, cap. 8. **2004**.
5. Oliveira, V. B.; Uso de Armadilhas de Pegadas na Amostragem da Mastofauna em Duas Unidades de Conservação nos Biomas Cerrado e Mata Atlântica. Dissertação (Mestrado em Zoologia de Vertebrados). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais: Belo Horizonte, **2007**.
6. ENGEVIX. Caracterização do meio físico da área autorizada para a criação do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro - Relatório técnico final dos estudos - 8296 – RG-H4-003/94, “VER. 1”. IEF/ BIRD/PRÓ-FLORESTA/SEPLAN, **1995**.
7. IEF – Instituto Estadual de Florestas. Plano de manejo do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro. IEF: Belo Horizonte, **2007**.

8. Castro, R. C. L.; Avaliação da Efetividade de Gestão e do Uso Público no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro-MG. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Departamento de Engenharia Florestal. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, **2007**.
9. Mello, C. C.; Educação ambiental no entorno do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro – Minas Gerais. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, **2002**.
10. Prado, M. R.; Rocha, E. C.; Lessa, G.; R. *Árvore* **2008**, 32, 741-749.
11. Becker, M.; Dalponte, C. J.; Rastros de mamíferos silvestres brasileiros: um guia de campo, 2ª ed., Universidade de Brasília: Brasília, **1991**.
12. Borges, P. A. L.; Tomás, W. M.; Guia de Rastros e Outros Vestígios de Mamíferos no Pantanal. Embrapa Pantanal: Corumbá, **2004**.
13. Wilson, D. E.; Reeder, D. A., Eds.; *Mammal species of the World: a taxonomic and geographic reference*; 3ª ed., v. 1 e 2. The Johns Hopkins University Press, **2005**.
14. Heltshe, J. F.; Forrester, N. E.; *Biometrics* **1983**, 39, 1-11.
15. Colwell, R. K.; EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Version 8.2, 2009. Disponível em: <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/Estimates>>. Acesso em: 24 mar. **2010**.
16. Machado, A. B. M.; Drummond, G. M.; Paglia, A. P., Eds.; Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Ministério do Meio Ambiente: Brasília, **2008**.
17. Silveira, L.; Jácomo, A. T.; Diniz-Filho, J. A. F.; *Biol. Conserv.* **2003**, 114, 351-355.
18. Scoss, L. M.; Marco-Junior, P.; Silva, E.; Martins, E. S.; Uso de parcelas de areia para o monitoramento de impacto de estradas sobre a riqueza de espécies de mamíferos. R. *Árvore* **2004**, 28, 121-127.
19. Consenza, B. A. P.; Melo, F. R.; *Neotropical Primates* **1998**, 6, 18-20.
20. Santos-Filho, M.; Peres, C. A.; Silva, D. J.; Sanaïotti, T. M.; *Biodivers. Conserv.* **2012**, 21, 1127-1147.
21. Lees, A. C.; Peres, C. A.; *Conserv. Biol.* **2008**, 22, 439-449.

---

Maressa R. Prado-Cacau<sup>1</sup>, Ednaldo C. Rocha<sup>2\*</sup>, Gumercindo S. Lima<sup>1</sup> & Gisele M. Lessa<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia Florestal e Pós-graduação em Ciência Florestal da Universidade Federal de Viçosa, DEF/UFV, 36570-000, Viçosa - MG, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Goiás (UEG), Unidade de Ipameri, 75780-000, Ipameri - GO, Brasil.

<sup>3</sup> Museu de Zoologia João Moojen, Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa, DBA/UFV, Viçosa - MG, Brasil.

\* e-mail: [ednaldorochoa@yahoo.com.br](mailto:ednaldorochoa@yahoo.com.br)

# Produtividade de Plantas de Pinhão Manso Cultivadas em Diferentes Espaçamentos

Marcus V. P. Cassiano , Luis F. O. Borges, Alainy C. S. Nascente, Pollykennya K. F. Alves, Victor P. Godoi, Larissa P. Borges, Mariana S. Carmo & Fábio S. Matos

O presente estudo teve como objetivo avaliar a produtividade de plantas de pinhão manso cultivadas em diferentes espaçamentos. O trabalho foi conduzido no campo experimental da Universidade Estadual de Goiás em Latossolo Vermelho-Amarelo. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com três tratamentos (plantas cultivadas nos espaçamentos 3x1, 3x2 e 3x3 m) e seis repetições. A competição entre plantas de pinhão manso pouco afetou o crescimento vegetativo das plantas, no entanto, com o desenvolvimento dos frutos, drenos que mais demandam assimilados na planta, a competição por recursos abióticos contribuiu para redução da produtividade.

**Palavras-chave:** *Densidade de plantas; Jatropha curcas; rendimento de sementes.*

The present study aimed to evaluate the productivity of *Jatropha curcas* plants grown at different spacings. The work was conducted in the experimental field of the University of Goiás in Oxisol. We used a randomized complete block design with three treatments (plants grown in spacing 3x1, 3x2 and 3x3 m) and six replications. Competition between plants of *Jatropha curcas* had little effect on the vegetative growth, however, with the development of the fruit, drains demand more assimilated in the plant, the competition for abiotic resources in plants densest contributed to reduced productivity.

**Keywords:** *Plant density; Jatropha curcas; seed yield.*

## Introdução

O incremento dos níveis dos gases de efeito estufa, notadamente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera terrestre, tem intensificado a busca por combustíveis renováveis, tipo biodiesel, visando reduzir o consumo de combustíveis fósseis. A busca por uma alternativa energética aos combustíveis fósseis requer a avaliação de fontes renováveis e de baixo impacto sobre o ambiente natural. São primazes o desenvolvimento de tecnologias apropriadas e a definição da matéria-prima a ser utilizada para a geração de energia, sem ou com o mínimo de prejuízos ao ambiente.

O Brasil apresenta grande potencial para produção de biocombustíveis em grande parte de sua extensão territorial, em função de suas características edafoclimáticas, biodiversidade (várias espécies potenciais para produção de biocombustíveis adaptadas a diferentes climas e biomas), disponibilidade de área e de mão-de-obra, bem como comprovada competência técnica no campo da ciência agrícola<sup>1,2</sup>. Além disso, as exigências para cultivo de plantas são perfeitamente atendidas pelas condições brasileiras, pois o país possui água e luz solar em abundância. Por último, argumenta-se que o Brasil tem grande oferta de mão-de-obra para alavancar a produção no campo; riqueza de espécies vegetais das quais se podem extrair bioetanol, biodiesel e bioquerosene, e tradição em geração de energia limpa. Todas essas condições reunidas já colocam o Brasil na liderança da produção mundial de agroenergia, notadamente de agrocombustíveis. O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) brasileiro fomenta a produção de oleaginosas para suprir às indústrias com matéria-prima, adotando o enfoque no desenvolvimento regional e da inclusão social por meio do “Selo Combustível Social” do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA).

As principais matérias-primas utilizadas para produção do biodiesel no Brasil são soja, sebo bovino e algodão, com contribuições de 71,13 %, 18,66 % e 4,69 %, respectivamente, sendo os outros materiais responsáveis por apenas 4,08 % da produção<sup>3</sup>. Existe a necessidade, portanto, de diversificar a produção de matéria-prima para produção de biodiesel, por meio da introdução de espécies promissoras, como *Jatropha curcas* L.

*J. curcas* (Euphorbiaceae) é uma espécie oleaginosa, conhecida popularmente como pinhão manso. É originário da América Central, mais especificamente no México. Os índios que migraram da América do Norte para a América do Sul, há mais de dez mil anos, seriam os responsáveis por sua distribuição do México até a Argentina, incluindo o Brasil<sup>4,5</sup>. A espécie possui grande potencial econômico, sobretudo, por suas sementes constituírem matéria-prima para a produção de óleo para biodiesel. Esta característica tem contribuído para o aumento da exploração comercial dessa cultura. O pinhão manso é considerado planta rústica e adaptada às mais diversas condições edafoclimáticas, desenvolve-se bem em solos marginais de baixa fertilidade. Trata-se de um arbusto de desenvolvimento rápido, podendo iniciar sua produção já no sétimo mês após o plantio, permanecendo produtiva por aproximadamente 40 anos<sup>4</sup>.

Atualmente, há duas grandes preocupações quanto ao cultivo do pinhão manso: primeiro, existem poucas informações sobre os aspectos agrônômicos básicos da cultura como recomendação de adubação, densidade de plantas e maturação desuniforme de frutos e segundo, trata-se de uma espécie silvestre com nenhum grau de melhoramento<sup>6</sup>. O pinhão manso ainda é considerado uma planta silvestre<sup>7,8</sup>, com poucas informações disponíveis a respeito da performance das sementes ou acessos. Com o desenvolvimento de novas pesquisas, espera-se que a cultura deixe de ser potencial e passe a ser efetivamente uma matéria-prima para o mercado de biodiesel<sup>9,10</sup>.

Com a possibilidade do uso do óleo de pinhão manso para a produção de biodiesel, abrem-se amplas perspectivas para o aumento das áreas de plantio dessa cultura em diversas regiões. A densidade de plantas é variável decisiva na produtividade de plantas de quaisquer espécies. Apesar da planta de pinhão manso ser rústica e produtiva em solos de baixa fertilidade, espera-se obter maiores rendimentos em solos férteis e densidade populacional adequada para minimizar a competição e permitir exploração de maior volume de solo. A produtividade das espécies é dependente do potencial de extração de água e nutrientes e absorção de energia luminosa inerentes a cada espécie vegetal. Na escolha do espaçamento em campo, busca-se reduzir a competição entre as plantas fornecendo água e nutrientes na quantidade adequada. O adequado arranjo de plantas



visa, entre outros aspectos. maximizar a incidência da radiação solar, uma vez que a redução na disponibilidade de energia luminosa tem sido apontada como causa do baixo rendimento das culturas em campo<sup>11</sup>.

As pesquisas com pinhão manso têm-se concentrado em estresse abiótico; melhoramento de plantas e aplicação de reguladores de crescimento, porém, a averiguação do adequado espaçamento tem sido pouco pesquisada e carece de elucidação científica. O presente estudo teve como objetivo avaliar a produtividade de plantas de pinhão manso, cultivadas em diferentes espaçamentos. Isso se deve à necessidade de buscar informações de tal natureza para obtenção de elevadas produtividades em campo, possibilitando exploração comercial.

## Material e Método

O trabalho foi conduzido no campo experimental da Universidade Estadual de Goiás, unidade de Ipameri (Lat. 17º 43' 19" S, Long. 48º 09' 35" W, Alt. 773 m), Ipameri, Goiás. Esta região possui clima tropical com inverno seco e verão úmido (Aw), de acordo com a classificação de Köppen. Plantas de pinhão manso, com um ano de idade, foram cultivadas nos espaçamentos (3x1 m; 3 x 2 m e 3x3 m). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três tratamentos e seis repetições. O solo da área experimental é o Latossolo Vermelho-Amarelo. O pH dele foi corrigido e a adubação realizada, seguindo recomendações técnicas para a cultura 4.

### CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Aos 30 dias do mês de maio do ano de 2013, as seguintes variáveis foram analisadas: altura da Planta

(AP), em m, com auxílio de uma trena, do coleto até o ápice do ramo principal; Diâmetro do Caule (DC), em mm, com auxílio de um paquímetro digital, no coleto; Diâmetro da Copa (DCOP), em m, com auxílio de uma trena, entre as duas extremidades laterais da planta; Área foliar segundo<sup>12</sup>, Número de Ramos Totais (NRT) pela contagem do número total de ramos a partir do coleto e produtividade (g planta<sup>-1</sup> e kg ha<sup>-1</sup>).

### PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

O experimento foi montado, seguindo o delineamento em blocos casualizados com três tratamentos e seis repetições. Os dados obtidos submeteram-se à análise de variância e teste de Newman-Keuls para comparação entre médias. Todas as análises foram realizadas utilizando o *software* SISVAR 5.3 13.

## Resultados

As variáveis relacionadas com o crescimento e produção são mostradas nas Tabelas 1 e 2. A altura de planta, diâmetro do caule e diâmetro de copa apresentaram-se bastante semelhantes nas plantas, independente do espaçamento utilizado no cultivo. Estas variáveis não diferiram estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade. O número de ramos, área foliar e produtividade apresentaram significativa diferença entre as plantas tratadas. O número de ramos foi, em média, 19% maior nas plantas cultivadas no espaçamento de 3 x 2 m em relação as plantas no espaçamento 3 x 3 m. Quando a comparação é feita com o espaçamento 3x1 m, o número de ramos foi, em média, 40% superior nas plantas cultivadas no espaçamento 3x2 m. De maneira geral, a área foliar foi maior nas plantas cultivadas nos

**Tabela 1.** Caracteres produtivos: Altura de planta, número de ramos e diâmetro do caule de plantas de pinhão manso cultivadas em diferentes espaçamentos.

| Espaçamentos | Variáveis analisadas |             |                        |
|--------------|----------------------|-------------|------------------------|
|              | Altura (m)           | Nº de ramos | Diâmetro do caule (mm) |
| 1 x 3        | 2,43±0,1 A           | 5,83± 1,0 B | 89,7± 4,2 A            |
| 2 x 3        | 2,15±0,1A            | 9,72±1,0A   | 103,1±6,9A             |
| 3 x 3        | 2,39±0,1A            | 7,90±0,8AB  | 98,6±4,2 A             |

Valores representam a média ± erro-padrão (n=6). Médias seguidas por uma mesma letra dentro de cada linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Newman-Keuls.

**Tabela 2.** Caracteres produtivos: Área foliar, diâmetro de copa e produção por planta e produtividade de plantas de pinhão manso cultivadas em diferentes espaçamentos.

| Espaçamentos | Variáveis analisadas           |                        |                         |                                   |
|--------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
|              | Área foliar (cm <sup>2</sup> ) | Diâmetro de copa (m)   | Produção por planta (g) | Produtividade Kg ha <sup>-1</sup> |
| 3 x 1        | 193 ± 12,3 <sup>B</sup>        | 2,0 ± 0,1 <sup>A</sup> | 90 ± 6,8 <sup>C</sup>   | 301,7 ± 15,7 <sup>C</sup>         |
| 3 x 2        | 162 ± 12,7 <sup>B</sup>        | 1,8 ± 0,2 <sup>A</sup> | 206 ± 13 <sup>B</sup>   | 342,6 ± 20,2 <sup>B</sup>         |
| 3 x 3        | 243 ± 14,3 <sup>A</sup>        | 1,9 ± 0,1 <sup>A</sup> | 368 ± 21 <sup>A</sup>   | 408,7 ± 21,5 <sup>A</sup>         |

Valores representam a média ± erro-padrão (n=6). Médias seguidas por uma mesma letra dentro de cada linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Newman-Keuls.

maiores espaçamentos, ou seja, com menor densidade de plantas. A área foliar foi, em média, 21% maior nas plantas sob espaçamento de 3x3 m em relação às plantas cultivadas em espaçamento de 3x1 m. A mesma variável foi, em média, 34% maior nas plantas cultivadas em espaçamento de 3x3 m em relação às plantas sob espaçamento de 3x2 m. A produção por planta foi maior nas plantas cultivadas em maiores espaçamentos e menor densidade de plantas. A produção por planta foi, em média, 75% superior nas plantas cultivadas no espaçamento de 3x3 m em relação às plantas em espaçamento de 3x1 m. A mesma variável foi, em média, 44% superior nas plantas sob espaçamento de 3x3 em relação às plantas de 3x2 m. A produtividade em kg ha<sup>-1</sup> foi, em média, 26% superior nas plantas cultivadas no espaçamento de 3x3 m em relação às plantas em espaçamento de 3x1 m. A mesma variável foi, em média, 16% superior nas plantas sob espaçamento de 3x3 em relação às plantas de 3x2 m.

## Discussão

Por se tratar de uma cultura perene, o clímax produtivo do pinhão manso demanda tempo, devido ao longo período para estabilizar a produção (quatro anos). As diferenças de produtividade registradas no presente trabalho, possivelmente, serão realçadas ao longo dos anos até a produtividade ser estabilizada. Como um todo, os resultados demonstram que o cultivo do pinhão manso em maior espaçamento e, portanto, menor densidade de plantas apresenta maior produtividade.

Independentemente do espaçamento utilizado, as plantas de pinhão manso apresentaram semelhança na altura de planta, diâmetro de caule e diâmetro de copa. O elevado potencial de extração de água e nutrientes

do solo por planta de pinhão manso, possivelmente, permitiu exploração de elevado volume de solo necessário para manutenção do vigoroso crescimento vegetativo da espécie, e percepção de pequena diferença entre os tratamentos. O pinhão manso é uma planta xerófila, sobrevive com pluviosidade de 600 mm anuais, adapta-se a diversas condições de clima e solo<sup>14, 15</sup>. O caule suculento atua em condição de déficit hídrico como tampão hídrico<sup>6</sup>. Em adição, o rápido crescimento vegetativo das plantas de pinhão manso aliado ao adensamento, proporcionou ligeiro sombreamento das folhas baixas nas plantas cultivadas nos espaçamentos de 3x1 m e 3x2 m, reduzindo assim, a disponibilidade de energia luminosa. Plantas desenvolvidas sob diferentes níveis de luminosidade apresentam variações fisiológicas em diversos caracteres produtivos<sup>16</sup>. A energia luminosa é desencadeadora do processo fotossintético e interfere consideravelmente no acúmulo de biomassa. Plantas desenvolvidas em condição de baixa intensidade luminosa apresentam reduzido acúmulo massa seca e produtividade<sup>16</sup>.

A competição por água, luz e nutrientes entre plantas de pinhão manso não foi suficiente para interferir no crescimento vegetativo da espécie. No entanto, com o desenvolvimento de mais um dreno, em especial, o mais forte da planta, os frutos, a competição por recursos abióticos, nas plantas mais adensadas, contribuiu para redução da produção por planta e produtividade como um todo.

Em geral, as plantas desenvolvem “folhas de sol” e “de sombra”, quando aclimatadas a diferentes níveis de luminosidade. Área foliar específica e unitária; espessura da cutícula; densidade estomática; cloroplastos com menos ou mais *grana*; menos ou mais tilacoides por



*granum* e taxa de assimilação líquida de carbono são algumas das características que variam em resposta à irradiância<sup>17</sup>. A redução da disponibilidade de energia luminosa pode ter contribuído para menor taxa de assimilação de carbono em folhas de plantas de pinhão manso sombreadas, comprometendo a produção de assimilados e produção de frutos. A elevada variação na produção por planta é indicio de que as plantas cultivadas em menores espaçamentos e, portanto, submetidas ao intenso sombreamento, apresentaram menor produção por planta e consequentemente menor produtividade em função da reduzida disponibilidade de assimilados oriundos da fotossíntese, bem como pela maior competição por água e nutrientes.

Estudos posteriores, com exploração do pinhão manso em diversos outros espaçamentos, são necessários para determinar a adequada densidade de plantas a ser recomendada. A competição por água e nutrientes aliada ao sombreamento proporcionado pelo elevado adensamentos, limita a produtividade de plantas de pinhão manso.

## Conclusões

A competição por água, nutrientes e luz pouco interfere no crescimento vegetativo de plantas de pinhão manso sob espaçamentos de 3x1, 3x2 e 3x3 m, no entanto, o sombreamento das plantas aliado à competição por água e nutrientes interfere significativamente na produtividade de sementes da espécie.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Estadual de Goiás (UEG) pelo apoio financeiro dispensado para condução deste trabalho e à FAPEG, pela concessão da bolsa de iniciação científica.

## Referências

1. Dias, L.A.S.; Muller, M.; Freire, E. Potencial do uso de oleaginosas arbóreas em sistemas silvipastoris. In: Fernandes, E.M.; Paciullo, D.S.C.; Castro, C.R.T., Muller, M.D.; Arcuri, P.B.; Carneiro, J.C. (Org.) Sistemas agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, **2008**, 1, 283.
2. Matos, F.S.; Oliveira, L.R.; Freitas, R.G.; Evaristo, A.B.; Missio, R.F. & Cano, M.A.O. Physiological characterization of leaf senescence of *Jatropha curcas* L. populations. *Biomass and Bioenerg.* **2012**, 45, 57.
3. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP). Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/id=472>> Acesso em: 20 de março de **2012**.
4. Dias, L.A.S.; Leme, L.P.; Laviota, B.G.; Pallini, A.; Pereira, O.L.; Carvalho, M.; Manfio, C.E.; Santos, A.S.; Souza, L.C.A.; Oliveira, T.S.; Dias, D.C.F.S. Cultivo de pinhão-manso (Pinhão manso L.) para produção de óleo combustível. Viçosa: LAS Dias, **2007**, 1, 40.
5. Tominaga, N.; Kakida, J.; Yasuda, E. K.; Sousa, L.A.S.; Resende, P.L.; Silva, N.D. Cultivo do pinhão-manso para produção de biodiesel. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, **2007**, 1, 220.
6. Maes, W. H.; Trabucco, A.; Achten, W. M. J.; Muys, B. *Climatic growing conditions of Jatropha curcas* L. *Biomass and bioenerg.* **2009**, 33, 1481.
7. Fairless, D. *Biofuel: the little shrub that could maybe*. *Nature*, **2007**, 449, 652.
8. Achten, W.M.J.; Verchot, L.; Franken, Y.J.; Mathijs, E.; Singh, V.P.; Aerts, R.; Muys, B. *Jatropha bio-diesel production and use*. *Biomass and Bioenerg.* **2008**, 32, 1063.
9. Aandréo-Souza, Y.; Pereira, A. L.; Silva, F. F. S.; Ribeiro-Reis, R. C.; Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. *Rev. Bras. Sem.* **2010**, 32, 83.
10. Souza, A.C.; Ribeiro, R.P.; Jacinto, J.T.D.; Cintra, A.D.; Amaral, R.S.; Santos, A.C.; Matos, F.S. Consórcio de pinhão manso e feijoeiro: alternativa para agricultura familiar, *Rev. Agrarian.* **2013**, 6, 36.
11. Silva, A.T.V.C. et al. Avaliação da senescência foliar de plantas de *Jatropha curcas* L. Submetidas a doses de benzilaminopurina. *Rev. Agrotec.* **2012**, 3, 1.
12. Severino, L. S.; Vale, L.S.; Beltrão, N.E.M. A simple method for measurement of *Jatropha curcas* leaf area. *Rev. Bras. Oleag. Fibr.* **2007**, 11, 9.
13. Ferreira, D.F. *Sisvar: a computer statistical analysis system*. *Ciê. e Agrotec.* **2011**, 35, 1039.
14. Severino, L.S. Viagem à Índia para prospecção de tecnologias sobre mamona e pinhão manso. Campina Grande: Embrapa do algodão. Documento. **2006**, 153, 56.
15. Pompelli, M. F.; Luís, R. B.; Vitorino, Hermerson. S.; Gonçalves, E. R.; Rolim, E. V.; Santos, M. G.; Cortez, J. S. A.; Ferreira, V. M.; Lemos, E. E.; Endres, L. *Photosynthesis, photoprotection and antioxidant activity of purging nut under drought deficit and recovery*. *Biomass and bioenerg.* **2010**, 4, 1207.
16. Matos, F.S.; Gamboa, I.; Ribeiro, R.P.; Mayer, M.L.; Neves, T, G.; Leonardo, B. R. L.; Souza, A, C. Influência da intensidade luminosa no desenvolvimento de mudas de *Jatropha curcas* L. *Rev. Agrarian.* **2011**, 4, 265.

17. Brant, R. S.; Pinto, J. E. B. P.; Rosal, L. F.; Castro, E. M.; Oliveira, C.; Albuquerque, C. J. B. Características fisiológicas e anatômicas de *Melissa officinalis* cultivadas sob diferentes condições de luminosidade. *Magistra*. **2010**, 22, 146.

---

Marcus V. P. Cassiano, Luis F. O. Borges, Alainy C. S. Nascente, Pollykennya K. F. Alves, Victor P. Godoi, Larissa P. Borges, Mariana S. Carmo, Fábio S. Matos \*

Universidade Estadual de Goiás (UEG), Rodovia: GO 330, km 241, Anel Viário s/n, Ipameri-GO, CEP: 75780-000.

\* e-mail: fabio.agronomia@hotmail.com

# Desenvolvimento de Cultivares de Alface em Sucessão a Leguminosas

Gesiane R. Guimarães, Faber S. Pereira, Alexandre M. E. Oliveira, Ednaldo C. Rocha & Roberli R. Guimaraes

Este trabalho foi realizado na Universidade Estadual de Goiás, Unidade de Ipameri, de agosto a setembro de 2012. O objetivo foi avaliar o desenvolvimento de quatro cultivares de alface em sucessão a leguminosas. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com cinco repetições. A avaliação da produção foi pelo número de folhas e peso fresco de seis plantas úteis por tratamento, totalizando 30 plantas por tratamento. O plantio de alface, sucedendo o cultivo de leguminosas, proporcionou melhor desenvolvimento às cultivares Delícia, Grandes Lagos e Manteiga, as quais mais se destacaram em quantidade de folhas e peso fresco.

**Palavras-chaves:** *Adubação verde; Cultivo orgânico; Conservação do solo.*

This study was conducted at the State University of Goiás, UnU Ipameri, August-September 2012. The objective was to evaluate the development of four lettuce cultivars grown after legumes. The experimental design was a randomized block with five replications. The evaluation of the production was the number of leaves and fresh weight of six plants per treatment, totaling 30 plants per treatment. The planting of succeeding lettuce crop legume cultivars to enhanced growth Delight, Great Lakes and Butter, which stood out in number of leaves and fresh weight.

**Keywords:** *Green manure; Organic farming; Soil conservation.*

## Introdução

A alface é uma das hortaliças mais cultivadas em todo o mundo. É consumida de forma *in natura*, constitui boa fonte de vitaminas e sais minerais e é recomendada para dietas alimentares ricas em fibras<sup>1</sup>. O cultivo orgânico dessa hortaliça, além de ecologicamente correto, gera um produto com melhores características sensoriais e de maior vida útil pós-colheita, em comparação aos sistemas convencionais<sup>2</sup>.

As cultivares de alface disponíveis, atualmente são de coloração verde, em sua maioria, existindo também cultivares com folhas arroxeadas. Os tipos de cultivares de alface existentes são: Repolhuda-Manteiga, Repolhuda-Crespa (Americana), Solta-Lisa, Solta-Crespa, Mimosa e Romana<sup>3</sup>.

A cultura da alface não conta com uma rede de ensaios de competições de cultivares que envolva locais, épocas e anos de plantio diversificados, o que é diferente do que ocorre com outras culturas como a batata, o milho e o feijão. Essa deficiência leva o produtor a utilizar cultivares recomendadas pelas empresas produtoras de sementes e que podem não se adaptarem a uma ampla faixa de ambientes, fato esse de grande interesse ao produtor que deseja desenvolver sua produção. Essa situação leva a dificuldades na obtenção de melhores produtividades, considerando as diferentes estações climáticas em que a alface é cultivada, haja vista que as cultivares interagem com o ambiente, mesmo que esse ambiente seja protegido<sup>4</sup>.

O uso da adubação verde nas unidades de produção orgânica é uma estratégia importante com elevado potencial de impacto na produtividade das culturas e na conservação do solo. O uso de espécies de leguminosas, notadamente em áreas passíveis de pousio, tem sido preconizado como alternativa interessante para o suprimento de nitrogênio às culturas<sup>5</sup>. A adubação verde acrescenta nitrogênio e outros nutrientes ao agroecossistema; proporciona cobertura ao solo; reduz riscos de erosão; atenua a competição das plantas espontâneas com as culturas e contribui para a biodiversidade funcional nas unidades de produção<sup>6</sup>.

Uma das alternativas para viabilizar os sistemas de produção é a adubação verde, que consiste no cultivo de diferentes culturas com propriedades que contribuem com melhorias nas condições do solo, adequando-o para o plantio de culturas de interesse comercial, como na produção de hortaliças. As contribuições são consideráveis à viabilidade econômica e sustentabilidade dos agroecossistemas, pelo

aporte de quantidades expressivas de N ao sistema solo-planta, reduzindo assim, a necessidade de N sintético. Além do aporte de N e da diminuição da erosão, os adubos verdes desempenham papel fundamental na ciclagem de nutrientes, tanto dos aplicados por meio dos fertilizantes minerais e não aproveitados pelas culturas, quanto daqueles provenientes da mineralização da matéria orgânica do solo e do próprio material vegetal<sup>7</sup>.

As espécies mais utilizadas para a adubação verde são as leguminosas, pelo fato de elas terem a capacidade de fixar nitrogênio por meio da simbiose de bactérias em seus sistemas radiculares<sup>8</sup>. Nesse contexto, Linhares e colaboradores<sup>9</sup>, afirmam que quando se adiciona um adubo verde ao solo, este trará benefícios não só ao primeiro cultivo, mas também a cultivos sucessivos que caracterizam-se pela viabilidade no emprego desse insumo. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento de quatro cultivares de alface em sucessão a leguminosas.

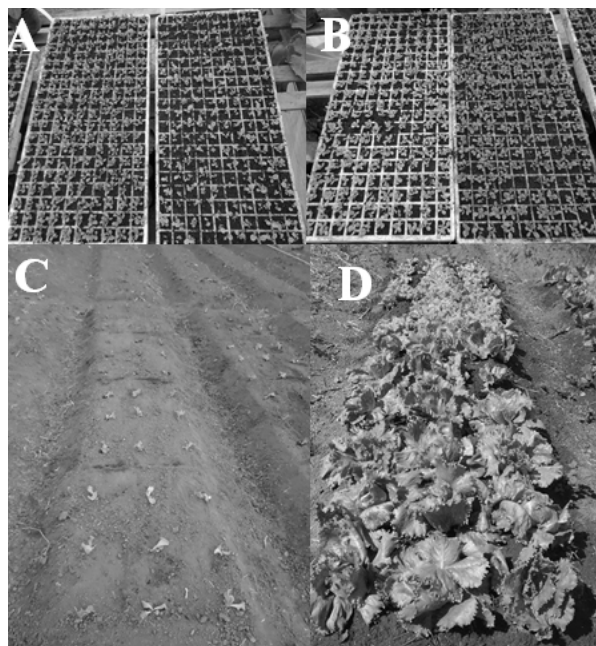
## Material e Métodos

O estudo foi conduzido na área experimental da Universidade Estadual de Goiás - Unidade de Ipameri, sudeste de Goiás (Coordenadas geográficas: 17°43'02,4" S / 48°08'36,7" O).

As leguminosas foram semeadas em novembro de 2011, cortadas e incorporadas em agosto de 2012, vinte e cinco dias antes do transplantio. Foram utilizadas as seguintes leguminosas: Crotalaria (*Crotalaria juncea* L. e *C. spectabilis* R.); Feijão de porco (*Canavalia ensiformis* (L.); Mucuna preta (*Stizolobium aterrimum* PT.) e Mucuna verde e cinza (*Stizolobium* spp.); Feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.); Feijão rajado (*Phaseolus vulgaris* L.) e Estilozante campo grande (*Stylosantes capitata* V. (80%) e *S. Macrocephala* FC. (20%), sendo cultivadas no Sistema Integrado de Produção Agroecológica.

A semeadura da alface de cultivares (Delícia, Grandes Lagos e Manteiga), nas bandejas de isopor, contendo 200 células, foi realizada no dia 30 de agosto de 2012 e o transplantio para os canteiros ocorreu no dia 20 de setembro de 2012 (Figura 1). Essas mudas foram produzidas em casa de vegetação, com substrato comercial, constituído de subsolo argiloso, esterco bovino curtido e vermicomposto e irrigadas diariamente.

Foram feitos canteiros que mediam 1,0 m de largura x 1,0 m de comprimento x 0,2 m de altura, nos quais o



**Figura 1.** Semeadura das cultivares em bandejas de isopor (A e B), transplântio para os canteiros (C) e cultivares após 30 dias de transplântio (D).

espaçamento utilizado no plantio foi de 0,30 x 0,30 m, totalizando 9 plantas por m<sup>2</sup>, referente à área de cada parcela. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com cinco repetições, utilizando quatro cultivares de alface: Marisa (Repolhuda crespa), Grandes lagos (Americana), Delícia (Americana) e Boston branca (Manteiga).

As adubações foram realizadas três dias antes do transplântio, incorporando adubo bovino (esterco). As adubações de cobertura com esterco bovino foram realizadas no 7° e 22° dias, após o transplântio (DAT). Três capinas manuais foram necessárias para a remoção das plantas daninhas dos canteiros e a irrigação foi realizada manualmente duas vezes ao dia com o auxílio de regadores. A colheita ocorreu aos 30 dias após o transplântio, sendo as alfaces cortadas rentes ao solo, submetidas a uma pré-limpeza, em que as folhas baixas, senescentes ou lesionadas foram descartadas.

A avaliação do desenvolvimento das cultivares foi feita por meio do número de folhas e do peso fresco das plantas presentes na parcela útil, a qual era constituída por

seis plantas coletadas por parcela, totalizando 30 plantas por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e, nos casos em que o teste F foi significativo, realizou-se o teste de Scott Knott para comparação múltipla das médias dos tratamentos (ambos com  $p < 0,05$ ). Essas análises estatísticas foram conduzidas, utilizando-se o *software* SISVAR 5.3<sup>10</sup>.

## Resultados e Discussão

A colheita da alface ocorreu aos 30 dias após o transplântio (DAT). Os resultados das análises estão sintetizados na Tabela 1. Nota-se que houve diferença significativa ( $p > 0,001$ ) para as duas variáveis avaliadas, massa fresca e quantidade de folhas.

A cultivar Delícia foi a que apresentou a maior média de massa fresca, pesando 243 g, a qual foi seguida pela cultivar Manteiga (232 g), pela Marisa (193 g) e pela Grandes Lagos (143 g), sendo detectada diferença significativa pelo teste de Scott Knott entre todas as cultivares (Tabela 2).

A quantidade média de folhas da cultivar Delícia foi 43,6, valor estatisticamente superior às médias de folhas das demais cultivares. Manteiga, Marisa e Grandes Lagos foram estatisticamente semelhantes, com médias de 35,8, 31,6 e 28,6 folhas, respectivamente. Resultados de número de folhas relativamente semelhantes foram obtidos por Rezende e colaboradores<sup>11</sup> em Brasília-DF, os quais encontraram média de 26,5 folhas por planta para a cultivar Grandes lagos e 23,1 folhas por planta para a cultivar Americana, ambas produzidas em sucessão a leguminosas.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para a massa fresca e quantidade de folhas de quatro cultivares de alface.

| Fonte de variação        | GL | Quadrados médios |                      |
|--------------------------|----|------------------|----------------------|
|                          |    | Massa fresca (g) | Quantidade de folhas |
| Cultivares de alface     | 3  | 10.213,87**      | 211,80**             |
| Blocos                   | 4  | 186,38           | 19,70                |
| Resíduo                  | 12 | 45,74            | 21,13                |
| Coefficiente de variação |    | 3,33%            | 13,17%               |

\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 2.** Resultado do teste de médias para a massa fresca e quantidade de folhas de quatro cultivares de alface.

| Fonte de variação | Médias           |                      |
|-------------------|------------------|----------------------|
|                   | Massa fresca (g) | Quantidade de folhas |
| Delícia           | 243 a            | 43,6 a               |
| Manteiga          | 232 b            | 35,8 b               |
| Marisa            | 193 c            | 31,6 b               |
| Grandes lagos     | 143 d            | 28,6 b               |

Médias seguidas por uma mesma letra dentro de cada coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Bueno<sup>12</sup> encontrou efeito significativo para número de folhas com resposta linear crescente em relação às doses de nitrogênio. Em alface, a maior quantidade de folhas por planta resulta, em geral, numa maior área foliar, maior massa fresca e, conseqüentemente, maior produtividade.

A absorção dos nutrientes, advindos da mineralização dos adubos verdes, pelas hortaliças depende, em grande parte, da sincronia entre a decomposição, mineralização dos resíduos vegetais e a época de maior exigência nutricional da cultura. De acordo com Diniz<sup>13</sup>, 24 dias após a incorporação dos resíduos de *Mucuna cinza* (*Stizolobium cinereum* PT.), 50% do nitrogênio presente no adubo verde já havia sido liberado. A maior taxa de absorção e acúmulo de nutrientes do repolho ocorre entre 60 e 70 dias após o transplante. Assim, no presente estudo, possivelmente, não houve sincronia entre a máxima liberação de nutrientes dos adubos verdes e a época de maior exigência nutricional da alface, pois o transplantio das mudas ocorreu aproximadamente 40 dias após a incorporação das leguminosas.

## Conclusão

Em sucessão ao cultivo de leguminosas, a cultivar delícia apresentou o melhor desenvolvimento em termos de massa fresca e quantidade de folhas. As cultivares Manteiga e Marisa obtiveram desempenho intermediário para a variável massa fresca. Para a quantidade média de folhas, as cultivares Manteiga, Marisa e Grandes Lagos apresentaram desenvolvimento semelhante.

## Referências

1. Araújo, W. F.; Kelly, Sousa T. S.; Viana, T. V. A.; Azevedo M. B.; Barros, M. M.; Marcolino, E.; Revista Agro@mbiente On-line **2011**, 5, 12.
2. Almeida, M. M. T. B.; Lixa, A. T.; Silva, E. E.; Azevedo, P. H. S.; De-Polli, H.; Ribeiro, R. L. D.; Pesq. Agropec. Bras. **2008**, 43, 675.
3. Taveira, A. T.; Martins, L. B.; Dal Poggetto, M. T.; Martins, M. E.; Souza Júnior, M. N. De; Vieira, T. A.; Vallone, H. S.; II Seminário Iniciação Científica – IFTM, Campus Uberaba, MG. 20 de outubro de **2009**.
4. Tosta, M. S.; Borges, F. S. P.; Reis, L. L.; Tosta, J. S.; Mendonça. V.; Tosta, P. A. F.; Agropecuária Científica no Semi-Árido **2009**, 5, 30.
5. Silva, E. E.; Polli H.; Guerra, J. G. M.; Aguiar-Menezes, E. L.; Resende, A. L. S.; Oliveira, F. L.; Ribeiro, R. L. D.; Hortic. Bras. **2011**, 29, 57.
6. Oliveira, F. L.; Ribas, R. G. T.; Junqueira, R. M.; Padovan, M. P.; Guerra, J. G. M.; Almeida, D. L.; Ribeiro, R. L. D.; Agronomia **2003**, 37, 60.
7. Perin, A.; Guerra, J. G.; Texeira, M. G.; Pesq. Agropec. Bras. **2003**, 38, 791.
8. Favero, C.; Jucksch, I.; Alvarenga, R. C.; Costa, L. M.; Revista Brasileira Ciência do Solo. **2000**, 24, 171.
9. Linhares, P. C. F.; Fernandes, I. T. D.; Silva, M. L.; Pereira, M. F. S.; Santos, A. P.; Revista Verde **2010**, 5, 168.
10. FERREIRA, D.F. R.Sympos. **2008**, 6, 36.
11. Resende, F. V.; Saminêz, T. C. O.; Vidal, M. C.; Sousa, R. B.; Clemente, F. M. V.; Cultivo de Alface em Sistema Orgânico de Produção. Circular Técnica 56. Embrapa: Brasília, **2007**.
12. Bueno, C. R.; Adubação nitrogenada em cobertura via fertirrigação por gotejamento para a alface americana em ambiente protegido. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Lavras: Lavras. **1998**.
13. Diniz E. R.; Influência da época de incorporação de adubo verde na produção de brócolis cultivado organicamente. Dissertação (Mestrado e Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa: Viçosa. **2004**.

Gesiane R. Guimarães\*, Faber S. Pereira, Alexandre M. E. Oliveira, Ednaldo C. Rocha & Roberli R. Guimaraes

Universidade Estadual de Goiás, Rodovia: GO 330, km 241, Anel Viário s/n, Ipameri-GO, CEP: 75780-000.

\*gesianerib.guimaraes@gmail.com



# Adubação Nitrogenada de Sorgo Avaliada pelo Teor de Clorofila com Método Convencional e por Medidor Portátil

Vitor C. M. Barretto, Alex da Silva, José M. G. Beraldo, Mara C. P. Cruz & Manoel E. Ferreira

Avaliou-se o teor de clorofila por medidor portátil de clorofila (SPAD), em relação ao método analítico, sob doses de nitrogênio, na cultura do sorgo em casa de vegetação. O delineamento experimental usado foi o inteiramente casualizado, com cinco doses de nitrogênio e quatro repetições. O medidor SPAD apresentou alta correlação para teor de nitrogênio total na folha, teor de clorofila (total, a e b), e produção de matéria seca da folha. As doses de 225 e 300 mg dm<sup>-3</sup> de N proporcionaram teores foliares de 13,87 e 17,55 g kg<sup>-1</sup> respectivamente, porém, estas doses afetaram a produção de matéria seca.

**Palavras-chave:** *Métodos de avaliação; Sorghum bicolor L.; SPAD.*

Assessed chlorophyll content for portable chlorophyll meter (SPAD) in relation to analytical method under doses of nitrogen in the culture of sorghum under greenhouse conditions. The experimental design used was the completely randomized design, with five nitrogen doses and four replicates. The SPAD meter showed high correlation to total leaf nitrogen content, chlorophyll content (total, a and b), and leaf dry matter production. The doses of 225 and 300 mg dm<sup>-3</sup> of N foliar provided 13.87 and 17.55 g kg<sup>-1</sup> respectively, however, these doses affected the production of dry matter.

**Key words:** *Methods of assessments; Sorghum bicolor L.; SPAD.*



## Introdução

No Brasil, a cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L.) vem crescendo cada vez mais, devido à utilização de plantas com potencial genético e também ao manejo da cultura com a aplicação adequada de nutrientes. O nitrogênio participa da constituição da molécula de clorofila, a avaliação da necessidade de N pela planta poderia ser determinada pela mensuração indireta do teor de clorofila<sup>1</sup>.

A molécula de clorofila é o pigmento principal na absorção de luz na região do visível, sendo que ela é composta de 6% de nitrogênio<sup>2</sup>. Plantas sem nitrogênio apresentam menor composição de clorofila, conseqüentemente, havendo redução da taxa fotossintética, produção de assimilados e acúmulo de massa seca<sup>3,4</sup>. O manejo da adubação nitrogenada da cultura do sorgo pode ser alcançado por meio de determinações periódicas e precisas do estado nutricional. As determinações das concentrações de nitrogênio na matéria seca de folhas, geralmente, são em condições de laboratório, empregando-se métodos analíticos, demorados e de alto custo<sup>5</sup>, e que requerem destruição de amostras de tecidos e muito trabalho nos processos de extração e quantificação<sup>6,7</sup>.

Em contraposição aos métodos tradicionais, a determinação indireta de clorofila, por meio de medidores portáteis, desponta como mais uma alternativa na diagnose da necessidade de adubação nitrogenada para as culturas, de forma fácil, rápida, e não destrutiva<sup>5,6,7,8</sup>. Por não ser afetada pelo consumo de luxo de nitrogênio, a medida indireta de clorofila, por meio do medidor portátil, tem sido considerada melhor indicadora do nível do nitrogênio na planta do que o próprio teor total do elemento<sup>9</sup>.

Os índices de clorofila nas folhas correspondem ao teor relativo de clorofila presente na folha obtido pelo medidor portátil de clorofila, esses valores são calculados com base na quantidade de luz transmitida por meio da folha na faixa do vermelho e do infravermelho próximo, por apresentar alta correlação com o conteúdo de N na folha<sup>10</sup>.

A concentração de clorofila pode indicar a concentração de N na folha de milho, podendo ser uma determinação mais sensível às variações do suprimento de N que as determinações do nutriente na matéria seca das folhas 5, o que possibilitaria maior rapidez na detecção da deficiência de N<sup>11</sup>. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o

uso do medidor de clorofila SPAD em relação ao método analítico sob doses de nitrogênio na cultura do sorgo em casa de vegetação.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco doses de nitrogênio (0; 75; 150; 225 e 330 mg dm<sup>-3</sup>), empregando como fonte de nitrogênio a uréia, e quatro repetições.

O solo utilizado foi coletado a uma profundidade de 0-20 cm, em área de pastagem no município de Borborema-SP, colocado para secar à sombra, destorroado, peneirado em peneira de 4 mm e homogeneizado. As características químicas do solo foram determinadas antes da instalação do experimento, segundo metodologia proposta por Raij<sup>15</sup>. Os valores obtidos foram: P resina = 14 mg dm<sup>-3</sup>; M.O. = 29 mg dm<sup>-3</sup>; pH em CaCl<sub>2</sub> = 5,5; K = 2,4 mmolc dm<sup>-3</sup>; Ca = 25 mmolc dm<sup>-3</sup>; Mg = 13 mmolc dm<sup>-3</sup>; H+Al = 21 mmolc dm<sup>-3</sup>; SB = 40 mmolc dm<sup>-3</sup>; CTC = 61 mmolc dm<sup>-3</sup>; V = 66%. Não houve necessidade de realizar calagem.

A adubação de semeadura foi composta por: 80; 150; 20; 0,5; 1,00; 0,02 e 1,5 mg dm<sup>-3</sup> de P, K, S, B, Cu, Mo e Zn, respectivamente, por vaso. Utilizaram-se vasos de alumínio com capacidade para 3 dm<sup>3</sup>, nos quais foram adicionados 2,8 dm<sup>3</sup> de solo. Após a aplicação dos nutrientes e das doses de N, foram semeadas dez sementes por vaso. Após a germinação, realizou-se o raleio de forma que apenas cinco plântulas permaneceram em cada vaso, constituindo uma unidade experimental.

Aos 25 dias após emergência (DAE), foram observados sintomas de deficiência de nitrogênio, caracterizados pelo amarelecimento das folhas mais velhas, principalmente nos tratamentos sem a aplicação de nitrogênio. Foi administrada uma adubação de cobertura com 50 mg dm<sup>-3</sup> de potássio aos 28 DAE, e aos 40 DAE, as plantas de sorgo foram colhidas e transportadas ao laboratório em embalagens plásticas, devidamente identificadas.

Realizaram-se leituras, por meio do medidor portátil de clorofila (SPAD), na quarta folha com bainha visível, na região mediana da folha de cada planta em todos os tratamentos. Foram realizadas três leituras com o medidor, das quais se obteve a média para cada folha amostrada por tratamento. Também foram determinados os teores de clorofilas a, b e total, segundo metodologia descrita por

Hendry e Price<sup>12</sup>. Realizou-se a leitura das absorbâncias e os valores foram registrados nos comprimentos de onda de 645 e 663 nm para fins de obter as concentrações das clorofilas a, b e total.

O restante das plantas foram separadas em colmo + bainha e lâminas foliares, lavadas, colocadas para secar em estufa a 65°C e após pesagem obtiveram-se a produção de matéria seca e o teor de N total, de acordo com Bataglia<sup>13</sup>.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando as médias apresentavam nível de significância, foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e para as doses de N foram realizadas análises de regressão e submetidos à análise de correlação de Pearson para avaliar as variáveis estudadas.

## Resultados e Discussões

Os resultados do teor de N na folha, concentração de clorofila a, b e total, produção de matéria seca e produção relativa encontram-se na Tabela 1. De acordo com os valores encontrados, verificou-se aumento significativo no teor de nitrogênio nas folhas de sorgo com o aumento da dose de nitrogênio quando comparado à testemunha.

Em relação ao valor SPAD, não se verificou diferença significativa a partir da dose de 150 mg dm<sup>-3</sup> de N. Os teores de clorofila a, b e total apresentaram comportamento semelhante entre os tratamentos, sendo que a dose de 300 mg g<sup>-1</sup> de N propiciou a extração das maiores quantidades, 1,27 e 1,12 mg g<sup>-1</sup> de N, respectivamente para a clorofila a e b. Houve aumento significativo para matéria seca até a dose de 225 mg g<sup>-1</sup> de N, na qual se obteve a maior produção

relativa (100%). Entretanto, quando foi aplicado a dose de 300 mg g<sup>-1</sup> de N, houve um decréscimo na produção (92%). Tal fato indica que, a dose de 225 mg g<sup>-1</sup> de N foi suficiente para maximizar o crescimento das plantas. Resultados diferentes aos encontrados por Oliveira<sup>14</sup>, os quais, analisando cultivares de sorgo e doses de nitrogênio, não observaram efeito significativo das doses de N sobre a produção de massa seca.

O fornecimento de nitrogênio em quantidades adequadas, além de incrementar a área foliar das plantas, aumenta os teores de clorofila nas folhas, tornando-as mais eficientes na interceptação da radiação solar<sup>2</sup>, refletindo, consequentemente, em maior acúmulo de matéria seca.

No desenvolvimento do experimento foi observado que no tratamento em que não foi adicionado nitrogênio houve um amarelecimento das folhas mais velhas, com as mais novas permanecendo verdes, este fato é um indicativo da mobilidade do nitrogênio na planta. As proteínas translocam-se das folhas deficientes e são reutilizadas nas folhas mais novas<sup>15</sup>.

A análise de correlação simples evidenciou uma alta correlação entre as leituras obtidas no medidor portátil, os teores de N e de clorofila e a produção de matéria seca, variando de 0,77 a 0,99 (Tabela 2). A alta correlação verificada entre a leitura com o medidor portátil de clorofila e o teor de clorofila total na folha (0,95) evidencia que as leituras efetuadas com o medidor portátil estimam adequadamente o teor de clorofila da folha de sorgo.

O teor de clorofila na folha correlacionou-se positivamente com o teor de N no sorgo. Resultados obtidos

| Doses de N                 | Leitura SPAD | Teor de N Foliar          | Teor de Clorofila             |         |         | Matéria Seca | Produção Relativa |
|----------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------------|---------|---------|--------------|-------------------|
|                            |              |                           | a                             | b       | total   |              |                   |
| ---mg dm <sup>-3</sup> --- | -----        | ---g kg <sup>-1</sup> --- | -----mg g <sup>-1</sup> ----- |         |         | ----g----    | --%--             |
| 0                          | 20,36 a      | 6,23 a                    | 0,53 a                        | 0,70 a  | 1,23 a  | 8,13 a       | 37                |
| 75                         | 29,70 b      | 9,85 b                    | 0,84 b                        | 0,95 ab | 1,79 b  | 17,86 b      | 82                |
| 150                        | 30,09 c      | 11,53 c                   | 0,90 bc                       | 0,99 bc | 1,89 ab | 20,72 c      | 95                |
| 225                        | 34,51 c      | 13,88 d                   | 1,08 cd                       | 1,05 cd | 2,13 cd | 21,69 c      | 100               |
| 300                        | 35,19 c      | 17,55 e                   | 1,27 d                        | 1,12 d  | 2,39 d  | 20,04 bc     | 92                |
| CV(%)                      | 4,22         | 4,68                      | 6,48                          | 4,30    | 9,56    | 6,49         | ---               |
| DMS                        | 2,7629       | 1,2077                    | 0,2665                        | 0,090   | 0,1929  | 2,5069       | ---               |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 2** - Correlações lineares de Pearson entre os parâmetros avaliados no experimento, com nível de significância de 5% de probabilidade.

| Variáveis          | Leitura SPAD | Teor de N na folha | Clorofila total | Clorofila |       | Matéria Seca |
|--------------------|--------------|--------------------|-----------------|-----------|-------|--------------|
|                    |              |                    |                 | a         | b     |              |
| Leitura SPAD       | 1,00         | --                 | --              | --        | --    | --           |
| Teor de N na folha | 0,91*        | 1,00               | --              | --        | --    | --           |
| Clorofila total    | 0,95*        | 0,95*              | 1,00            | --        | --    | --           |
| Clorofila a        | 0,95*        | 0,92*              | 0,98*           | 1,00      | --    | --           |
| Clorofila b        | 0,93*        | 0,95*              | 0,99*           | 0,96*     | 1,00  | --           |
| Matéria Seca       | 0,90*        | 0,77*              | 0,83*           | 0,88*     | 0,79* | 1,00         |

também por Schachina<sup>16</sup> e Waskom<sup>17</sup>. Para a clorofila total e para clorofila b foi de 0,95, para clorofila a foi um pouco mais baixa de 0,92. Esta relação é atribuída principalmente ao fato de 50 a 70% do N total das folhas ser integrante de enzimas<sup>18</sup> que estão associadas aos cloroplastos<sup>19</sup>.

A leitura com o medidor portátil apresenta algumas vantagens sobre o método de extração de clorofila: a leitura pode ser realizada em poucos minutos, não há necessidade de coleta e envio de amostras para o laboratório, com economia de tempo e dinheiro, é um método não destrutivo, no qual podem ser realizadas quantas amostras forem necessárias<sup>1</sup>. Portanto, as leituras efetuadas pelo equipamento podem substituir, com boa precisão, as determinações tradicionais do teor de clorofila. Avaliações realizadas em outras espécies<sup>20, 21, 22</sup> também constataram relação significativa entre a leitura do medidor portátil e o teor de clorofila extraível.

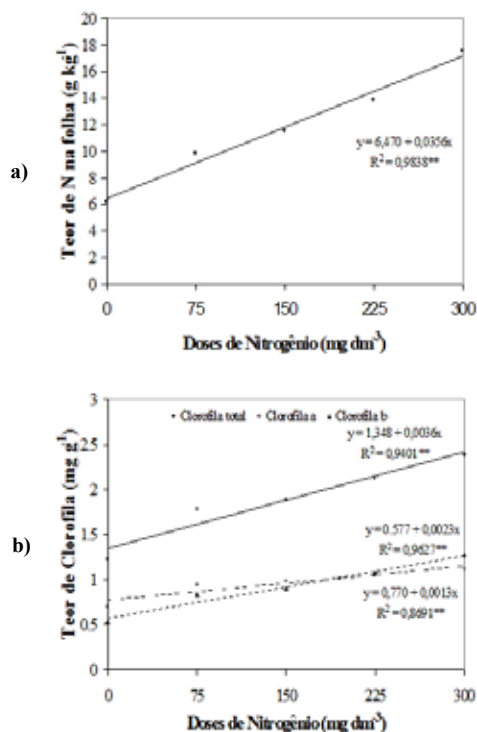
A produção de matéria seca apresentou maior correlação com a leitura do medidor portátil (0,90) do que com os outros parâmetros avaliados. Resultados diferentes dos encontrados por Argenta<sup>23</sup>, que não verificaram correlação na cultura do milho entre a leitura obtida no medidor portátil com a matéria seca. A maior limitação da utilização do medidor portátil de clorofila como indicador do teor do nitrogênio, é que ele não

prediz com precisão a quantidade de N suplementar que deve ser aplicada<sup>17, 24</sup>.

Nas Figuras 1 e 2 são apresentadas as curvas e respectivas equações que melhor ajustaram os valores obtidos pelo teor de N na folha, teor de clorofila (total, a e b), medidor portátil de clorofila (SPAD) e produção de matéria seca da folha em função da dose de N utilizada. Os teores de N total das folhas de sorgo assim como o teor das clorofilas total, a e b, cresceram linearmente com o aumento das doses de N (Figuras 1a e 1b).

As concentrações de N nas folhas se ajustaram linearmente de 6,22 a 17,55 g kg<sup>-1</sup> (Figura 1a). Na cultura do sorgo, os níveis adequados de nitrogênio nas folhas estão entre 13 a 15 g kg<sup>-1</sup>, segundo Malavolta<sup>1</sup>. No presente estudo verificou-se que quando foram utilizadas as doses de 225 e 300 mg dm<sup>-3</sup>, os teores de nitrogênio nas folhas obtidos foram respectivamente de 13,87 e 17,55 g kg<sup>-1</sup>, considerados adequados.

Para os teores de clorofila (a) os valores variaram



**Figura 1** - Teor de nitrogênio nas folhas (a) e teor de clorofila a, b e total (b) em função de doses de nitrogênio na cultura do sorgo.

de 0,69 a 1,11 mg g<sup>-1</sup>, para a clorofila (b) de 0,52 a 1,27 mg g<sup>-1</sup> e para clorofila total de 1,22 a 2,38 mg g<sup>-1</sup> (Figura 1b). A análise regressão demonstrou que o valor obtido pelo medidor portátil de clorofila (Figura 2a) variou entre 20,35 e 35,18 unidades SPAD, em que se ajustaram a regressão quadrática com ponto de máximo de 241,5 mg dm<sup>-3</sup> de N, com coeficiente de determinação de 0,9367.

Os valores da produção de matéria seca das folhas se ajustaram à regressão quadrática, com ponto de máximo de 218 mg dm<sup>-3</sup> de N, com o coeficiente de determinação de 0,9813 (Figura 2b). Aumentos da matéria seca, em função de doses crescentes de nitrogênio, foram verificados por Oliveira<sup>25</sup>. Isso pode estar relacionado com uma maior interceptação da radiação solar em virtude do aumento da área vegetativa das plantas e dos teores de clorofila existentes nas folhas<sup>26</sup>.

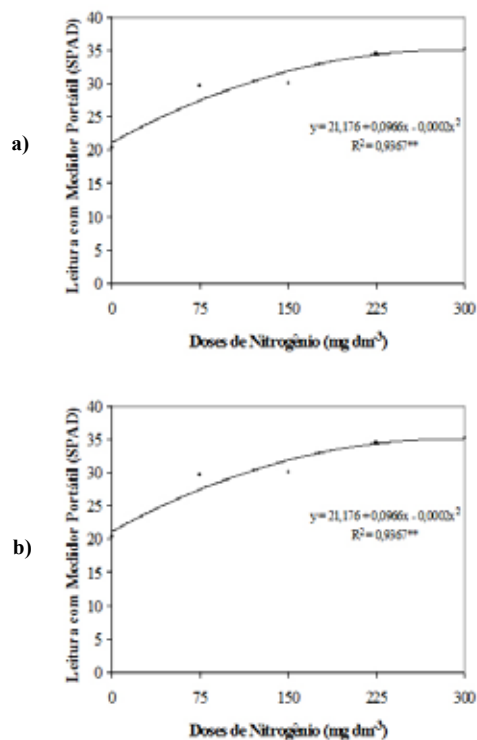
Assim, esse resultados indicam que, apesar dos teores de nitrogênio encontrados na planta com as doses de 225 e 300 mg dm<sup>-3</sup> serem considerados suficientes para a cultura do sorgo, em relação à produção de matéria seca, a utilização de tais níveis propiciou um efeito depressivo na produção, atingindo seu máximo na dose de 218 mg dm<sup>-3</sup> (Figura 2b). Portanto, a utilização de doses maiores que 225 mg dm<sup>-3</sup> causou queda da produção de matéria seca e gasto inútil com o nutriente.

Neste sentido, verificam-se poucos estudos, principalmente, recentes e enfocando à adubação nitrogenada e teores de clorofila na cultura do sorgo, sendo que os fatores como solo, condições climáticas, variedade, manejo do solo, principalmente adubação podem interferir no desenvolvimento da cultura.

## Conclusões

O medidor portátil de clorofila (SPAD) apresentou alta correlação com os teores de nitrogênio total da planta, clorofila total, a e b, e produção de matéria seca, indicando ser um método rápido, prático e eficiente para se avaliar a concentração de clorofila.

As doses de 225 e 300 mg dm<sup>-3</sup> de N proporcionaram teores foliares de 13,87 e 17,55 g kg<sup>-1</sup> considerados suficientes para a cultura do sorgo, entretanto, com essas doses verificou-se um efeito depressivo na produção de matéria seca.



**Figura 2** - Teor de clorofila determinada pelo medidor portátil de clorofila (SPAD) (a) e produção de matéria seca das folhas (b) em função de doses de nitrogênio na cultura do sorgo.

## Referências

1. Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba, **1997**. 317 p.
2. Taiz, L.; Zeiger, E. *Plant physiology*. 4. ed. Sunderland: Sinauer Associates, **2006**. 705 p.
3. Evans, J. R. *Oecologia*, **1989**, 78, 9-19.
4. Field, C.; Mooney, H. A. *The photosynthesis nitrogen relationship in wild plants*. University Press, Cambridge, 25-53, **1986**.
5. Guimarães, T. G.; Fontes, P. C. R.; Pereira, P. R. G.; Alvarez, V. H.; Monnerat, P. H. *Bragantia*, **1999**, 58, 1, 209-216.
6. Argenta, G.; Silva, P. R. F.; Bortolini, C. G. *Cienc. Rural*, **2001**, 31, 4, 715-722.
7. Argenta, G.; Silva, P. R. F.; Bortolini, C. G.; Forsthofer, E. L.; Strider, M. L. *Rev. Bras. Fisiol. Veg.*, **2001**, 13, 2, 158-167.
8. Silveira, P. M.; Braz, A. J. B. P.; Didonet, A. D. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, **2003**, 38, 1083-1087, **2003**.

9. Blackmer, T. M.; Schepers, J. S. *Commun. Soil Sci. Plan.*, **1995**, 25, 1791-1800.
10. Coelho, A. M. Diagnóse foliar em milho e sorgo. In: Prado, R. M.; Rozane, D. E.; Vale, D. W.; Correia, M. A. R.; Souza, H. A. Nutrição de plantas diagnóstico foliar em grandes culturas. Jaboticabal: Capes/Fundunesp, p. 179-192, **2008**.
11. Schepers, J. S.; Francis, D. D.; Pvcgil, M.; Below, F. E. *Commun. Soil Sci. Plan.*, **1992**, 23, 2173-2187.
12. Hendry, G. A. F.; Price, A. H. *Stress indicators: chlorophylls and carotenoids*. In: Hendry, G. A. F.; Grime, J. P. (Eds). *Methods in comparative plant ecology*. London, Chapman Hall, p. 148-152. **1993**.
13. Bataglia, O. C.; Furlani, A. M. C.; Teixeira, J. P. F.; Furlani, P. R.; Gallo, J. R. Métodos de análise química de plantas. Campinas: Instituto Agrônômico, **1983**. 48p. (Boletim Técnico, 78).
14. Oliveira, R. P.; França, A. F. S.; Rodrigues Filho, O.; Oliveira, E. R.; Rosa, B.; Soares, T. V.; Mello, S. Q. S. *Pesq. Agropec. Trop.*, **2005**, 35, 1, 45-53.
15. Raij, B. van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres; Potafos, **1991**. 343 p.
16. Schachchina, T. M.; Dmitrieva, V. V. J. *Plant. Nut.*, **1995**, 18, 6, 1427-1437.
17. Waskom, R. M.; Westfall, D. G.; Spellman, D. E.; Soltanpour, P. N. *Commun. Soil Sci. Plan.*, **1996**, 27, 3, 545-560.
18. Chapman, S. C.; Barreto, H. J. *Agronomy J.*, **1997**, 89, 4, 557-562.
19. Stoking, C. R.; Ongun, A. *Am. J. Bot.*, **1962**, 49, 3, 284-289.
20. Dwyer, L. M.; Anderson, A. M.; Stewart, D. W.; Tollenaar, M.; Gregorich, E. *Can. J. Plant. Sci.*, **1995**, 75, 179-182.
21. Yadava, U. L. *HortScience*, **1986**, 21, 1449-1450.
22. Tenga, A. Z.; Marie, B. A.; Ormrod, D. P. *HortScience*, **1989**, 24, 514.
23. Argenta, G.; Silva, P. R. F.; Mielniczuk, J.; Bortolini, C. G. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, **2002**, 37, 4, 519-527.
24. Sunderman, H. D.; Pontius, J. S.; Lawless, J. R. *Commun. Soil Sci. Plan.*, **1997**, 28, 19, 1793-1803.
25. Oliveira, P. R.; França, A. F. S.; Silva, A. G.; Miyagi, E. S.; Oliveira, E. R.; Perón, H. J. M. C. *Cienc. Anim. Bras.*, **2009**, 10, 4, 1003-1012.
26. Goes, R. J.; Rodrigues, R. A. F.; Arf, O.; Arruda, O. G.; Vilela, R. G. *Rev. Bras. Milho e Sorgo*, **2011**, 10, 2, 121-129.

---

Vitor C. M. Barretto<sup>1\*</sup>, Alex da Silva<sup>1</sup>, José M. G. Beraldo<sup>2</sup>, Mara C. P. Cruz<sup>3</sup> & Manoel E. Ferreira<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Goiás, UEG, UnU Ipameri, Rodovia GO 330, Km 241, Anel Viário, CEP 75780-000, Ipameri, GO, Brasil.

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, IFSP, CEP 15990-040, Matão, SP, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP/FCAV, Departamento de Solos e Adubos, CEP 14884-900, Jaboticabal, SP, Brasil.

\* e-mail: barrettovitor@yahoo.com.br

# Diferentes Períodos de Fermentação de Sementes para Produção de Mudanças de Pitombeira em Ambientes Protegidos

Cleiton G. S. Benett, Murilo F. Pelloso, Miriam F. Lima, Katiane S. S. Benett, Edilson Costa, Mateus L. Secretti & Fabrício Rodrigues

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de mudas de pitombeira em ambientes protegidos, em função de diferentes períodos de fermentação de sementes. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo seis períodos de fermentação em água (0, 12, 24, 36, 48 e 60 horas) e três ambientes protegidos (palha, estufa e sombrite), com 25 sementes cada repetição. O período de 24 a 36 horas de fermentação em água é o mais indicado para a emergência e desenvolvimento das mudas de pitomba. Os ambientes palhas e sombrite são os mais indicados para a produção de mudas de pitomba.

**Palavras-chave:** *Talisia esculenta* Radlk; frutífera nativa; viveiro.

The aim of this study was to evaluate the production of seedlings pitombeira in protected environments for different periods of fermentation of seeds. The experimental design was completely randomized, six fermentation periods in water (0. 12. 24. 36. 48 and 60 hours) and three greenhouses (straw, glass and shading), with 25 seeds each. The 24 to 36 hours in water is the most suitable for the emergence and development of seedlings pitomba. Environments straw and shading are the most suitable for the production of seedlings pitomba.

**Keywords:** *Talisia esculenta* Radlk; native fruit; nursery.



## Introdução

A pitombeira (*Talisia esculenta* Radlk) é uma árvore frutífera, que pode ser encontrada e/ou introduzida em diversas regiões do país. No entanto, essa espécie é explorada mediante extrativismo ou em pomares domésticos sem utilização de tecnologia, o que implica depreciação da conservação da espécie. Os frutos da pitombeira são carnosos e adocicados, havendo grande interesse ecológico e econômico. Os frutos, bem como os produtos derivados, são muito utilizados na culinária regional e, a polpa utilizada *in natura* ou na fabricação de compotas, geleias e doces em massa, cujo sabor assemelha-se ao do damasco (*Prunus armeniaca* L.)<sup>1</sup>.

A pitomba é indicada para plantio em áreas degradadas, cuja madeira vem sendo utilizada para obras internas na construção civil como forros, molduras, tábuas para assoalho, carpintaria e para confecção de caixas<sup>2</sup>. A propagação da espécie é realizada por via sexuada, por meio de sementes, as quais apresentam curta longevidade, sendo necessária a semeadura logo após a extração dos frutos<sup>2</sup>. A extração das sementes de frutos carnosos geralmente é feita por via úmida, a qual consiste em colocar os frutos na água por aproximadamente 24 horas para amolecer a polpa, o que facilita a extração das sementes<sup>3</sup>, isso se deve ao fato de a mucilagem poder prejudicar a germinação e desenvolvimento das plântulas por favorecer o desenvolvimento de microrganismos ou conter substâncias inibidoras de germinação<sup>4</sup>.

O tempo de fermentação das sementes de frutos carnosos varia, conforme a espécie e temperatura<sup>5</sup>, como por exemplo, a gabioba necessita de aproximadamente três dias (*Campomanesia adamantium* Camb.)<sup>4</sup> e dois dias para o café (*Coffea arabica* L.)<sup>6</sup>.

A qualidade na produção de mudas é fator importante na cadeia produtiva, uma vez que mudas mal formadas prejudicam o desempenho final da cultura, causando perdas na produção e no atraso do ciclo produtivo<sup>7</sup>. A utilização de sombreamento é viável para a produção de mudas frutíferas, pois, além de propiciar melhor desenvolvimento e crescimento da planta, favorece o estabelecimento do pomar<sup>8</sup>. O ambiente de cultivo pode influenciar diretamente na qualidade das mudas. Para este efeito, o uso de tela de polipropileno (monofilamento ou rafia) tornar-se popular. A redução da incidência de luz solar proporciona maior produção de massa seca das

plantas<sup>9</sup>. Outro tipo de tela utilizada é a termorrefletora, aluminizada, que também pode influenciar o desenvolvimento das plantas.

Tendo em vista a utilização da pitombeira para os mais diversos fins, são necessárias informações sobre o desenvolvimento de técnicas agrônomicas necessárias a serem empregadas no cultivo desta frutífera, uma vez que a espécie demonstra potencial de produção, visando à sustentabilidade e o mercado consumidor. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de mudas de pitombeira em ambientes protegidos em função de diferentes períodos de fermentação de sementes.

## Materiais e Métodos

O trabalho foi desenvolvido entre os meses de fevereiro a março de 2011, no laboratório de sementes da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária da Aquidauana.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo seis períodos de fermentação em água (0, 12, 24, 36, 48 e 60 horas) e três ambientes protegidos (palha, estufa e sombrite), com 25 sementes cada repetição. Foram utilizadas sementes de pitomba (*Talisia esculenta* Radlk) adquiridas de árvores existentes na fazenda experimental da universidade.

Os ambientes protegidos utilizados foram: 1) Palha: viveiro agrícola em forma de paralelepípedo, estrutura de madeira, possuindo dimensões de 3,00 m x 1,20 m x 1,70 m, coberto com palha de coqueiro nativo da região, conhecido popularmente como buri (*Mauritia flexuosa* L.), totalmente aberto nas laterais e frontais. 2) Estufa: viveiro agrícola, com dimensões de 6,4 x 18,0 m, altura sob a calha de 4,00 m e 6,00 m na cumeeira e cobertura em arco, construída com canos de aço galvanizado, coberta com filme polietileno difusor de luz de 150 µm e laterais com tela de monofilamento, em malha de 50% de sombreamento. 3) Sombrite: viveiro agrícola, estrutura de madeira, coberto com tela de monofilamento com 50% de sombreamento, com dimensões de 2,5 m x 2,5 m x 2,5 m.

Para os cinco períodos de fermentação em água, colocaram-se as sementes em imersão nos respectivos períodos e, após a fermentação, foram secas à sombra por dois dias.

A semeadura foi realizada em sacos de polietileno 10 x 20 cm, utilizando somente solo virgem com profundidade



de 80 cm. Realizaram-se as avaliações a partir da emergência das primeiras plantas, considerando como emergidas as plântulas que apresentaram os cotilédones totalmente livres. As avaliações foram realizadas até os 38 dias após a semeadura.

Verificou-se o efeito dos tratamentos sobre a qualidade das mudas, avaliando-se: porcentagem de emergência<sup>10</sup>; índice de velocidade de emergência<sup>11</sup>; índice de qualidade de Dickson<sup>12</sup>; altura de plantas (com o auxílio de uma régua graduada); diâmetro do caulículo (com o auxílio de um paquímetro digital); índice de área foliar (mensurada pelo Software “Image J” versão 1.43u); massa fresca e seca da parte aérea e raízes; massa seca da parte aérea e raízes. Para cada avaliação, foram utilizadas cinco plantas de cada tratamento.

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e, quando as médias apresentavam nível de significância, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para ambientes e, para os períodos de fermentação em água foram realizadas análises de regressão.

## Resultados e Discussão

Verificou-se que o índice de velocidade de emergência, diâmetro do caulículo e índice da área foliar, foram influenciados significativamente pelos ambientes utilizados (Tabela 1). O ambiente sombrite diferiu estatisticamente do palha, quando se avaliou o índice de velocidade de germinação. Para o diâmetro do caulículo, observou-se que o ambiente estufa apresentou valores superiores aos demais ambientes (Tabela 1). O diâmetro do caulículo é uma variável importante, pois plântulas com diâmetro menores de haste e altas podem apresentar maior risco de tombamento pela ação do vento.

Houve influência significativa do tempo de fermentação em água sobre a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de emergência, cujos dados se ajustaram a uma regressão quadrática, com ponto de máximo estimado de 26 e 23 horas, respectivamente (Figura 1a). A retirada da mucilagem das sementes melhora o potencial de germinação e evita o ataque de microrganismo, essa técnica também influencia no índice de velocidade de emergência, havendo uma germinação mais rápida.

Trabalho realizado com sementes de pitomba e diferentes períodos de fermentação observam que a

**Tabela 1.** Valores médios da porcentagem de emergência (EMERG), índice de velocidade de emergência (IVE), altura de plântulas (ALT), diâmetro do caulículo (DIAM), índice da área foliar (IAF) em função dos ambientes e períodos de fermentação da semente em água. Aquidauana-MS, 2011.

| Tratamentos | EMERG<br>% | IVE<br>Plântulas dia-1 | ALT<br>cm | DIAM<br>cm | IAF<br>cm <sup>2</sup> |
|-------------|------------|------------------------|-----------|------------|------------------------|
| Ambientes   |            |                        |           |            |                        |
| Palha       | 92,61a     | 1,00 b                 | 15,86     | 0,245 ab   | 963,57                 |
| Estufa      | 91,33 a    | 1,05 ab                | 18,25     | 0,262 a    | 914,39                 |
| Sombrite    | 93,46 a    | 1,28 a                 | 15,33     | 0,239 b    | 826,48                 |
| CV (%)      | 3,51       | 18,19                  | 9,10      | 14,15      | 11,75                  |

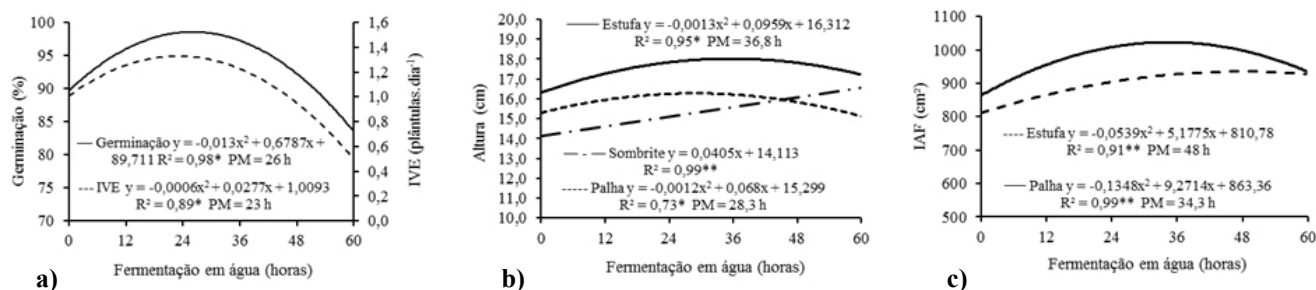
Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

remoção do arilo facilitou a germinação das sementes, provavelmente pelo fato de ele conter algum tipo de substância, inibidora da germinação<sup>13</sup>. Trabalho realizado em sementes de maracujá amarelo observou efeito positivo da fermentação na velocidade de germinação<sup>14</sup>.

Ocorreu efeito significativo da interação entre os ambientes e os tempos de fermentação em água, quando se avaliou a altura de plantas e o índice da área foliar (Figura 1b e 1c).

Para altura de plântulas, os ambientes estufa e palha se ajustaram a uma regressão quadrática (Figura 1b) com valor máximo estimado de 36,8 e 28,3 horas, respectivamente, enquanto que para o ambiente sombrite proporcionou um aumento linear na altura das plântulas. Trabalho realizado com períodos de secagem de sementes de pitomba verificou que a altura máxima de plântulas foi de 11,2cm<sup>15</sup>. Algumas espécies conduzidas em diferentes ambientes têm condições de se adaptarem, tentando aproveitar ao máximo as condições que o ambiente proporciona para o seu crescimento e desenvolvimento.

Ao avaliar o índice da área foliar nos ambientes estufa e palha, observou-se também ajuste dos dados a uma regressão quadrática com valores máximos estimados de 48 e 34,3 horas, respectivamente (Figura 1c). De acordo com<sup>16</sup> a área foliar, é um parâmetro indicativo de produtividade, uma vez que o processo fotossintético depende da captação da energia solar, sendo dessa forma, a base do rendimento de uma cultura. Para<sup>17</sup> cada espécie florestal apresenta



**Figura 1.** Valores de germinação, índice de velocidade de germinação em função dos períodos de fermentação da semente em água (a), desdobramento da interação entre ambientes e períodos de fermentação da semente em água para altura de plântulas (b) e índice da área foliar (IAF) (c). Aquidauana-MS, 2011. \* significância a 5% e \*\* significância a 1% de probabilidade.

exigência luminosa própria para seu desenvolvimento, sendo que algumas plântulas podem aproveitar e desenvolver-se melhor em locais com alta intensidade luminosa e outras em sombreamento e ainda, existem espécies que são intermediárias e as de ampla dispersão. Os valores da massa fresca e seca da parte aérea e de raiz e o índice de qualidade de Dickson, estão disponíveis na Tabela 2.

Para a massa fresca da parte aérea, observou-se que o ambiente palha foi o que se destacou entre os demais ambientes, apresentando massa fresca próxima de 21,5 e 30 % em relação aos ambientes estufa e sombrite, respectivamente. Para a massa seca da parte aérea não houve efeito significativo entre os ambientes. Quando se avaliou a massa fresca de raiz, verificou-se que os ambientes estufa e sombrite foram superiores ao ambiente palha. A melhor forma de se avaliar o crescimento de uma planta, seria a massa seca, pois a massa fresca é um parâmetro muito sensível às oscilações hídricas, uma vez que a maior parte dos vegetais é formada por água<sup>18</sup>.

O índice de qualidade de Dickson foi influenciado pelos ambientes, sendo que no ambiente palha observaram-se os maiores valores. De acordo com<sup>19, 20</sup> o índice de qualidade de Dickson serve como indicador da qualidade das mudas, envolvendo vários parâmetros de crescimento.

Quando se avaliou o tempo de fermentação em água, pode-se observar que tanto a massa fresca e seca da parte aérea e raiz ajustaram-se à regressão linear positiva

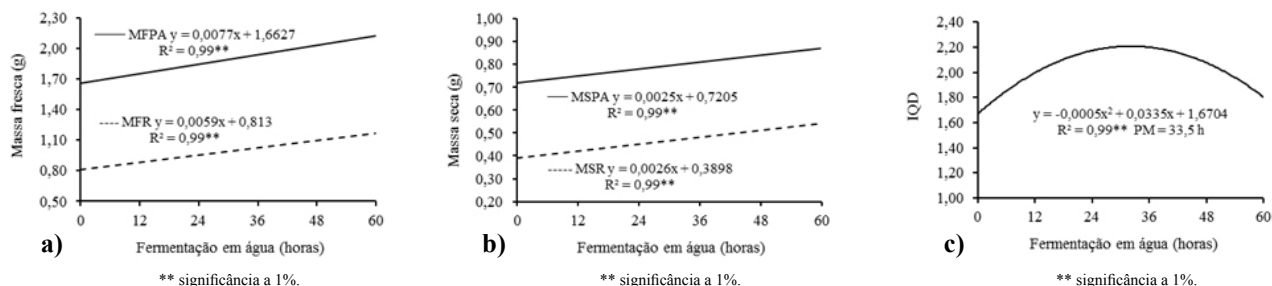
(Figura 2a e 2b), sendo que à medida que as sementes de pitomba permaneceram na água, aumentou o acúmulo das massas. Avaliando o período de fermentação das sementes de pitomba<sup>13</sup>, verificou-se o maior valor de massa seca (0,270 g) com 105 horas, sendo esses resultados próximos aos encontrados nesse trabalho. A fitomassa seca da planta é um importante parâmetro na avaliação do crescimento, pois sua determinação no ciclo da cultura possibilita estimar o crescimento e o desenvolvimento das plantas<sup>21</sup>.

Para o índice de qualidade de Dickson (Figura 2c), os valores ajustaram-se à regressão quadrática com ponto de máximo de 33,5 horas, significando que plantas com maior IQD tem melhor capacidade de desenvolvimento

**Tabela 2.** Valores médios acumulados da massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca de raiz (MFR), massa seca de raiz (MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em função dos ambientes e períodos de fermentação das sementes em água. Aquidauana-MS, 2011.

| Tratamentos | MFPA<br>g | MSPA<br>g | MFR<br>g | MSR<br>g | IQD     |
|-------------|-----------|-----------|----------|----------|---------|
| Ambientes   |           |           |          |          |         |
| Palha       | 2,196 a   | 0,845 a   | 0,844 b  | 0,416 b  | 2,18 a  |
| Estufa      | 1,806 b   | 0,781 a   | 1,105 a  | 0,473 ab | 1,99 ab |
| Sombrite    | 1,689 b   | 0,762 a   | 1,022 a  | 0,509 a  | 1,79 b  |
| CV (%)      | 19,29     | 14,63     | 18,73    | 17,09    | 15,76   |

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 2.** Valores médios acumulados da massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca de raiz (MFR) (a) e massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) (b) e índice de qualidade de Dickson (IQD) (c) em função dos períodos de fermentação das sementes em água. Aquidauana-MS, 2011.

no campo. Para<sup>22</sup> o índice de qualidade de Dickson é uma fórmula balanceada que inclui relações de parâmetros morfológicos, como altura, diâmetro e biomassa seca.

## Conclusões

O período de 24 a 36 horas de fermentação em água é o mais indicado para a emergência e desenvolvimento das mudas de pitomba. Os ambientes palhas e sombrite são os mais indicados para a produção de mudas de pitomba.

## Referências

- Vieira, F. A.; Gusmão, E. *Ciência e Agrotecnologia*. **2008**, 32, 1073.
- Lorenzi, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil*. 4.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, **2002**, 1, 368.
- Nogueira, A. C.; Medeiros, A. C. S. Extração e beneficiamento de sementes florestais nativas. Colombo: Embrapa florestas. **2007**, 7. (Circular técnica 131).
- Carmona, R. Rezende, L. P.; Parente, T.V. *Revista Brasileira de Sementes*. **1994**, 16, 31.
- SILVA, R. F. Extração de sementes de frutos carnosos. In: Carvalho, N. M.; Nakagawa, J. (Eds.). *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP. **2012**, 460.
- Araújo, E. F.; Araújo, R. F.; Silva, R. F.; Gomes, J. M. *Revista Brasileira de Sementes*. **1999**, 21, 238.
- Echer, M.M.; Guimarães, V.F.; Aranda, A.N.; Bortolazzo, E.D.; Braga, J.S. *Semina: Ciências Agrárias*. **2007**, 28, 45.
- Zanella, F.; Soncela, R.; Lima, A.L. da S. *Ciência e Agrotecnologia*. 2006, 30, 880.
- Queiroga, R. C. F.; Bezerra Neto, F.; Negreiros, M. Z.; Oliveira, A. P.; Azevedo, C. M. S. B. *Horticultura Brasileira*. **2001**, 19, 192.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras Para Análise de Sementes*. Brasília: MAPA/ACS. **2009**, 399.
- Maguirre, J. D. *Crop science*. **1962**, 2, 176.
- Dickson, A.; Leaf, A. L.; Hosner, J. F. *The Forestry Chronicle*. **1960**, 36, 10.
- Alves, E. U.; Silva, K. B.; Gonçalves, E. P.; Cardoso, E. A.; Alves, A. U. *Semina: Ciências Agrárias*. **2009**, 30, 761.
- Cardoso, G. D.; Tavares, J. C.; Ferreira, R. L. F.; Câmara, F. A. A.; Carmo, G. A. *Revista Brasileira de Fruticultura*. **2001**, 23, 639.
- Alves, E. U.; Silva, K. B.; Bruno, R. L. A.; Alves, A. U.; Cardoso, E. A.; Gonçalves, E. P.; Braz, M. S. S. *Revista Brasileira de Fruticultura*. **2008**, 30, 509.
- Favarin, J. L.; Dourado Neto, D.; Garcia y Garcia, A. G.; Villa Nova, N. A.; Favarin, M. G. G. V. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. **2002**, 37, 769.
- Portela, R. C. Q.; Silva, I. L.; Pinã-Rodrigues, F. C. M. *Ciência Florestal*. **2001**, 11, 163.
- Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, **2010**. 819.
- Fonseca, É. P.; Valéri, S. V.; Miglioranza, É.; Fonseca, N. A. N.; Couto, L. *Revista Árvore*. **2002**, 26, 515.
- Costa, E.; Durante, L. G. Y.; Nagel, P. L.; Ferreira, C. R.; Santos, A. *Revista Ciência Agronômica*. **2011**, 42, 1017.
- Lopes, J. S.; Dourado Neto, D.; Manfron, P. A.; Medeiros, S. L. P.; Brum, B.; Couto, M. R. M. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. **2005**, 13, 73.

22. Silva, A. K.; Costa, E.; Santos, E. L. L.; Benett, K. S. S.; Benett, C. G. S. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. **2013**, 8, 42.

---

Cleiton G. S. Benett<sup>1\*</sup>, Murilo F. Pelloso<sup>2</sup>, Miriam F. Lima<sup>2</sup>, Katiane S. S. Benett<sup>1</sup>, Edilson Costa<sup>3</sup>, Mateus L. Secretti<sup>4</sup> & Fabrício Rodrigues<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Goiás, Departamento de Agronomia, Rodovia GO 330, Km 241, Anel Viário, s/n, Setor Universitário, CEP 75780-000, Ipameri-GO, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Aquidauana, Rodovia Aquidauana-Cera, Km 12, Zona Rural, CEP 79200-000, Aquidauana-MS, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Cassilândia, Departamento de Agronomia, Cassilândia-MS, Brasil.

<sup>4</sup>Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal de Viçosa-MG, Brasil.

\* E-mail: cbenett@hotmail.com

# Simulação de *Déficit* Hídrico em Diferentes Genótipos de Feijão pela Diminuição do Potencial Osmótico

Daiane M. Duarte, Diana C. Silva, Ednaldo C. Rocha, Helton S. Pereira & Fabrício Rodrigues

O presente trabalho teve como objetivo simular condições de déficit hídrico em laboratório para a avaliação da germinação e desenvolvimento de diferentes genótipos de feijão. O experimento foi realizado no Laboratório da Universidade Estadual de Goiás, em que se utilizaram dez genótipos de feijão, submetidos à germinação em condições de estresse sob os níveis 0, -0,6, -1,2 e -1,8 MPa de potencial osmótico, simulados com soluções de manitol ( $C_6H_{14}O_6$ ) nas doses: 0, 44; 58; 89,17 e 133,75 g L<sup>-1</sup>. Dentre os genótipos utilizados, o cultivar Esplendor obteve melhor desempenho para as variáveis analisadas, demonstrando maior potencial adaptativo à deficiência hídrica.

**Palavras Chaves:** *Phaseolus Vulgaris L.*; Germinação; Estresse.

The present study aimed to simulate water deficit conditions, in the laboratory, the germination and development of different genotypes of bean. The experiment was conducted at the Laboratory of the State University of Goiás, where were used ten cultivars of beans, subjected to germination in stress levels 0, -0.6, -1.2 and -1.8 MPa osmotic potential, simulated with solutions of manitol ( $C_6H_{14}O_6$ ) in levels: 0, 44, 58, 89.17 and 133.75 g L<sup>-1</sup>. Among the genotypes used, cultivar Esplendor performed better for the variables analyzed, demonstrating high potential in adaptation to drought stress.

**Key words:** *Phaseolus vulgaris L.*; Germination; Stress.

## Introdução

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é cultivado no Brasil o ano todo, em ecossistemas subtropical e tropical como Cerrado, Mata Atlântica e Semiárido, nos mais variados arranjos de plantas inter e intraespecíficos, em três safras: “das águas” e “da seca” em todos os estados da federação, e “de inverno”, com irrigação concentrada nas Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Oeste da Bahia, o que garante uma oferta constante do produto para um consumo interno<sup>1</sup>. Nas últimas décadas, têm-se intensificado os debates sobre o aquecimento global e as mudanças climáticas, havendo quase um consenso entre os cientistas de que a intensificação do efeito estufa planetário encontra-se, principalmente, relacionada ao padrão de produção e ao consumo da sociedade moderna. No Brasil, alguns estudos mostram que elevação do nível do mar pode afetar regiões costeiras, especialmente, as metrópoles litorâneas e que os efeitos podem ser registrados em diversas outras regiões do país. Dentre os principais desequilíbrios que estas alterações podem causar ao meio ambiente, o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos<sup>2</sup> relaciona os seguintes: expansão de vetores de doenças endêmicas; mudança do regime hidrológico; perdas na agricultura e ameaças à biodiversidade e, claro, aumento da frequência e intensidade de enchentes e secas.

Nos últimos anos, os sistemas de produção agrícola convencionais veem cedendo espaço para os chamados sistemas alternativos de produção de base agroecológica. Fruto de um processo de conscientização ecológica em que a sociedade demonstra preferência, no qual o termo sustentabilidade se torna cada vez mais evidente<sup>3</sup>. Entretanto, a disponibilidade de água em algumas regiões do país é escassa e, algumas outras, estão passando por trocas climáticas bruscas, o que dificulta o plantio do feijão o ano todo ou mesmo na época das águas.

No entanto, o solo nem sempre oferece ambiente ótimo para a germinação das sementes, mesmo porque, quando ocorre deficiência hídrica, subentende-se que o solo apresenta potenciais hídricos que dificultam a absorção da água necessária para a germinação<sup>4</sup>. Neste caso, qualquer alteração, já no início de seu cultivo, irá influenciar o seu potencial produtivo. Portanto, os efeitos sobre a qualidade do produto, geralmente, são traduzidos

pelo decréscimo na percentagem de germinação; aumento de plântulas anormais e redução do vigor das plântulas<sup>5</sup>, já na fase inicial de desenvolvimento destas.

A espécie possui pouca tolerância a estresses hídricos, sendo que, 60% do seu cultivo no mundo estão submetidos a este fator, tornando a seca o maior redutor da produtividade<sup>6</sup>. No entanto, algumas práticas de manejo podem contribuir para o aumento da produtividade, em condições de estresses hídricos, sendo que o maior progresso tem sido obtido por meio do melhoramento<sup>7</sup>. A utilização de cultivares tolerantes possibilita ao produtor a condição de manter sua produtividade em níveis que não causem dano econômico, expressos pela capacidade da planta em interligar uma diversidade de sinais ambientais a sinais metabólicos, que regulam a expressão gênica durante o estresse<sup>8</sup>, assim, possibilitando a sua sobrevivência. Segundo Santos<sup>9</sup>, é fundamental que ao analisar previamente, mediante levantamento de dados, o impacto que a seca e outras mudanças climáticas venham causar, seria possível realização de uma base de dados para trabalhar futuramente, contando com os possíveis imprevistos.

Uma das maneiras de sanar, em um curto período de tempo esse problema, seria a utilização de genótipos tolerantes que possam ser analisados e utilizados em programas de melhoramento como fonte de tolerância ao estresse hídrico e, assim, associar essa característica ou essas características aos demais genótipos que compõem os blocos de cruzamentos<sup>10</sup>. Alguns autores relatam que diversas soluções osmóticas têm sido usadas para simular um ambiente com reduzida umidade, dentre elas pode-se destacar o Manitol<sup>4</sup>.

Segundo Boyer<sup>5</sup>, os valores aproximados de potenciais de água letais, para algumas espécies vegetais, variam de -1,4 a -6,0 MPa para o tomateiro e a acácia, respectivamente. Entretanto, para o feijão-comum e para o feijão-caupi, esses valores de potencial hídrico foliar são de -1,5 a -2,5 MPa, respectivamente, o que os classifica como plantas sensíveis e moderadamente tolerantes ao *déficit* de água no solo.

Diante do exposto e da importância econômica do feijão, torna-se imprescindível a realização de estudos, visando avaliar o desempenho de cultivares desenvolvidos para o cultivo em regime de sequeiro e irrigado, frente às limitações hídricas impostas durante



o seu desenvolvimento. Assim, o presente trabalho teve como objetivo simular condições padronizadas de *déficit* hídrico, em laboratório, por meio de simulação com manitol, para a avaliação do desempenho fisiológico de diferentes cultivares de feijoeiro comum.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório da Universidade Estadual de Goiás, da Unidade Universitária de Ipameri (GO), no mês de novembro de 2012. Utilizaram-se dez genótipos de feijão, provenientes do Programa de Melhoramento da Embrapa Arroz e Feijão (Pérola, Agreste, Esplendor, Campeiro, Cometa, Pontal, Marfim, Notável, Ametista e Estilo), os quais apresentavam características importantes, e são cultivados na região sudeste de Goiás, sendo estes submetidos à germinação, em condições de estresse hídrico sob os níveis 0, -0,6, -1,2 e -1,8 MPa de potencial osmótico, simulados com soluções de manitol ( $C_6H_{14}O_6$ ), nas doses: 0; 44; 58; 89,17 e 133,75 g L<sup>-1</sup>. As concentrações foram calculadas pela fórmula de Van't Hoff:  $\text{Yos} = \text{RTC}$ , em que: Yos: potencial osmótico (atm); R: constante geral dos gases perfeitos (0,082 atm. L mol<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>); T: temperatura (°C) e C: concentração (mol L<sup>-1</sup>), conforme BRAGA<sup>12</sup>.

Foram colocadas 25 sementes de cada cultivar para germinar em três folhas de papel (Germitest), umedecidas com 2,25 vezes a sua massa, com as soluções osmóticas de manitol, para proporcionar diferentes níveis de potencial osmótico nas sementes, em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Logo após, depositadas sobre duas folhas e recobertas com uma terceira folha de papel. Em seguida, as folhas foram enroladas e depositadas em uma câmara de germinação (BOD), com umidade de 92% e temperatura de 25°C, permanecendo nesta condição por um período de dez dias. A análise da germinação das sementes foi realizada no quinto dia e o crescimento das plântulas no décimo dia, na qual as avaliações, bem como a metodologia utilizada, obedeceram às normas estipuladas nas Regras para Análise de Sementes<sup>7</sup>. Posteriormente, para a análise do teste de germinação, foi utilizado o critério de emissão de radícula e, para o desenvolvimento, medição da radícula e do hipocótilo das plântulas normais desenvolvidas.

Foram submetidos os dados à análise de variância e comparação entre as médias pelo teste de Scott-Knott,

a 5% de significância, e, então, realizadas as análise de regressão polinomial para as diferentes concentrações de manitol, utilizando o programa SISVAR<sup>14</sup>. Além disso, realizou-se a análise de correlação de Spearman (r) para avaliar o grau de associação entre as doses de manitol e a porcentagem de germinação das sementes.

## Resultados e Discussão

A análise de variância indicou diferença significativa entre as doses de manitol ( $P < 0,05$ ) e entre os genótipos avaliados ( $P < 0,05$ ), mas o efeito da interação entre as doses de manitol e os genótipos não foi significativo ( $P > 0,05$ ), indicando que essas variáveis influenciaram de modo independente a germinação das sementes. As doses de manitol e o percentual de germinação apresentaram correlação negativa e significativa ( $r = -0,69$ ;  $P = 0,00$ ), indicando que a porcentagem de sementes germinadas diminuiu, à medida que o potencial osmótico foi reduzido (Tabela 1). Detecta-se que as sementes tiveram maior dificuldade para emitir radícula na condição de estresse hídrico simulado pelo Manitol. Estes resultados corroboram com os obtidos por Garcia<sup>15</sup> em sementes de feijão e, por Trigo<sup>16</sup>, em sementes de cebola, os quais constataram redução significativa na porcentagem de sementes germinadas com a redução do potencial osmótico.

O tratamento sem manitol (testemunha) proporcionou o maior percentual de germinação, no qual apresentou 97%, seguido pelas doses 44 e 58 g L<sup>-1</sup>, com 88 e 91% de germinação, respectivamente. Por sua vez, a dose de 133 g L<sup>-1</sup> proporcionou a menor quantidade de sementes germinadas (55%), conforme Tabela 1.

**Tabela 1.** Porcentagem de germinação de sementes, utilizando dez cultivares de feijão comum, simulados com diferentes doses de solução de Manitol. Ipameri, GO, 2013.

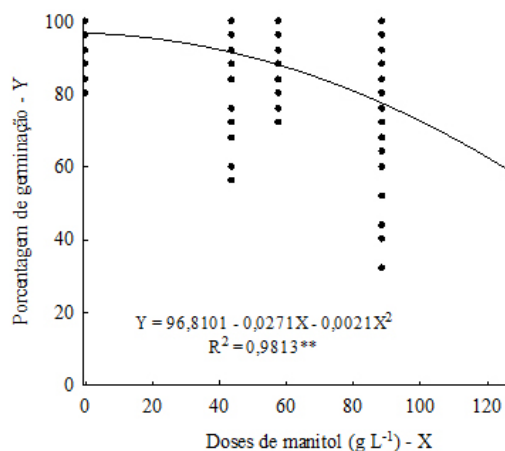
| Doses (g L <sup>-1</sup> ) | Porcentagem Germinação (%) |
|----------------------------|----------------------------|
| 0                          | 97 a                       |
| 44                         | 88 b                       |
| 58                         | 91 b                       |
| 89                         | 77 c                       |
| 133                        | 55 d                       |

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.



Avaliando diferentes níveis de potenciais osmóticos simulados por PEG-6000 em arroz, Silva<sup>17</sup>, encontrou resultados condizentes com o esperado e semelhantes ao apresentando por Manitol em feijão, neste trabalho, uma vez que a concentração de PEG-6000 e de Manitol controlam o meio de germinação e, dessa forma, a absorção de água pelos tecidos da semente, dificultando ou impedindo o início do processo germinativo. As diferentes concentrações das soluções e o tipo de produto utilizado para simular tais condições de estresse, podem alterar todo o resultado, mesmo se tratando de uma mesma cultivar, Coelho<sup>10</sup> observou que ao utilizar manitol,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$  e  $\text{NaCl}$ , em analogia às condições de campo, observou que a germinação reagiu de maneira diferenciada, dependente da concentração de cada soluto e o produto, sendo que a simulação por Manitol se mostrou mais estável e apresentou um maior potencial germinativo na mesma concentração dos demais testados. Entretanto, se o produto utilizado fosse  $\text{NaCl}$  e  $\text{CaCl}_2$ , o potencial germinativo seria bem reduzido, mesmo na mesma concentração que o Manitol.

A Figura 1 ilustra a redução na porcentagem de sementes germinadas com a redução do potencial osmótico. Nota-se que da dose 0 g L<sup>-1</sup> de manitol para a dose 133 g L<sup>-1</sup> de manitol houve redução de 42% na porcentagem média de germinação das sementes.



**Figura 1.** Análise de regressão para porcentagem de germinação de sementes de feijão comum, utilizando diferentes doses de Manitol. Ipameri, GO, 2013.

Neste sentido, Bray<sup>19</sup> ressalta que a germinação das sementes é uma das fases mais sensíveis à deficiência hídrica, visto que a água constitui a matriz em que ocorre a maioria dos processos bioquímicos e fisiológicos, que resultam na protrusão da raiz primária. A diminuição do potencial osmótico prejudica a germinação, diminui o desenvolvimento meristemático e expõe as sementes por mais tempo às condições desfavoráveis do ambiente, acarretando diminuição na produtividade, como consequência, prejuízo ao produtor<sup>16, 20</sup>.

Os cultivares BRS Esplendor e BRS Agreste apresentaram desempenho semelhante e superior aos demais cultivares testados, quanto à tolerância ao estresse hídrico, com o percentual médio de germinação de 96% e 90%, respectivamente (Tabela 2). Por outro lado, os menores percentuais de germinação foram observados para os genótipos Cometa, Pontal, Pérola e Estilo, os quais apresentaram desempenho cerca de 23% menor que o do cultivar Esplendor, demonstrando que possuem menor tolerância ao estresse hídrico. Além disso, esses percentuais podem indicar menor capacidade destes cultivares em interligar uma diversidade de sinais ambientais a sinais metabólicos que regulam a expressão gênica durante o estresse<sup>8</sup>, dificultando, assim, sua sobrevivência e impossibilitando uma boa produtividade.

**Tabela 2.** Porcentagem de germinação de dez cultivares de feijão comum, em relação às doses das soluções simuladoras utilizando Manitol. Ipameri, GO, 2013.

| CULTIVARES    | PORCENTAGEM GERMINAÇÃO (%) |
|---------------|----------------------------|
| BRS ESPLENDOR | 96 a                       |
| BRS AGRESTE   | 90 a                       |
| BRS AMETISTA  | 85 b                       |
| BRS CAMPEIRO  | 84 b                       |
| BRS MARFIM    | 84 b                       |
| BRS NOTÁVEL   | 84 b                       |
| BRS ESTILO    | 79 c                       |
| BRS PÉROLA    | 74 c                       |
| BRS PONTAL    | 72 c                       |
| BRS COMETA    | 70 c                       |
| MÉDIA GERAL   | 81                         |

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O desenvolvimento de cultivares mais tolerantes a períodos de deficiência hídrica no solo, tal como o estudo do desenvolvimento de mecanismos que auxiliem as plantas a tolerar períodos prolongados de seca ou de estiagem, será essencial na manutenção da produção agrícola brasileira e mundial<sup>21</sup>. As diferentes reações de cada genótipo, a essas variações, permitem que este possa tolerá-las, quando estiverem níveis críticos no solo, ainda assim, mantendo suas taxas de fotossíntese em níveis adequados<sup>22</sup>. Nesse caso, indicadas para a obtenção de novas famílias e geração de novos cultivares, além disso, possibilita a seleção de genótipos promissores de maneira precoce e, assim, acelerando o programa de melhoramento desta espécie.

Para a análise do desenvolvimento por meio da mensuração do comprimento radicular e comprimento do hipocótilo das plântulas de feijão, pode-se observar que houve diferença significativa ( $P<0,05$ ) e, também, para interação dos genótipos com os diferentes níveis de potencial osmótico, indicando que essas variáveis influenciaram de modo dependente o desenvolvimento das plântulas. Nos maiores potenciais osmóticos, as plântulas são mais vigorosas, havendo maior desenvolvimento do sistema radicular com valores próximos a 12 cm e, à medida que se reduz o potencial osmótico, há redução do

comprimento da raiz principal, corroborando com Reis<sup>23</sup> e Moraes e Menezes<sup>20</sup>, que trabalharam com sementes de feijão e soja, respectivamente.

De acordo com a Tabela 3, é possível observar que o maior crescimento radicular ocorreu no nível 0 (zero) do soluto, para todos os genótipos. Cabe salientar, também, que houve redução no comprimento da radícula das plântulas para os dez genótipos avaliados, demonstrando que o aumento da concentração de manitol e redução no potencial hídrico afetou negativamente o desenvolvimento da radícula, causando uma diminuição no seu crescimento.

O cultivar esplendor destacou-se por apresentar radículas mais desenvolvidas quando expostas às maiores concentrações das soluções de manitol, indicando que este genótipo pode ser mais tolerante à deficiência hídrica que os outros cultivares testados. Ávila e colaboradores<sup>4</sup> observaram que para a cultura da canola, contrariamente ao que ocorre com o feijão, quanto maior a dose de manitol, até o limite tolerável pela planta, maior é o crescimento radicular, pois, as plantas de canola, quando submetidas ao estresse hídrico, tendem a desenvolver um sistema radicular que propicia maior absorção água, em maiores profundidades. O uso eficiente da água pelas culturas agrícolas depende, sobretudo, das condições físicas do

**Tabela 3.** Crescimento radicular de dez cultivares de feijão comum, em diferentes doses de soluções simuladoras de estresse hídrico, utilizando manitol. Ipameri, GO, 2013.

| CRESCIMENTO RADÍCULA (cm) |                  |        |        |        |        |
|---------------------------|------------------|--------|--------|--------|--------|
| GENÓTIPOS                 | DOSES DE MANITOL |        |        |        |        |
|                           | 0                | 44     | 58     | 89,17  | 133,75 |
| BRS AGRESTE               | 8,60 b           | 9,20 a | 6,71 b | 2,46 a | 1,65 a |
| BRS AMETISTA              | 7,42 c           | 8,95 a | 6,57 b | 1,79 b | 1,34 a |
| BRS CAMPEIRO              | 9,42 b           | 6,70 c | 4,57 c | 1,38 b | 1,23 a |
| BRS COMETA                | 8,87 b           | 5,20 d | 3,40 d | 1,56 b | 2,26 a |
| BRS ESPLENDOR             | 10,70 a          | 9,04 a | 9,71 a | 2,43 a | 1,78 a |
| BRS ESTILO                | 5,64 e           | 7,18 c | 6,52 b | 2,37 a | 1,30 a |
| BRS MARFIM                | 7,76 c           | 7,80 b | 4,55 c | 2,11 a | 1,52 a |
| BRS NOTÁVEL               | 9,51 b           | 5,45 d | 6,12 b | 1,64 b | 1,43 a |
| BRS PÉROLA                | 6,61 d           | 5,75 d | 3,91 d | 1,49 b | 1,26 a |
| BRS PONTAL                | 7,80 c           | 4,53 d | 3,30 d | 1,59 b | 1,14 a |
| MÉDIAS                    | 8,21             | 7,00   | 5,53   | 1,88   | 1,49   |

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

solo; das condições atmosféricas; do estado nutricional das plantas; de fatores fisiológicos; da natureza genética e do seu estágio de desenvolvimento. Todas as plantas exigem quantidades relativamente elevadas de água para a produção de matéria seca, uma cultura de feijão, por exemplo, requer cerca de 1750 kg de água para a produção de 1 kg de matéria seca e grãos<sup>25</sup>, se o cultivar necessitar de uma menor quantidade de água, além da tolerância, irá acarretar menor custo de produção e em um cultivo mais sustentável.

Os cultivares que apresentaram sensibilidade à deficiência hídrica foram o BRS Pontal e BRS Cometa, os quais, nas concentrações mais altas, apresentaram redução do crescimento radicular, quando comparados aos demais. Na dose de 133,75% não houve diferença entre os cultivares testados, demonstrando que neste potencial hídrico, as plântulas não conseguem absorver água e, conseqüentemente, não apresentam diferença em seu crescimento vegetativo que seja significativo.

Da mesma forma, para o comprimento do hipocótilo, pode ser verificada redução nesta característica com a redução do potencial osmótico (Tabela 4). Corroborando os resultados de Reis<sup>23</sup>, Moraes e Menezes<sup>20</sup>, que trabalharam com sementes de feijão e soja, respectivamente. Em ambos os casos, os menores

potenciais osmóticos reduziram o comprimento das plântulas, devido às mudanças na turgescência celular, em função da diminuição da síntese de proteínas em condições de *déficit* hídrico. O primeiro efeito mensurável do estresse hídrico é uma diminuição no crescimento, causada pela redução da expansão celular que necessita de potencial de turgor adequado<sup>26</sup>.

Os resultados encontrados estão de acordo com os obtidos por Alvarenga<sup>27</sup>, em estudos realizados com soja, e Dantas<sup>28</sup> em estudos com feijão, em que à medida que aumentou a concentração de manitol nas soluções, houve decréscimo no comprimento do hipocótilo das plantas, demonstrando ter seu desenvolvimento prejudicado quando submetidos a ambientes com baixa umidade. Para este caráter o Cultivar BRS Esplendor também apresentou indícios de ser o mais adaptado às condições de deficiência de água, pois, alcançou os maiores valores para o comprimento do hipocótilo em concentrações mais elevadas de manitol (58%), assim como o agreste (Tabela 4).

## Conclusão

A redução do potencial osmótico do substrato, utilizando manitol, pode ser utilizada para o estudo de

**Tabela 4.** Crescimento do hipocótilo dos diferentes genótipos em relação às doses das soluções simuladoras de estresse hídrico, utilizando manitol. Ipameri, GO, 2013.

| CRESCIMENTO HIPOCÓTILO (CM) |           |        |        |        |        |
|-----------------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| CULTIVARES                  | DOSES (%) |        |        |        |        |
|                             | 0         | 44     | 58     | 89,17  | 133,75 |
| BRS AGRESTE                 | 6,99 b    | 4,15 d | 3,17 a | 0,31 a | 0,08 a |
| BRS AMETISTA                | 5,37 d    | 4,96 a | 2,47 b | 0,20 a | 0,07 a |
| BRS CAMPEIRO                | 9,07 a    | 2,84 c | 2,56 b | 0,30 a | 0,05 a |
| BRS COMETA                  | 8,79 a    | 2,46 e | 2,85 b | 0,42 a | 0,07 a |
| BRS ESPLENDOR               | 9,11 a    | 3,19 c | 3,71 a | 0,58 a | 0,06 a |
| BRS ESTILO                  | 4,82 e    | 2,92 c | 2,33 b | 1,01 a | 0,13 a |
| BRS MARFIM                  | 4,50 e    | 3,14 c | 2,52 b | 0,48 a | 0,19 a |
| BRS NOTÁVEL                 | 6,58 b    | 2,11 e | 1,20 d | 0,30 a | 0,01 a |
| BRS PÉROLA                  | 5,88 c    | 2,90 c | 2,52 b | 0,41 a | 0,19 a |
| BRS PONTAL                  | 6,99 c    | 3,84 b | 2,01 c | 0,22 a | 0,09 a |
| MÉDIAS                      | 6,72      | 3,24   | 2,53   | 0,41   | 0,18   |

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

possíveis genótipos com maior tolerância à deficiência hídrica. Dentre os cultivares testados, o cultivar BRS Esplendor teve melhor desempenho para a maioria dos caracteres avaliados, demonstrando maior potencial adaptativo à deficiência hídrica, característica importante para os programas de melhoramento.

## Referências

1. Albuquerque, A. C. S.; Silva, A. G. da. Embrapa Informação Tecnológica, **2008**, 1, 219.
2. CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Manual de Capacitação sobre a Mudança do Clima e Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, **2008**, 1, 1.
3. Santos, J. O. D.; Santos, R. M. D. S.; Fernandes, A. D. A.; Sousa, J. D. S.; Borges, M. D. G. B.; Ferreira, R. T. F. V.; Salgado, A. B. Agropecuária científica no semiárido, **2013**, 9, 09.
4. Machado Neto, N. B.; Custódio, C. C.; Costa, P. R.; Doná, F. L. Revista Brasileira de Sementes, **2006**, 28, 142.
5. Toledo, M. Z.; Fonseca, N. R.; César, M. L.; Soratto, R. P.; Cavariani, C.; Crusciol, C. A. C. Pesquisa Agropecuária Tropical, **2009**, 39, 124.
6. Aguiar, R. S.; Moda-Cirino, V.; Faria, R. T.; Vidal, L. H. I. Semina, **2008**, 29, 1.
7. Singh, S. P. Crop Science Society of America, **1995**, 35, 118.
8. Custódio, C. C.; Salomão, G. R.; Neto, N. B. M. Revista Ciência Agronômica, **2009**, 40, 617.
9. Santos, R. S. dos; Costa, L. C.; Sedyama, G. C.; Leal, B. G.; Oliveira, R. A. de; Justino, F. B. Revista Brasileira de meteorologia, **2011**, 26, 314.
10. Vale, N. M.; Barili, L. D.; Rozzeto, D. S.; Stinghin, J. C.; Coimbra, J. L. M.; Guidolin, A. F.; Koop, M. M. Biotemas, **2012**, 25, 135.
11. Boyer, J. S. Academic Press, **1978**, 4, 154.
12. Braga, L. F.; Sousa, M. P.; Braga, J. F.; Sá, M. E. Revista Brasileira de Sementes, **1999**, 21, 95.
13. Brasil. Ministério da Agricultura. Regras para análises de sementes. **2009**, 1, 1.
14. Ferreira, D.F. Revista Symposium, **2008**, 6, 36.
15. Garcia, S. H.; Rozzetto, D. S.; Coimbra, J. L. M.; Guidolin, A. F. Revista de Ciências Agroveterinárias, **2012**, 11, 35.
16. Trigo, M.F.O.O.; Trigo L.F.N. Revista Brasileira de Sementes, **1999**, 21, 145.
17. Silva, L. S.; Silva, R. B.; Valadares, R. N.; Matos, V. P.; Lima, C. F. Revista Tropica, **2012**, 6, 37.
18. Coelho, D. L. M.; Agostini, E. A. T. D.; Guaberto, L. M.; Machado-Neto, N. B.; Custódio, C. C. Acta Scientiarum. Agronomy, **2010**, 32, 491.
19. Bray, C. F. Seed development and germination, **1995**, 1, 767.
20. Moraes, G.A.F.; Menezes, N.L. Ciência Rural, **2003**, 33, 219.
21. Nepomuceno, A. L.; Neumaier, N.; Farias, J. R. B.; Oya, T. Revista Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento, **2001**, 1, 12.
22. Ribeiro, R. V.; Santos, M. G.; Souza, G. M.; Machado, E. C.; Oliveira, R. F. Angelocci, L. R. Pimentel, C. Pesquisa Agropecuária Brasileira, **2004**, 39, 615.
23. Reis, I.S. Informativo ABRATES, **2003**, 13, 89.
24. Ávila, M. R.; Braccini, A. D. L.; Scapim, C. A.; Fagliari, J. R.; Santos, J. D. Revista Brasileira de Sementes, **2007**, 29, 98.
25. Doorenbos J.; Kassam, A.H. Yield response to water, **1979**, 1, 201.
26. Taiz, L. Zeiger, E. Fisiologia vegetal, **2004**, 3, 719.
27. Alvarenga, E.M. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, **1991**, 13, 189.
28. Dantas, B. F.; Ribeiro, L. D. S.; Aragão, C. A. Revista Brasileira de Sementes, **2007**, 29, 106.

---

**Daiane M. Duarte<sup>1</sup>, Diana C. da Silva<sup>1</sup>, Ednaldo C. Rocha<sup>2</sup>, Helton S. Pereira<sup>3</sup> & Fabrício Rodrigues<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Goiás, Departamento de Produção Vegetal, Rodovia GO 330, Km 241, Anel Viário, s/n, Setor Universitário, CEP 75780-000, Ipameri-GO, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Goiás, Departamento de Agronomia e Engenharia Florestal, Rodovia GO 330, Km 241, Anel Viário, s/n, Setor Universitário, CEP 75780-000, Ipameri-GO, Brasil.

<sup>3</sup> Embrapa arroz e feijão, Departamento de Melhoramento de feijão, Goiânia, GO, Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462,(Goiânia-Nova Veneza), km 12, Zona Rural, C.P. 179, 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO, Brasil.

\*e-mail: fabricio.rodrigues@ueg.br



# Eficiência Nutricional de Híbridos de Sorgo Granífero ao Fósforo Avaliados sob Diferentes Condições Ambientais

Fabricio Rodrigues, Mylla C. Ribeiro, Felipe R. Costa, Leandro F. Damaso, Jéssica S. Pacheco, Daiane M. Duarte & Cleiton G. S. Benett

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência nutricional de dez híbridos de sorgo granífero a doses crescentes de fósforo, em vaso e campo, utilizando a biomassa da planta para comparar a eficiência da seleção, aliados ao ambiente. Existe diferença significativa entre as fontes de variação híbridos e doses, entretanto, não ocorreu para a interação híbridos x doses, impossibilitando a seleção de híbridos eficientes e responsivos, utilizando a biomassa. A correlação fenotípica denota que as plantas respondem fisiologicamente da mesma forma, em vaso e em campo, sendo confirmados pela correlação ambiental, no qual possuíram valores expressivos e significativos.

**Palavras Chaves:** *estresse; biomassa; correlação ambiental.*

The objective of this study was to evaluate the nutritional efficiency of ten sorghum hybrid , in increasing levels of phosphorus, vase and field, using plant biomass to compare the efficiency of selection, combined with the environment. There is a significant difference between the sources of variation hybrids and levels, however, the interaction hybrid x levels not was significant, thus precluding the selection of efficient and responsive hybrid, using biomass. The phenotypic correlation indicates that plants respond physiologically similarly, in the vase and field, confirmed by environmental correlation, being significant and expressive values.

**Key words:** *stress; biomass; environmental correlation.*

## Introdução

A produção mundial de sorgo, para a safra 2012/13, está estimada em 59,2 milhões de toneladas, 8,4% acima dos 54,6 milhões de toneladas alcançadas na safra 2011/12. Entretanto, mesmo com esse aumento na safra, ainda é considerada baixa, pois, ao analisar o período compreendido entre 2008 a 2013, a produção mundial recorde foi de 66,0 milhões de toneladas, alcançada na safra 2007/08. Além disso, observa-se que a produção mundial, na safra 2012/13, ainda é 2% inferior à produção média dos últimos cinco anos<sup>1</sup>.

No Brasil, o sorgo é cultivado em todas as regiões do país, todavia, a produção nacional concentra-se nos Estados de Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso, juntos, produziram, na safra 2011/12, 1,7 milhão de toneladas, sendo o estado do Goiás o maior produtor, com 999 mil toneladas<sup>1</sup>. Dentre os principais fatores responsáveis pela baixa produtividade, nas áreas destinadas à produção dessas plantas, destacam-se as precipitações irregulares, a fertilidade do solo e as baixas aplicações de fertilizantes<sup>2</sup>, em que normalmente o sorgo é utilizado, visando ao aproveitamento da adubação do plantio anterior e que pouco do que foi extraído do solo, é reposto.

Os solos brasileiros são carentes de fósforo (P), em consequência do material de origem e da forte interação do fósforo com o solo, em que menos de 0,1% encontra-se em solução, logo, a aplicação de P em doses elevadas em solos do cerrado é justificada pela intensa fixação desse elemento, ocasionando baixo conteúdo de fósforo disponível no solo<sup>3</sup>. Além disso, o excesso causa aumento no custo de produção e sem retorno econômico, nos casos em que os genótipos possuem baixa capacidade em usar o fósforo adsorvido ao solo. Recentemente, um estudo chinês, realizado com dados de 1980 a 2005, comprovou que grande parte do nitrogênio e do fósforo aplicado pela agricultura, foi perdida e que não contribui em nada para aumentar a produção chinesa. Como consequência, causou contaminação dos rios das regiões norte, sul e leste do país<sup>4</sup>, o que torna mais evidente o termo manejo sustentável. O sistema agrícola atual está baseado em patamares de produção, sustentados por expressivas toneladas de adubações e, o melhoramento vegetal de diversas culturas desenvolveu, sob o ideal da revolução verde, ideais contrários ao sistema da sustentabilidade.

A grande expansão do cultivo do sorgo, principalmente em plantios de sucessão a culturas de verão, tem gerado grande demanda por cultivares produtivas e com valor agregado para adaptação às condições predominantes nas regiões de plantio<sup>5</sup>, inclusive para a deficiência de fósforo (P). Entretanto, pouco se conhece da eficiência nutricional dos híbridos de sorgo que estão no mercado atualmente e, além disso, quais seriam mais eficientes em regiões com maior deficiência de fósforo, quais seriam mais responsivos sob doses elevadas e, se fisiologicamente, as plantas apresentariam o mesmo comportamento sob diferentes condições de avaliação.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência nutricional de dez híbridos de sorgo granífero a doses crescentes de fósforo, em vaso e campo, utilizando a biomassa da planta para comparar a eficiência da seleção aliada ao ambiente em que os híbridos foram testados.

## Materiais e Métodos

O experimento foi realizado no período da safra convencional 2010/11, na fazenda experimental da Universidade Estadual de Goiás localizada em Ipameri (Latitude 17° 43' S, Longitude 48° 08' N), a 790 metros de altitude.

Foram utilizados dez híbridos comerciais de sorgo granífero (BRS308, BRS309, BRS310, BRS330, BRS332, AG1040, DKB551, 50A50, AS4610 e 1G282), em três doses de fósforo, sob duas condições de cultivo, em vaso e campo.

### EXPERIMENTO EM VASO

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, no arranjo fatorial simples, constituído de dez híbridos de sorgo granífero, em três níveis de fósforo, com três repetições. A parcela foi representada por três plantas, em um vaso de 15 litros, o qual foi preenchido com solo de cerrado, proveniente de uma área que apresentava deficiência de P, pela análise química (Tabela 1). Posteriormente, realizou-se a homogeneização do solo, a calagem e, logo após 15 dias, a adubação, conforme a necessidade da planta e visando a uma produtividade média de 12.000 kg ha<sup>-1</sup> para todos os nutrientes, exceto o P.



As adubações de P foram 50, 100 e 150% do necessário para o desenvolvimento adequado da planta, em que a dose 50% representa somente a metade do necessário para a cultura do sorgo; a dose 100% representa a adubação ideal e a dose 150%, representa um incremento de 50%, no que é necessário para a cultura. Foram plantadas nove sementes por vaso, sendo o desbaste realizado 15 dias após o plantio, permanecendo apenas três plantas por vaso e irrigados a cada dois.

Os caracteres avaliados foram massa fresca da parte área (MF) e massa seca da parte área (MS), avaliadas aos 90 dias após o plantio, em que as três plantas foram cortadas com o auxílio de uma tesoura de poda e pesadas frescas e, então, colocadas em saquinhos de papel para a pesagem. Logo após, os saquinhos foram colocados na estufa por um período de 72 horas a 70°C e, então, pesados para determinação da massa seca.

## EXPERIMENTO CAMPO

O preparo do solo foi realizado de maneira convencional com uma aração e duas gradagens, sendo utilizado um cultivador para abertura dos sulcos. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, no arranjo fatorial simples, com dez híbridos de sorgo granífero, em três níveis de P, com três repetições, em que cada parcela era representada por uma linha de seis metros. O desbaste foi realizado manualmente, quando as plantas apresentavam-se com três a quatro folhas totalmente expandidas, deixando-se cinco plantas por metro, sendo irrigado a cada dois dias.

A adubação de plantio e cobertura, assim como a calagem, foi realizada a partir da análise de solo, adotando-se as doses de 50, 100 e 150% de P, ou seja, metade do que seria recomendado para a cultura, adubação adequada e 50%, a mais, do que seria recomendado para a cultura do sorgo, respectivamente, somente para fósforo. Para os demais nutrientes, aplicou-se a dose recomendada para a cultura, visando a uma produtividade média de 12.000kg ha<sup>-1</sup>.

As avaliações de campo foram realizadas aos 90 dias, com a extração de três plantas aleatórias de cada parcela e, então, avaliadas quanto à massa fresca da parte aérea (MF) e massa seca da parte aérea (MS), sendo as plantas cortadas com o auxílio de uma tesoura de poda e

colocadas em saquinhos de papel para a pesagem. Logo após, os saquinhos foram colocados na estufa por um período de 72 horas a 70°C e, posteriormente, pesados para determinação da massa seca.

## ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados foi realizada no programa estatístico GENES<sup>6</sup>, calculando-se a média e a interação entre os híbridos e as doses, por meio da análise de variância individual e conjunta, utilizando os seguintes modelos matemáticos para análise de variância:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + b_j + e_{ij} \text{ (Individual)} \quad (1)$$

em que:  $Y_{ij}$  = observação feita na parcela do i-ésimo tratamento no j-ésimo bloco;  $\mu$  = média geral;  $g_i$  = efeito do i-ésimo híbrido;  $b_j$  = efeito do j-ésimo bloco;  $e_{ij}$  = efeito dos fatores não controlados na parcela que recebeu o i-ésimo híbrido no j-ésimo bloco.

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + a_j + g_{aj} + b_k/a_j + e_{ijk} \text{ (Conjunta)} \quad (2)$$

em que:  $Y_{ijk}$  = observação feita na parcela do i-ésimo híbrido no j-ésimo bloco;  $\mu$  = média geral;  $g_i$  = efeito do i-ésimo genótipo;  $a_j$  = efeito da j-ésimo dose;  $g_{aj}$  = efeito da interação do i-ésimo híbrido com a j-ésimo dose;  $b_k/a_j$  = efeito do k-ésimo bloco dentro da j-ésimo dose;  $e_{ijk}$  = efeito dos fatores não controlados na parcela que recebeu o i-ésimo genótipo no j-ésimo ambiente dentro do k-ésimo bloco. Posteriormente, estimados os coeficientes da correlação fenotípica, ambiental e a herdabilidade no sentido amplo, entre os caracteres, utilizando as expressões apresentadas por Cruz e Regazzi<sup>6</sup>.

## Resultados e Discussão

O resumo da análise de variância conjunta, para todos os caracteres avaliados, está apresentada na Tabela 2. Para as fontes de variação híbridos e, também, doses, houve diferença significativa a 1 e 5% para todas as variáveis analisadas, independente da condição ambiental em que a biomassa foi avaliada. Entretanto, a fonte de variação híbridos x doses, não apresentou diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ), para todos os caracteres avaliados. Isso indica que os híbridos testados apresentaram o mesmo comportamento nas diferentes doses de fósforo (Tabela 2).

**Tabela 1.** Principais atributos químicos do solo (0-20 cm de profundidade), 30 dias antes da aplicação dos fertilizantes e do calcário, no sulco de semeadura. Ipameri, GO, 2013.

| Solo    | pH                   | M.O.                  | Presina                | H+Al                   | K   | Ca  | Mg  | SB   | CTC  | V%   |
|---------|----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|
|         | (CaCl <sub>2</sub> ) | (g dm <sup>-3</sup> ) | (mg dm <sup>-3</sup> ) | mmolc dm <sup>-3</sup> |     |     |     |      |      |      |
| 0-20 cm | 4,3                  | 16,2                  | 2,4                    | 41,8                   | 1,5 | 8,5 | 2,8 | 12,8 | 54,6 | 23,4 |

Para Carvalho<sup>7</sup>, essa falta de interação não é esperada, quando se trabalha com grupos de cultivares com alta variabilidade genética, havendo diferença entre eles para diversas características morfofisiológicas. Normalmente, os solos das regiões tropicais, além da deficiência generalizada, apresentam alta capacidade de fixação de fosfato (adsorção e precipitação), limitando a produtividade das culturas nessas áreas<sup>8</sup>. Apesar da calagem e da adubação com 50% a mais de P, as plantas podem ter os mesmos mecanismos de expressão gênica para produção de raiz, dessa forma, o mesmo resultado por não conseguirem acessar o P disponível no solo. O contato do íon fosfato nas raízes ocorre, preferencialmente, por difusão, razão pela qual a absorção do nutriente depende do volume de solo explorado pelas raízes<sup>9</sup>.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância conjunta e estimativa da herdabilidade ( $h^2$ ) para os caracteres massa fresca da parte área (MFPA) e massa seca da parte área (MSPA), avaliados em vaso e campo, sob diferentes doses de fósforo no solo. Universidade Estadual de Goiás, Ipameri, GO, 2013.

| FV                  | QM |                 |                 |                 |                 |
|---------------------|----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                     | GL | MF <sup>1</sup> | MS <sup>1</sup> | MF <sup>2</sup> | MS <sup>2</sup> |
| Híbridos            | 9  | 5271,73**       | 271,35**        | 108885,51**     | 47141,78**      |
| Doses               | 2  | 13085,46**      | 238,68*         | 434333,22**     | 159753,18**     |
| Híbridos x doses    | 18 | 1096,27 n.s.    | 88,19 n.s.      | 19295,03 n.s.   | 9740,91 n.s.    |
| Repetição           | 2  | 1612,33         | 86,44           | 53112,10        | 7943,20         |
| Erro                | 58 | 830,70          | 51,25           | 22471,83        | 9547,44         |
| CV (%)              | -  | 25,34           | 18,97           | 30,02           | 32,87           |
| CV <sub>g</sub> (%) | -  | 20,49           | 13,40           | 20,49           | 28,35           |
| $h^2$ /Dose 50%     | -  | 36,66           | 31,43           | 72,26           | 64,71           |
| $h^2$ /Dose 100%    | -  | 70,43           | 87,56           | 63,80           | 56,25           |
| $h^2$ /Dose 150%    | -  | 76,24           | 73,97           | 14,62           | 4,18            |

\* e \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade, pelo teste F; ns - não significativo;

<sup>1</sup> e <sup>2</sup> - Biomassa avaliada sob condições de vaso e campo, respectivamente.

O coeficiente de variação (CV%) representa a precisão experimental, nota-se que os maiores valores foram apresentados pelas variáveis analisadas a campo, entretanto, os valores são considerados similares aos citados na literatura. Percebe-se que, quando os estudos estão relacionados à eficiência nutricional ao P, em diferentes culturas, por exemplo, sorgo<sup>10, 11</sup>, milho<sup>12</sup> e pimentão<sup>13</sup> ou sob condições de outros estresses, como hídrico<sup>14</sup>, esses valores apresentam alta variação entre as doses testadas, características analisadas, genótipos e a safra em questão.

Testando a resposta da cultura do sorgo granífero, na safrinha, em nível de campo, submetidos a diferentes doses e fontes de nitrogênio em cobertura, Goes<sup>15</sup> e colaboradores obtiveram valores bem abaixo para matéria seca (1,64%), tal êxito foi alcançado por apresentar uma repetição a mais e, além disso, uma área útil três vezes maior do que a apresentada neste experimento.

No caso de competição de plantas por nutrientes, o CV% encontrado é mais condizente com o de trabalhos de eficiência nutricional, visto que as plantas necessitam aprofundar suas raízes em busca de nutrientes. Lopes<sup>16</sup>, estudando o comportamento de plantas de sorgo a diferentes espaçamentos encontrou CV% variando de 15,1 a 37,3%, sendo a média em torno de 25%, indicando que a precisão experimental também está ligada ao estande final, no qual a menor área útil para a planta aumenta a relação de deficiência e variação entre os dados. É conveniente, em experimentos dessa natureza, a utilização de parcelas experimentais maiores, com maior número de fileiras e, também, um maior número de repetições, a fim de alcançar uma precisão maior e obter êxito com a seleção de cultivares eficientes e responsivos ao P.

Os valores dos coeficientes de variação genética (CV<sub>g</sub>) refletem a boa variação entre os híbridos, apesar de ser mais relevante no caráter MS, com valor de 28,35%, quando avaliado a campo (Tabela 2). O CV<sub>g</sub> representa

a razão, expressa em porcentagem, entre o desvio do padrão genético e a média das cultivares, indicando existir diversidade entre os híbridos testados, apesar de serem provenientes, em sua maioria, do Programa de Melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo.

A herdabilidade ( $h^2$ ) permite antever a possibilidade de sucesso com a seleção, uma vez que ela reflete a proporção da variação fenotípica que pode ser herdada. Verifica-se que o ganho com a seleção será mais eficiente, se a seleção for realizada em vaso, nas doses 100% e 150%, tanto para MF quanto para MSPA, com valores variando de 70,43 a 87,56%, similares a outros trabalhos<sup>17,18</sup>. Percebe-se que, se a seleção for visando híbridos mais responsivos, a análise deveria ser feita utilizando vasos. Entretanto, quando o interesse do programa for a eficiência dos híbridos de sorgo, as análises deveriam ser realizadas a campo, dessa forma, obtendo o máximo de êxito, de acordo com a Tabela 2.

Detecta-se que os híbridos de melhor desempenho para MF e MS, simultaneamente, sob condições de vaso, foram os híbridos AG1040, BRS 330, BRS 332 e o DKB 551 (Tabela 3). Em contrapartida, o híbrido de melhor desempenho, sob condições de campo, simultaneamente, para as duas variáveis analisadas, foi somente o híbrido 1G282. Indicando que a seleção deve menos criteriosa quando for realizada a campo e com um maior número de variáveis para confirmar o desempenho dos genótipos testados. É conveniente salientar que as folhas e colmos (biomassa da parte aérea) não sofreram quaisquer alterações nas diferentes doses, indicando que esses caracteres podem auxiliar na seleção, mas, que prejudicariam o programa de melhoramento, se utilizados sem qualquer outro critério, como a produtividade, para a avaliação da eficiência e resposta.

A correlação tem importância no melhoramento de plantas porque quantifica o grau de associação genético e não-genético entre dois ou mais caracteres. A eficiência da seleção de um caráter pode ser aumentada com a utilização de caracteres agrônômicos correlacionados<sup>19</sup>. Assim, se existir correlação entre caracteres avaliados em vaso, com caracteres avaliados em campo, isso reduziria o tempo e a área que são gastos na avaliação de um grande número de híbridos, testados em campo. Outro ponto a se considerar é que estas associações quantificam a possibilidade de ganhos indiretos por seleção em caracteres correlacionados.

**Tabela 3.** Médias dos caracteres massa fresca da parte área (MF) e massa seca da parte área (MS), avaliados em vaso e campo, sob diferentes doses de fósforo no solo. Universidade Estadual de Goiás, Ipameri, GO, 2013.

| HÍBRIDOS      | MF <sup>1</sup> | MS <sup>1</sup> | MF <sup>2</sup> | MS <sup>2</sup> |
|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>1G282</b>  | 92,38 b         | 29,76 c         | 709,09 a        | 384,97 a        |
| <b>50A50</b>  | 90,87 b         | 31,42 c         | 443,01 c        | 175,66 b        |
| <b>AG1040</b> | 146,54 a        | 43,31 a         | 427,01 c        | 212,96 b        |
| <b>AS4610</b> | 123,38 a        | 36,27 b         | 574,19 b        | 297,98 a        |
| <b>BRS308</b> | 88,01 b         | 36,83 b         | 414,06 c        | 170,69 b        |
| <b>BRS309</b> | 79,44 b         | 30,16 c         | 379,09 c        | 190,59 b        |
| <b>BRS310</b> | 86,10 b         | 36,06 b         | 324,57 c        | 131,58 b        |
| <b>BRS330</b> | 120,28 a        | 40,17 a         | 497,90 b        | 232,56 b        |
| <b>BRS332</b> | 132,57 a        | 45,72 a         | 526,20 b        | 228,86 b        |
| <b>DKB551</b> | 132,01 a        | 40,68 a         | 527,56 b        | 253,24 b        |
| <b>Médias</b> | <b>109,16</b>   | <b>37,04</b>    | <b>482,27</b>   | <b>227,91</b>   |

Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade;

<sup>1</sup> e <sup>2</sup> – Biomassa avaliada sob condições de vaso e campo, respectivamente.

Observa-se, conforme a Tabela 4, que a maioria das correlações foram significativas, exceto para MF, obtida no experimento em campo, na dose 50% e a MF na dose 100% obtida em vaso e, também, entre a MF na dose 100% avaliada em campo e a MF na dose 50% avaliada em vaso.

Isto sugere a possibilidade de avaliação de híbridos, em vaso, com a possibilidade dos resultados serem extrapolados para campo, justificando que é possível a avaliação prévia em vaso e, posterior avaliação em campo. O resultado esperado seria que as correlações fossem altas, tanto para MF quanto para MS, quando estivessem sob o mesmo estresse ou sob a mesma condição de adubação, neste caso, confirmados pelos altos valores obtidos na diagonal da Tabela 4 e 5.

A correlação ambiental indica que se os caracteres envolvidos são afetados pela variância ambiental de modo análogo, ou seja, se a estimativa da correlação ambiental é alta e positiva, depreende-se que os dois caracteres, que são influenciados pela variação ambiental, são afetados igualmente pelos caracteres. Se a situação ocorre em sentido contrário (correlação negativa), isto é, em direção contrária, os ambientes afetam de maneira contrária os caracteres em questão.

**Tabela 4.** Correlação fenotípica entre os caracteres de massa fresca da parte aérea das plantas, avaliados em vaso na dose 50% (MF50<sup>1</sup>), 100% (MF100<sup>1</sup>) e 150% (MF150<sup>1</sup>) com a massa fresca avaliada em campo na dose 50% (MF50<sup>2</sup>), 100% (MF100<sup>2</sup>) e 150% (MF150<sup>2</sup>). Ipameri, GO, 2013.

| Caracteres         | MF50 <sup>1</sup> | MF100 <sup>1</sup> | MF150 <sup>1</sup> |
|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| MF50 <sup>2</sup>  | 89,8**            | 26,8n.s.           | 61,4*              |
| MF100 <sup>2</sup> | 52,9n.s.          | 97,7**             | 69,7**             |
| MF150 <sup>2</sup> | 60,4*             | 61,3*              | 97,9**             |

\*,\*\* - significativo a 1 e 5% pelo teste t, n.s. – não significativo; <sup>1</sup> e <sup>2</sup> – Biomassa avaliada sob condições de vaso e campo, respectivamente.

**Tabela 5.** Correlação fenotípica entre os caracteres de massa seca da parte aérea das plantas, avaliados em vaso na dose 50% (MS50<sup>1</sup>), 100% (MS100<sup>1</sup>) e 150% (MS150<sup>1</sup>) com a massa fresca avaliada em campo na dose 50% (MS50<sup>2</sup>), 100% (MS100<sup>2</sup>) e 150% (MS150<sup>2</sup>). Ipameri, GO, 2013.

| Caracteres         | MS50 <sup>1</sup> | MS100 <sup>1</sup> | MS150 <sup>1</sup> |
|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| MS50 <sup>2</sup>  | 95,2**            | 53,7n.s.           | 0,9n.s.            |
| MS100 <sup>2</sup> | 67,7*             | 90,1**             | 58,4*              |
| MS150 <sup>2</sup> | 20,2n.s.          | 46,2n.s.           | 95,5**             |

\*,\*\* - significativo a 1 e 5% pelo teste t, n.s. – não significativo; <sup>1</sup> e <sup>2</sup> – Biomassa avaliada sob condições de vaso e campo, respectivamente.

Nota-se que a correlação ambiental apresentou valores altos e significativos na diagonal (Tabela 6 e 7), demonstrando que o comportamento dos híbridos para MF e MS, sob estresses ou sob doses elevadas de fósforo, responderam da mesma forma nas diferentes condições testadas. E, que a correlação fosse não significativa, se possível, quando a comparação estivesse sendo realizada entre as doses 50% e a dose 150%, ou seja, ambientes contrários de avaliação da eficiência nutricional. Percebe-se que apesar de existir correlação positiva e significativa entre MF50, em vaso, com MF150, em campo, o resultado é considerado baixa amplitude.

**Tabela 6.** Correlação ambiental entre os caracteres de massa fresca da parte aérea das plantas, avaliados em vaso na dose 50% (MF50<sup>1</sup>), 100% (MF100<sup>1</sup>) e 150% (MF150<sup>1</sup>) com a massa fresca avaliada em campo na dose 50% (MF50<sup>2</sup>), 100% (MF100<sup>2</sup>) e 150% (MF150<sup>2</sup>). Ipameri, GO, 2013.

| Caracteres         | MF50 <sup>1</sup> | MF100 <sup>1</sup> | MF150 <sup>1</sup> |
|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| MF50 <sup>2</sup>  | 92,1**            | 12,1n.s.           | 57,3**             |
| MF100 <sup>2</sup> | 23,0n.s.          | 88,9**             | 27,6n.s.           |
| MF150 <sup>2</sup> | 32,5n.s.          | 0,13n.s.           | 97,4**             |

\*,\*\* - significativo a 1 e 5% pelo teste t, n.s. – não significativo; <sup>1</sup> e <sup>2</sup> – Biomassa avaliada sob condições de vaso e campo, respectivamente.

**Tabela 7.** Correlação ambiental entre os caracteres de massa seca da parte aérea das plantas, avaliados em vaso nas dose 50% (MS50<sup>1</sup>), 100% (MS100<sup>1</sup>) e 150% (MS150<sup>1</sup>) com a massa seca avaliada em campo, nas dose 50% (MS50<sup>2</sup>), 100% (MS100<sup>2</sup>) e 150% (MS150<sup>2</sup>). Ipameri, GO, 2013.

| Caracteres         | MS50 <sup>1</sup> | MS100 <sup>1</sup> | MS150 <sup>1</sup> |
|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| MS50 <sup>2</sup>  | 87,5**            | 0,76n.s.           | 28,0n.s.           |
| MS100 <sup>2</sup> | 21,9n.s.          | 15,6n.s.           | 27,6n.s.           |
| MS150 <sup>2</sup> | 16,4n.s.          | 0,08n.s.           | 95,6**             |

\*,\*\* - significativo a 1 e 5% pelo teste t, n.s. – não significativo; <sup>1</sup> e <sup>2</sup> – Biomassa avaliada sob condições de vaso e campo, respectivamente.

A correlação fenotípica denota que as plantas respondem fisiologicamente da mesma forma, em vaso e em campo, sendo, então, comprovados pela correlação ambiental dos caracteres MF e MS, reforçando ainda mais a possibilidade de se fazer seleção de genótipos superiores em vaso e, posteriormente, testá-los em campo, com a possibilidade de obter bons resultados em relação à eficiência nutricional em sorgo ao fósforo.

## Conclusão

Existe diferença significativa entre os híbridos e as doses testadas, entretanto, não ocorreu interação entre os híbridos x doses, impossibilitando a seleção de híbridos eficientes e responsivos, utilizando a biomassa.

A correlação fenotípica denota que as plantas respondem fisiologicamente da mesma forma, em vaso e em campo, sendo confirmados pela correlação ambiental, no qual possuíram valores expressivos e significativos.

## Referências

1. Companhia Nacional de Abastecimento. Produção brasileira de sorgo granífero. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_09\\_11\\_16\\_41\\_03\\_prospeccao\\_12\\_13.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_09_11_16_41_03_prospeccao_12_13.pdf)>. Acesso em: 20 julho. 2013.
2. Aguiar, M. S; Moraes, A. V. de C. de; Guimarães, D. P. Sistemas de Produção. Versão Eletrônica, 2007, 3.
3. Ernani, P.R.; Bayer, C.; Maestri, L. Agronomy Journal, 2002, 94, 305.
4. Ma, L.; Velthof, G. L.; Wang, F. H.; Qin, W.; Zhang, W. F.; Liu, Z.; Zhang, F. S. Science of The Total Environment, 2012, 434, 51.
5. Santos, F. G. dos; Rodrigues, J. A. S.; Schaffert, R. E.; Casela, C. R.; Ferreira, A. da S. Híbrido do sorgo granífero BRS 308, 2007, 4, 146.

6. Cruz, C.D. *Biometria*. Editora UFV, **2006**, 1, 382.
7. Carvalho, E. V.; Afférri, F. S.; Peluzio, J. M.; Leão, F. F.; Cancellier, L. L.; Dotto, M. A. *Bioscience Journal*, **2011**, 27, 392.
8. Novais, R. F.; Alvarezv, V. H. ; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F. ; Cantarutti, R. B. ; Neves, J. C. L. *Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, **2007**, 1, 1017.
9. Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. *Piracicaba Potafos*, **1997**, 2, 319.
10. Almeida Filho, J. E. D., Tardin, F. D., Souza, S. Â. D.; Godinho, V. D. P. C.; Cardoso, M. J. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, **2010**, 9, 51.
11. Rodrigues, F. Tese de doutorado em Genética e Melhoramento de plantas, Universidade Federal de Lavras, **2010**, 1, 95.
12. Machado, C. T. de T.; Furlani, A. M. C.; Machado, A. T. *Bragantia*, **2001**, 60, 225.
13. Oliveira, V. R.; Casali, V. W. D.; Pereira, P. R. G.; Cruz, C. D.; Pires, N. M. *Bragantia*, **1999**, 58, 125.
14. Ferreira, L. E.; Silva, I. D. F. D.; Souza, E. P. D.; Souza, M. A.; Borchardt, L. *Revista Verde*, **2012**, 7, 249.
15. Goes, R. J.; Rodrigues, R. A. F.; Arf, O.; Arruda, O. G. D.; Vilela, R. G. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, **2011**, 10, 121.
16. Lopes, S. J.; Brum, B.; Storck, L.; Lúcio, A. D. C.; Silveira, R. da. Toebe, M. *Ciência Rural*, **2009**, 39, 650.
17. Cunha, E. E.; Lima, J. M. P. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **2010**, 39, 701.
18. Kenga, R.; Tenkouano, A.; Gupta, S.C. Alabi, S. O. *Euphytica*, **2006**, 150, 319.
19. Cruz, C. D.; Regazzi, A. J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*, **2001**, 2, 390.

---

Fabricio Rodrigues<sup>1\*</sup>, Mylla C. Ribeiro<sup>2</sup>, Felipe R. Costa<sup>2</sup>, Leandro F. Damaso<sup>2</sup>, Jéssica S. Pacheco<sup>2</sup>, Daiane M. Duarte<sup>2</sup> & Cleiton G. S. Benett<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Goiás, Departamento de Agronomia, Rodovia GO 330, Km 241, Anel Viário, s/n, Setor Universitário, CEP 75780-000, Ipameri-GO, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Goiás, Departamento de Agronomia e Produção Vegetal, Rodovia GO 330, Km 241, Anel Viário, s/n, Setor Universitário, CEP 75780-000, Ipameri-GO, Brasil.

\*e-mail: fabricio.rodrigues@ueg.br



# Adubação Orgânica e Mineral na Cultura do Milho

André L. S. Pereira, Adilson Pelá, Gláucia M. Pelá, Rogério N. Gonçalves, Rodrigo T. Mendes, Odilon P. M. Júnior

Com o objetivo de avaliar a adubação orgânica e mineral na cultura do milho, foram estudadas cinco doses de cama de aviário (0; 2,5; 5; 10 e 20 t ha<sup>-1</sup>), e cinco doses de adubo mineral NPK (100; 200; 300; 400 e 500 kg ha<sup>-1</sup>), na formulação 05-25-15, no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 5x5, com três repetições. Verificaram-se interações significativas entre adubação com cama de aviário e a adubação mineral para todas as variáveis estudadas. Conclui-se, de maneira geral, que o melhor resultado foi com 15 toneladas por hectare de cama de aviário, associada com 300 kg ha<sup>-1</sup> de adubo mineral NPK.

**Palavras-chave:** *Zea mays L.*; sustentabilidade; cama de aviário.

This study aimed to evaluate the organic and mineral fertilization in maize. We tested five doses of manure (0, 2.5, 5, 10 and 20 t ha<sup>-1</sup>) and five doses of mineral fertilizer NPK (100, 200, 300, 400 and 500 kg ha<sup>-1</sup>) in the formulation 05-25-15, in a randomized block design using a 5x5 factorial arrangement with three replications. There were significant interactions between fertilization with poultry manure and mineral fertilizer for all variables studied. We conclude, in general, the best result was with 15 tons per hectare of manure associated with 300 kg ha<sup>-1</sup> of mineral fertilizer NPK.

**Keywords:** *Zea mays L* sustainability; poultry litter.



## Introdução

A busca pelo desenvolvimento sustentável consiste num dos maiores desafios para a humanidade e, em especial, para o Brasil<sup>1</sup>. O uso racional e o manejo dos recursos naturais, principalmente do solo, da água e da biodiversidade visam promover a agricultura sustentável; aumentar a oferta de alimentos, trabalho e renda no meio rural. Aumentar a produtividade das culturas agrícolas é uma necessidade tanto para atender à demanda por alimentos quanto para otimizar a utilização do recurso solo. A adubação tem papel fundamental no aumento da produtividade das culturas, mas sua utilização deve ocorrer de forma eficiente, evitando desperdícios e a contaminação ambiental.

Entre os cereais cultivados no Brasil, o milho é o mais expressivo em termos de produtividade. De acordo com suas características fisiológicas, a cultura tem alto potencial produtivo. No entanto, a produtividade média nacional, está em torno de  $4,4 \text{ t ha}^{-1}$ , sendo considerada, ainda, muito baixa<sup>2</sup>, demonstrando que os diferentes sistemas de produção de milho deverão ser ainda bastante aprimorados para se obter aumento na produtividade e na rentabilidade dos produtores<sup>3</sup>.

Das tecnologias disponíveis no meio agrícola, a adubação tem sido considerada a mais limitante para o aumento da produtividade das lavouras de milho<sup>4</sup>. A não utilização de adubação mineral, de forma, satisfatória nessa cultura tem sido atribuída, em primeira instância, ao elevado custo dos fertilizantes. Portanto, isso tem forçado os produtores a buscar formas de cultivo que apresentem menores custos de produção, que causem menos danos possíveis ao meio ambiente, principalmente ao solo, objetivando um manejo conservacionista, com redução na dependência dos fertilizantes<sup>5,6,7,8</sup>. Entretanto, somente com a utilização de adubo químico, não é possível manter a produtividade em níveis satisfatórios, por um longo prazo<sup>9</sup>.

Com a acelerada degradação dos solos sob cultivo intensivo e da utilização de áreas com baixa fertilidade, têm sido preconizadas várias alternativas para a elevação da produtividade da cultura do milho, tais como a incorporação de resíduos culturais; a adubação verde; o uso de compostos orgânicos e os resíduos de animais<sup>10</sup>. Por sua vez, a grande exigência

de nitrogênio torna a cultura do milho altamente responsiva à adubação nitrogenada<sup>11</sup>. Em solos de boa fertilidade ou devidamente corrigidos, é o nitrogênio que controla os níveis de produtividade do milho<sup>12</sup>. Dentre as fontes de nitrogênio que se encontram disponíveis para utilização, tem-se a adubação orgânica e a adubação mineral<sup>13</sup>.

Com a existência de uma considerável quantidade de resíduos orgânicos de origem animal, principalmente de bovinos e aves, disponíveis atualmente, prontamente disponíveis para o uso imediato como composto orgânico, provenientes de um grande número de confinamentos e granjas distribuídos pelas diferentes regiões de produção agrícola, a adubação orgânica, ou mesmo a associação desta com a adubação mineral, tem-se constituído em alternativas economicamente viáveis para a maioria dos produtores<sup>10</sup>.

Nos últimos anos, a utilização de cama de aviário obteve aumento considerável no Brasil, por representar uma importante fonte alternativa de fertilizante para a agricultura<sup>14</sup>, na qual sua utilização contínua melhora as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo<sup>15</sup>. Em alguns casos, em especial, nas pequenas propriedades rurais, pode representar a única fonte de nutrientes aplicada às culturas agrícolas.

O uso de matéria orgânica permite uma racionalização de até um terço na utilização do adubo mineral, porque promove aumento na CTC, evitando perdas por lixiviação, melhorando a agregação; diminuindo a plasticidade e a coesão; diminuindo a oscilação de temperatura e ajudando na liberação dos nutrientes à planta<sup>16</sup>. A demanda de nutrientes, exigidos pela cultura, é diferente da necessidade de adubação e correção, de tal modo que, para se obter rendimentos satisfatórios nas culturas é preciso o uso racional de adubos orgânicos complementados com fertilizantes minerais. Para a utilização da adubação organomineral, são necessários programas de estabelecimento de adubação, visando conseguir que ambos os tipos de fertilizantes contribuam adequadamente nos cálculos das doses indicadas para as culturas<sup>17</sup>.

Com base nessas considerações, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito das adubações orgânica e mineral na produtividade e componentes de rendimento da cultura do milho.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado na fazenda experimental da UEG-Universidade Estadual de Goiás, UnU de Ipameri-GO, na safra 2009/2010, em Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Embrapa, 1999), cujas coordenadas geográficas são 17°43'20" de latitude sul e 48°09'44" de longitude oeste e altitude de 800 m. O clima predominante da região é Aw, segundo a classificação de Koppen.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5x5, com três repetições. O primeiro fator consistiu em cinco doses de cama de aviário (CA) 0; 2,5; 5; 10 e 20 Mg ha<sup>-1</sup>, e o segundo fator, em cinco doses de adubo mineral NPK de formulação 05-25-15 (100, 200, 300, 400 e 500 kg ha<sup>-1</sup>). As características químicas do solo da área experimental, antes da aplicação do corretivo, bem como a caracterização do composto orgânico utilizado no experimento encontram-se na Tabela 1. Convém salientar que a área apresentava anteriormente ao período de estudo, pastagem com braquiária (*Brachiaria decumbens*) em sistema extensivo de manejo, o que explica a baixa fertilidade do solo.

Foi realizada a calagem, visando elevar a saturação de bases do solo a 60%, com aplicação de 1,33 Mg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT 85%), 30 dias antes da semeadura e incorporada a 20 cm de profundidade no solo por meio de gradagens. O preparo do solo foi realizado da seguinte forma: aração, por meio de duas gradagens, na camada de 0-20 cm com grade intermediária; uma gradagem de nivelamento e destorroamento da superfície do solo com grade leve. A aplicação da CA foi realizada a lanço na área de cada parcela, com a dose correspondente ao tratamento (0; 2,5; 5; 10 e 20 Mg ha<sup>-1</sup>) e incorporadas 20 dias antes da semeadura com grade leve. Foram abertos sulcos utilizando um cultivador, para aplicação do fertilizante mineral, a 10 cm de profundidade. A adubação mineral de semeadura, com uso de formulado NPK (05-25-15), consistiu da aplicação das seguintes doses de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O: 100 (22,6-25-15 kg ha<sup>-1</sup>); 200 (45,2-50-30 kg ha<sup>-1</sup>); 300 (67,8-75-45 kg ha<sup>-1</sup>); 400 (90,4-100-60 kg ha<sup>-1</sup>) e 500 (113-125-75 kg ha<sup>-1</sup>). Para adubação de cobertura, foi utilizado como fonte de N a uréia, com dose equivalente a 2/3 da dose de N, da dose total do respectivo tratamento, aos 30 dias após emergência da cultura.

**Tabela 1.** Caracterização química do solo da área experimental e da cama de aviário utilizada.

| Caracterização do Solo                 |       | Caracterização da cama de aviário      |       |
|----------------------------------------|-------|----------------------------------------|-------|
| Característica                         | Valor | Característica                         | Valor |
| pH em H <sub>2</sub> O                 | 4,3   | Matéria Orgânica (g kg <sup>-1</sup> ) | 74    |
| Matéria Orgânica (g dm <sup>-3</sup> ) | 24,0  | Nitrogênio (g kg <sup>-1</sup> )       | 2,4   |
| Al Trocável (cmolc dm <sup>-3</sup> )  | 0,3   | Relação C/N                            | 17    |
| Cálcio (cmolc dm <sup>-3</sup> )       | 0,5   | Cálcio (g kg <sup>-1</sup> )           | 4,23  |
| Magnésio (cmolc dm <sup>-3</sup> )     | 0,2   | Magnésio (g kg <sup>-1</sup> )         | 0,83  |
| H + Al (cmolc dm <sup>-3</sup> )       | 2,5   | Potássio (g kg <sup>-1</sup> )         | 2,90  |
| CTC Total (cmolc dm <sup>-3</sup> )    | 3,3   | Fósforo (g kg <sup>-1</sup> )          | 5,14  |
| Potássio (mg dm <sup>-3</sup> )        | 47    | Enxofre (g kg <sup>-1</sup> )          | 0,42  |
| Fósforo (mg dm <sup>-3</sup> )         | 5,6   | Sódio (mg kg <sup>-1</sup> )           | 5680  |
| Saturação por bases (%)                | 25,5  | Ferro (mg kg <sup>-1</sup> )           | 51500 |
| —                                      | —     | Manganês (mg kg <sup>-1</sup> )        | 1066  |
| —                                      | —     | Zinco (mg kg <sup>-1</sup> )           | 1060  |
| —                                      | —     | Cobre (mg kg <sup>-1</sup> )           | 158   |

As unidades experimentais foram compostas por quatro fileiras de plantas com 4,0 m de comprimento, espaçadas 0,9 m entre si. As sementes do híbrido simples AGN 30A95 foram semeadas manualmente para a obtenção de uma população de 65 mil plantas por hectare, a 5 cm de profundidade no mesmo sulco da adubação. Posteriormente, para a obtenção dos dados, utilizaram-se as duas fileiras centrais, eliminando-se 0,5 m nas extremidades, perfazendo uma área útil de 10,8 m<sup>2</sup>.

O controle de doenças foi realizado de forma preventiva, com duas aplicações de fungicida. A primeira aplicação foi realizada com a cultura em estágio V8, com aplicação do produto à base de mistura de azoxystrobin + ciproconazole, na dose de 0,3 L ha<sup>-1</sup> mais o óleo mineral

a 0,5 L ha<sup>-1</sup> e, a segunda, com a mesma dose no período inicial da emissão da espiga.

Para o controle da lagarta do cartucho do milho foi utilizado inseticida fisiológico do grupo benzoiluréia, composto com Triflumurom a 480 g L<sup>-1</sup>, sendo aplicado numa dose de 125 ml ha<sup>-1</sup>, aos 20 dias após emergência e, visando ao controle das plantas daninhas, foi realizada uma capina manual nos estágios iniciais da cultura.

A colheita do milho foi realizada 142 dias após a emergência, sendo avaliados os seguintes parâmetros: a altura total de planta, medindo-se da base ao pendão, a partir de 10 plantas medidas ao acaso; diâmetro do colmo, medindo-se dois diâmetros perpendiculares, na altura da base, a partir de 10 plantas medidas ao acaso; a produtividade de grãos, determinada pela pesagem dos grãos produzidos em cada parcela, corrigindo-se o teor de água para 14%; número de grãos por fileira, obtido pelo número médio de grãos de quatro fileiras por espiga, utilizando-se 10 espigas representativas por parcela; número de fileiras por espiga, obtido pelo número médio de fileira de 10 espigas representativas por parcela; massa seca de 100 grãos, obtido pela média de quatro amostras da parcela e, massa seca de planta, obtida pela pesagem de duas plantas da parcela, que foram submetidas à secagem, em estufa a 70°C até o seu peso constante.

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, adotando-se nível de 5% de probabilidade, para o erro tipo I, utilizando-se o software estatístico SISVAR.

## Resultados e Discussão

Na Tabela 2, são apresentadas as equações ajustadas, obtidas pela análise de regressão, relacionadas à produtividade e componentes de rendimento da cultura do milho. Constatou-se que houve interações significativas entre cama de aviário e a adubação mineral para todas as variáveis estudadas. Todas as variáveis apresentaram ajustes lineares ou quadráticos e, também, significativos com as doses de cama de aviário aplicadas.

Em relação às doses de NPK, apenas as variáveis produtividade de grãos e massa seca de 100 grãos apresentaram ajustes lineares e quadráticos significativos, entretanto, as variáveis número de grãos por fileira de espiga, altura de plantas e diâmetro do colmo com relação significativa apenas para ajuste linear (Tabela 2).

Na Tabela 3, são apresentadas as equações de regressão para as variáveis produtividade de grãos, número de grãos por fileira de espiga, massa seca de 100 grãos, altura de plantas e diâmetro do colmo, ajustadas em resposta à adubação NPK nas diferentes doses de cama de aviário. Os ajustes significativos para a produtividade em função das doses de NPK foram obtidos apenas com 0 e 2,5 Mg ha<sup>-1</sup> de cama de aviário, com comportamento linear e, com a dose de 10 Mg ha<sup>-1</sup>, com ajuste quadrático (Tabela 3). Na ausência de aplicação de cama de aviário, obteve-se um incremento de 800 kg ha<sup>-1</sup> de grãos para cada 100 kg ha<sup>-1</sup> de NPK e produtividade máxima de 7009 kg ha<sup>-1</sup>. Quando utilizada 2,5 Mg ha<sup>-1</sup> de cama de

**Tabela 2.** Resumo do quadro de análise de variância para os ajustes da análise de regressão entre os adubos cama de aviário e NPK sobre as variáveis estudadas. UEG – Ipameri, GO, 2010.

| Variável – resposta                            | Efeitos |    |                 |    |                          | CV %  |
|------------------------------------------------|---------|----|-----------------|----|--------------------------|-------|
|                                                | NPK     |    | Cama de aviário |    | NPK x<br>Cama de aviário |       |
|                                                | L       | Q  | L               | Q  |                          |       |
| Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )           | **      | ** | **              | ** | **                       | 12,34 |
| Nº de fileiras de grãos/ espiga                | ns      | ns | **              | ** | **                       | 4,12  |
| Nº de grão/ fileira de espiga                  | *       | ns | **              | ** | **                       | 8,90  |
| Massa seca de 100 grãos (g)                    | **      | *  | **              | *  | **                       | 5,73  |
| Matéria seca de plantas (kg ha <sup>-1</sup> ) | ns      | ns | *               | *  | *                        | 22,90 |
| Altura de plantas (m)                          | **      | ns | **              | ** | **                       | 16,02 |
| Diâmetro do colmo (m)                          | *       | ns | **              | ** | **                       | 10,81 |

ns: não significativo a 5% pelo teste F;

\*, \*\*: significativo a 5 % e 1% pelo teste F, respectivamente.

L: efeito linear;

Q: efeito quadrático.

**Tabela 3.** Equações de regressão para as variáveis relacionadas à produtividade de grãos e componentes de rendimento da cultura do milho em respostas à adubação NPK nas diferentes doses de cama de aviário.

| Variável-resposta                            | Cama de Aviário (Mg ha <sup>-1</sup> ) | Equação de regressão                  | R <sup>2</sup> |
|----------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|----------------|
| Produtividade de grãos (t ha <sup>-1</sup> ) | 0                                      | $y = 7,9948x + 3012,8$                | 0,71**         |
|                                              | 2,5                                    | $y = 5,5246x + 5504,3$                | 0,91**         |
|                                              | 10                                     | $y = - 0,0475x^2 + 28,642x + 6911$    | 0,59**         |
| Número de grãos por fileira de espiga        | 0                                      | $y = 0,0232x + 15,048$                | 0,98**         |
|                                              | 2,5                                    | $y = 0,0162x + 21,277$                | 0,91**         |
| Massa seca de 100 grãos (g)                  | 5                                      | $y = - 0,00005x^2 - 0,0348x + 30,759$ | 0,99*          |
|                                              | 20                                     | $y = - 0,0069x + 29,72$               | 0,48*          |
| Altura de plantas (m)                        | 0                                      | $y = 0,0008x + 1,5339$                | 0,66**         |
| Diâmetro do colmo (cm)                       | 0                                      | $y = 0,009x + 12,873$                 | 0,54*          |

\*, \*\*: significativo a 5 % e 1% pelo teste F, respectivamente.

aviário houve um incremento, aproximando-se de 600 kg ha<sup>-1</sup> de grãos para cada 100 kg ha<sup>-1</sup> de NPK aplicado, porém, com produtividade máxima de 8266 kg ha<sup>-1</sup>, superior à obtida na ausência de adubação orgânica. Já na dose de 10 Mg ha<sup>-1</sup> de cama de aviário estimou-se uma produtividade máxima de 11.270 kg ha<sup>-1</sup> de grãos, com a aplicação de 304 kg ha<sup>-1</sup> de NPK.

Ajustes lineares significativos do número de grãos por fileira de espiga em função da adubação NPK foram obtidos com as doses de 0 e 2,5 Mg ha<sup>-1</sup> de cama de aviário. Sem a aplicação de cama de aviário, obteve-se um incremento de 2,3 grãos por fileira para cada 100 kg ha<sup>-1</sup> de NPK aplicado, enquanto que, para a dose de 2,5 Mg ha<sup>-1</sup> de cama de aviário, obteve-se um incremento de 1,6 grãos para cada 100 kg ha<sup>-1</sup> de NPK aplicado. Quanto à massa seca de 100 grãos, para a dose de 20 Mg ha<sup>-1</sup> de cama de aviário, verificou-se decréscimo de 0,005 g, para cada 100 kg ha<sup>-1</sup> de NPK aplicado. Já para a dose de 5 t ha<sup>-1</sup> de cama de aviário, obteve-se resposta quadrática, com valor mínimo obtido com a dose de 340 kg ha<sup>-1</sup> de NPK.

Os ajustes lineares significativos, na ausência de adubação com cama de aviário, em função da adubação NPK ocorreram para as variáveis altura de plantas e diâmetro do colmo, sendo que, para cada 100 kg ha<sup>-1</sup> de NPK aplicado, houve redução de 8 cm em altura de planta e 0,9 cm em diâmetro do colmo.

Pelo desdobramento das doses do adubo mineral, verificaram-se ajustes significativos em todas as doses de

NPK, para a variável produtividade de grãos (Tabela 4). Quando utilizou-se 200 kg ha<sup>-1</sup> de NPK houve resposta linear à aplicação de cama de aviário, obtendo-se um incremento de 281 kg ha<sup>-1</sup> de grãos para cada tonelada de cama de aviário aplicada. Assim como na dose de 500 kg ha<sup>-1</sup> de NPK, em que também se verificou ajuste linear, com incremento de 173 kg ha<sup>-1</sup> de grãos para cada tonelada de cama de aviário aplicada, no entanto, com incremento de 38% menor que na dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de NPK. Para as doses de 100 e 400 kg ha<sup>-1</sup> de NPK, verificou-se ajuste quadrático, com produtividades máximas de 10.995 kg ha<sup>-1</sup> de grãos na dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> de NPK, com a dose de cama de aviário estimada em 16,8 t ha<sup>-1</sup>, e 10.506 kg ha<sup>-1</sup> de grãos na dose de 400 kg ha<sup>-1</sup> de NPK, com a dose de cama de aviário estimada em 16,6 Mg ha<sup>-1</sup>. Na dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> de NPK, que também obteve ajuste quadrático, observou-se produtividade de grãos de 12.180 kg ha<sup>-1</sup> com a dose de 14,8 Mg ha<sup>-1</sup> de cama de aviário, com 10,7 % de produtividade superior à obtida com 100 kg ha<sup>-1</sup> de NPK.

Quanto ao número de fileiras de grãos, a dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> de NPK proporcionou quantidade máxima de 17,88 fileiras, quando associado a uma dose estimada de 14,3 Mg ha<sup>-1</sup> de cama de aviário. Já para a dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> de NPK, a quantidade máxima de fileiras foi de 17,95 unidades, quando associado à dose estimada de 11,79 Mg ha<sup>-1</sup> de cama de aviário, enquanto que na dose de 500 kg ha<sup>-1</sup> de NPK, foram obtidas 17,82 fileiras, com uma dose estimada de 13,17 Mg ha<sup>-1</sup> de cama de aviário.

**Tabela 4.** Equações de regressão para as variáveis relacionadas à produtividade de grãos e componentes de rendimento da cultura do milho, em respostas à adubação com cama de aviário nas diferentes doses do adubo mineral NPK.

| Variável - resposta                          | NPK (kg ha <sup>-1</sup> ) | Equação de regressão                | R <sup>2</sup> |
|----------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|----------------|
| Produtividade de grãos (t ha <sup>-1</sup> ) | 100                        | $y = -0,027x^2 + 0,9119x + 3,3126$  | 0,97**         |
|                                              | 200                        | $y = 0,2812x + 6,0896$              | 0,91**         |
|                                              | 300                        | $y = -0,0327x^2 + 0,9705x + 5,0176$ | 0,94**         |
|                                              | 400                        | $y = -0,0147x^2 + 0,5001x + 6,3392$ | 0,95*          |
|                                              | 500                        | $y = 0,173x + 7,37$                 | 0,87**         |
| Número de fileiras de grãos por espiga       | 100                        | $y = -0,0135x^2 + 0,3718x + 15,232$ | 0,72**         |
|                                              | 200                        | $y = 0,0813x + 16,297$              | 0,44**         |
|                                              | 300                        | $y = -0,0191x^2 + 0,4484x + 15,322$ | 0,78**         |
|                                              | 500                        | $y = -0,0178x^2 + 0,4487x + 14,874$ | 0,84**         |
| Número de grãos por fileira de espiga        | 100                        | $y = -0,0754x^2 + 2,3532x + 16,95$  | 0,99**         |
|                                              | 200                        | $y = -0,0648x^2 + 2,0047x + 19,61$  | 0,95**         |
|                                              | 300                        | $y = -0,0532x^2 + 1,7819x + 22,87$  | 0,99**         |
|                                              | 400                        | $y = 0,579x + 25,484$               | 0,97**         |
|                                              | 500                        | $y = 0,4707x + 27,319$              | 0,87**         |
| Massa seca de 100 grãos (g)                  | 200                        | $y = 0,0237x^2 - 0,3907x + 27,763$  | 0,88**         |
|                                              | 300                        | $y = 0,1761x + 25,319$              | 0,73**         |
| Massa seca de planta (g)                     | 100                        | $y = -26,648x^2 + 764,34x + 4006$   | 0,93**         |
|                                              | 200                        | $y = 176,72x + 5460,7$              | 0,87**         |
|                                              | 300                        | $y = 227,98x + 4930,6$              | 0,97**         |
|                                              | 400                        | $y = 123,64x + 5784$                | 0,85*          |
| Altura de plantas (m)                        | 100                        | $y = -0,0026x^2 + 0,0856x + 1,5749$ | 0,95**         |
|                                              | 200                        | $y = 0,0208x + 1,8637$              | 0,86**         |
|                                              | 300                        | $y = 0,0234x + 1,8531$              | 0,88**         |
|                                              | 400                        | $y = 0,0155x + 1,9288$              | 0,93**         |
|                                              | 500                        | $y = 0,0188x + 1,8783$              | 0,78**         |
| Diâmetro do colmo (cm)                       | 100                        | $y = -0,0394x^2 + 1,1804x + 13,6$   | 0,91**         |
|                                              | 200                        | $y = 0,2497x + 17,021$              | 0,71**         |
|                                              | 300                        | $y = 0,1987x + 17,177$              | 0,65**         |
|                                              | 500                        | $y = 0,207x + 17,054$               | 0,64**         |

\*, \*\*: significativo a 5 % e 1% pelo teste F, respectivamente.

Na dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> de NPK, a massa seca de 100 grãos apresentou ajuste linear, com incremento de 0,176 g para cada tonelada de cama de aviário aplicada, na dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de NPK, sendo o valor mínimo obtido, pelo ajustamento quadrático, foi de 25,78 g, com dose estimada de 8,24 Mg ha<sup>-1</sup> de cama de aviário, com tendência de aumento, a partir desta dose.

Para número de grãos por fileira de espiga, as doses

de 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de NPK apresentaram resposta quadrática, sendo que para a dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> foi obtido 35,39 grãos por fileira, quando associado com uma dose estimada de 15,69 t ha<sup>-1</sup> de cama de aviário. Para com a dose de 200 kg ha<sup>-1</sup>, obtiveram-se 35,27 grãos por fileira de espiga, quando associado a uma dose estimada de 15,65 Mg ha<sup>-1</sup> de cama de aviário. Já com a dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> de NPK, foram obtidos 41,38 grãos por fileira de

espiga, quando associados com uma dose de 18,8 t ha<sup>-1</sup> de cama de aviário, podendo ser uma justificativa para a obtenção de maiores produtividades deste tratamento.

Vários autores verificaram a superioridade da adubação orgânica, em relação à adubação mineral. Nas culturas da alface e rúcula, efeitos significativos na altura e diâmetro de plantas e no número de folhas por planta, em que os maiores valores foram obtidos com o cultivo orgânico associado à adubação mineral<sup>18</sup>. Em estudos com a cultura da erva mate, maior rendimento de massa verde foi obtido com cama de aviário, superando até a adubação exclusivamente mineral<sup>19</sup>.

Em estudos com pimentão, verificou-se que a aplicação de composto orgânico, na ausência da adubação mineral, com teores de N entre 40,1 e 44,3 g kg<sup>-1</sup>, evidenciando que somente com a utilização da adubação orgânica, as plantas apresentaram-se bem nutridas em N<sup>20</sup>. Possivelmente, a maior produtividade proporcionada pelo uso de cama de aviário é devido à adequada concentração de nutrientes para a cultura em sua composição, melhor capacidade de aumentar a troca de cátions e elevação do acúmulo de umidade do solo<sup>21</sup>.

A interação entre cama de aviário e adubo mineral provavelmente possibilitou efeito de sinergismo, em que a utilização da cama de aviário, potencializando a adubação mineral, promoveu adequado balanceamento da adubação à cultura. Esse comportamento deve-se não apenas pelo fornecimento de nutrientes, como na adubação mineral, mas também, devido aos seus efeitos benéficos como aumento da atividade microbiana, melhoria da aeração e infiltração de água no solo<sup>22</sup>.

A utilização de fontes orgânicas de nutrientes nas culturas agrícolas é uma alternativa viável técnica e economicamente<sup>23</sup>. Contudo, sua eficiência pode ser maximizada, quando associada à adubação mineral, especialmente para aumentar a quantidade de nitrogênio disponível desde o início do ciclo da cultura, o qual é particularmente importante quando do uso da cama de aviário, que por conter maior quantidade de nutrientes, é uma alternativa melhor do que outras fontes orgânicas.

## Conclusão

Houve interações significativas entre a adubação com NPK e a cama de aviário para todos os parâmetros avaliados;

enquanto a adubação orgânica promoveu incremento na produtividade e nos componentes de rendimento do milho. De maneira geral, os melhores resultados foram obtidos na dose de 15 toneladas por hectare de cama de aviário associada com 300 kg ha<sup>-1</sup> de adubo mineral NPK.

## Referências

1. Lopes, M. 2007. Disponível em: <http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2007/artigo.2007-02-14.4893566264/#> acesso em 24/07/2013.
2. Conab- Campanha Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/olalacms/uploads/arquivos/7e05515f8222082610088f5a2376c6af.pdf>
3. Cruz, J. C.; Pereira Filho, I. A.; Alvarenga, R. C.; Gontijo Neto, M. M.; Viana, J. H. M.; Oliveira, M. F.; Santana, D.P. Circular Técnico, 87: 1-12, **2006**.
4. Bull, I. T. Piracicaba: Potafós, **1993**. 147-196.
5. Marchesini, A.; Allievi, I.; Comotti, E.; Ferrari, A. Plant and Soil, Dordrecht, v. 106, p. 253-261, **1988**.
6. Smith, S. R.; Hadley, P. Journal of Horticultural Science, Ashford, v. 63, n. 4, p. 615-620, **1988**.
7. Vidigal, S. M.; Ribeiro, A.C.; Casali, V. W. D.; Fontes, I. E. F. Resposta da Alface (*Lactuca Sativa* L.) Ao Efeito Residual da Adubação Orgânica: i. Ensaio de Campo. Revista Ceres, Viçosa, v. 42, n. 239, p. 80-88, **1995**.
8. Martins, S.R. Revista Científica Rural, Bagé, v.4, n.2, p.175-187, **1999**.
9. Kage, H. In: Fundação Cargill (ed.). Adubação Verde no Brasil. Campinas: Cargill, **1984**. P. 124-128.
10. Gomes, J.A. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, **1995**.
11. Cantarella, H.; Van Raij, b. In: Simposio Sobre Adubação Nitrogenada no Brasil, 1986, Ilhéus. Anais... Ilhéus: SBSC, **1986**. P. 243-273.
12. Cantarella, H. In: Bull, I.t.; Cantarella, h. (ed.). Piracicaba: Potafós, **1993**. P. 147-196.
13. Malavolta, E. São Paulo: Agrônômica Ceres, **1981**.
14. Moreira, C.R.; Siqueira, M.M.; Tavares, M.H.F. In: Reunião Brasileira de Manejo do Solo e da Água, 13., Ilhéus, BA, 2000. Anais... Ilhéus, Bahia: [s.n.], **2000**
15. Gliessman, S. R. Porto Alegre, RS: UFRGS, **2000**. 642 p.
16. Bissani, C.A.; Gianello, c.; Tedesco, M.J.; Camargo, F.A.O. (EDS Porto Alegre, Gênese, **2004**. 328p.
17. Ciancio, N.H.R. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, **2010**. 85 p.



18. Oliveira, E.Q; Souza, R.J; Cruz, M.C.M; Marques, V.B; França, A.C. *Horticultura Brasileira* **2010**. 28: 36-40.
19. Pandolfo, C.M; Floss, P.A; Crose, D.M; Dittrich, r.c. **2003**. *Ciência Floresta*, Santa Maria 13: 37-45.
20. Sedyama, M.A.N; Vidigal, S.M; Santos, M.R; Salgado, L.t. *Horticultura Brasileira* **2009**. 27: 294-299.
21. Kiehl, E.J. Piracicaba: Degaspari. **2008**.680p.
22. Paulus, G; Muller, A.M; Barcellos, L.A.R. **2000**. Porto Alegre: Emater-rs. 86p.
23. Fioreze, C.; Ceretta, C.A. *Ciência Rural*, Santa Maria, RS v.36, n.6, p.1788-1793, **2006**.

André L. S. Pereira<sup>1</sup>, Adilson Pelá\*,  
Gláucia M. Pelá, Rogério N.  
Gonçalves<sup>2</sup>, Rodrigo T. Mendes<sup>3</sup>  
& Odilon P. M. Júnior<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Bayer CropScience

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Goiás, UEG, UnU Ipameri, Rodovia GO 330, Km 241, Anel Viário, CEP 75780-000, Ipameri, GO, Brasil.

<sup>3</sup> Solar Agrícola, Ipameri-GO

<sup>4</sup> Universidade Federal de Goiás, UFG, Brasil.

\*e-mail: adilson.pela@ueg.br



# Uso de Pó de Basalto como Alternativa na Adubação da Cultura da Alface

Thiago P. Rezende, Adilson Pelá & Gláucia M. Pelá

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência da adubação com pó de basalto, em relação à adubação orgânica e organo-mineral na cultura da alface (*Lactuca sativa*). O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, em esquema fatorial 2x5 com três repetições: foram testadas duas cultivares (*Sallad Bowl* e *Black Seeded*); e cinco tipos de adubação (T1 – 80 Mg ha<sup>-1</sup> de esterco de curral e 2 Mg ha<sup>-1</sup> de pó de basalto no plantio), (T2 – 80 Mg ha<sup>-1</sup> de esterco de curral), (T3 – 3 Mg ha<sup>-1</sup> de pó de basalto no plantio, mais 1,5 Mg ha<sup>-1</sup> de pó de basalto em cobertura), (T4 – 80 Mg ha<sup>-1</sup> esterco de curral e 1,5 Mg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 05-25-15) (T5 – testemunha – sem adubação). Foram determinados o diâmetro de cabeça, o número de folhas, a massa fresca e a massa seca das plantas. O pó de basalto, usado de maneira isolada ou em associação com o esterco de curral, foi ineficiente para a nutrição da cultura, nas doses testadas. O esterco de curral promoveu um bom desenvolvimento da alface.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa*; nutrição; esterco de curral.

This study aimed to evaluate the efficiency of fertilization with basalt powder in relation to organic fertilization and organic-mineral in lettuce (*Lactuca sativa*). The experimental design was randomized blocks in a 2x5 factorial arrangement: two cultivars (*Sallad Bowl* and *Black Seeded*), and five types of fertilization (T1 - 80 Mg ha<sup>-1</sup> of manure and 2 Mg ha<sup>-1</sup> powder basalt at planting), (T2 - 80 Mg ha<sup>-1</sup> manure) (T3 - 3 Mg ha<sup>-1</sup> of basalt powder at planting, plus 1.5 Mg ha<sup>-1</sup> of basalt powder in coverage) (T4 - 80 Mg ha<sup>-1</sup> manure and 1.5 Mg ha<sup>-1</sup> of NPK 05-25-15) (T5 - witness - without fertilization, with three replications. were determined head diameter, number of leaves, fresh weight and dry weight of plants. exclusively using basalt powder, or associated with the manure was not efficient for the nourishment of culture, at the doses tested. manure promoted the good development of lettuce .

**Keywords:** *Lactuca sativa*; nutrition; manure.

## Introdução

A alface está entre as dez hortaliças mais apreciadas para consumo *in natura* no Brasil<sup>1</sup>, sendo a folhosa de maior importância econômica. A alface é excelente fonte de vitamina A, possuindo ainda as vitaminas B1, B2 e C, além de sais de cálcio e de ferro<sup>2</sup>.

Para uma planta desenvolver-se sadia e equilibrada, necessita dos chamados elementos essenciais que envolvem os macro e micronutrientes. Análises químicas realizadas em amostras de húmus, compostos orgânicos e pós de rocha revelam mais de cinquenta elementos presentes nestes insumos, ao passo que os fertilizantes sintéticos, a exemplo do NPK, possuem praticamente três, representados pelas próprias letras: Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) - que são elementos exigidos em maiores quantidades pelas plantas. Desse modo, as plantas cultivadas no sistema orgânico desenvolvem-se com maior diversidade de elementos no solo, o que proporciona aumento nos teores de nutrientes, e com maior disponibilidade destes para as plantas, terão, portanto, melhor desenvolvimento e qualidade<sup>3,4,5</sup>.

Hoje, após a II Guerra Mundial e décadas de uso e abuso dos adubos hidrossolúveis e dos agrotóxicos, volta-se à pesquisa e utilização de insumos naturais que foram relegados, como o esterco, composto, lixo doméstico, cinzas, rochas moídas, etc.<sup>6</sup>. A maior demanda de adubações, no entanto, gera maior custo, muitas vezes, desnecessário, o que incentiva a realização de pesquisas com materiais alternativos à adubação mineral extraída quimicamente. Além disso, em virtude da própria natureza dessa adubação, existe risco potencial ao ambiente, o qual pode tornar-se preocupante, quando a adubação é realizada sem critérios adequados<sup>7</sup>.

Muitos anos são necessários para a natureza fragmentar as pedras, para então, em contato com a água, ácidos e calor, ocorrer a mineralização, disponibilizando os minerais para as plantas. Os organismos do solo também desempenham papel importantíssimo na intemperização físico-química das rochas, sendo os fungos e bactérias os principais responsáveis por se desenvolverem nesse meio e liberar nutrientes dos minerais do solo<sup>8</sup>.

O uso de rocha moída, principalmente o basalto, indicando como uma possível fonte de macro e micronutrientes, podendo levar ao rejuvenescimento de

solos muito intemperizados<sup>9</sup>. A quantidade de elementos minerais nutritivos presentes na rocha sedimentar de basalto é considerável, sendo encontradas em ppm: 86000 de Fe, 1500 de Mn, 100 de Cu, 100 de Zn, 1 de Mo e 5 de B.<sup>10</sup> No Brasil, são poucas ainda as referências de sua utilização em escala comercial na agricultura, porém na Europa, sua utilização pode ser considerada uma prática convencional de muitos agricultores.

As rochas são corpos sólidos formados mediante agregação de minerais, podendo em sua formação, serem formados de um ou de vários tipos desses. Todas as rochas originaram-se de um estado ígneo, chamado de magma que, sob elevadas temperaturas são ejetadas do interior da Terra para a superfície através dos vulcões. Essas rochas na superfície irão apresentar diferenciações, as quais estão ligadas a determinados fatores, como: composição química, origem, textura, estrutura, declive, cobertura vegetal, tempo geológico e tipo de clima, dentre outros<sup>11</sup>.

A mineralogia principal de um basalto é constituída principalmente por piroxênios e plagioclásio. Pode incluir olivina, quartzo, feldspato potássico, piroxênios, anfibólios, micas, olivina, feldspatoides (leucita, nefelita, sodalita, zeolitos sódicos), hematita, ilmenita, magnetita, rutilo, dentre outros. Na composição química dos minerais das rochas ígneas vulcânicas, ocorre maior frequência de óxidos, sendo o de maior importância o óxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ), cuja porcentagem, em peso, pode variar de 35 a 75%. Em segundo lugar, vem o óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), que varia entre 12 e 18%. Outros óxidos podem estar presentes, como: óxido de ferro, óxido de manganês, óxido de magnésio e outros de sódio, potássio e cálcio<sup>12</sup>.

Os elementos químicos existentes nessas rochas que podem ser facilmente revolidos são Ca, Mg e K. E os que podem ser concentrados residualmente, como Fe, P e elementos traços. Assim, solos originados de rochas basálticas tendem a ser mais ricos em Fe, P, Ca, Cu e Zn, e, por outro lado, tendem a ser mais pobres em B e Mo<sup>13</sup>.

Os basaltos são considerados rochas básicas, tidas como um importante material de origem de solos, contribuindo para sua fertilidade em função do predomínio de minerais, facilmente intemperizáveis e ricos em cátions, destacando-se os feldspatos cálcio-sódicos e piroxênios<sup>13</sup>.

A utilização da farinha de rocha traz várias vantagens, sendo uma delas a diminuição da mão-de-obra, pois com a aplicação da farinha de rocha, não há necessidade de se adubar frequentemente, devido ao seu efeito prolongado. Isso porque, não sendo a farinha de rocha prontamente solúvel em água, o produto não é lixiviado pela água da chuva ou irrigações intensas<sup>14</sup>. Outras vantagens são citadas pelo autor, como a correção do pH, a não salinização do solo, a não absorção em excesso de potássio, o que beneficia a absorção de cálcio e magnésio e a diminuição da fixação do fósforo solúvel pela presença da sílica.

Em Goiás, existe uma grande produção de brita de basalto, mas o pó ainda não é aproveitado na agricultura, devido à desinformação dos produtores sobre seus benefícios<sup>15</sup>. Maiores teores de Ca, Mg, B, Cu e Fe nas folhas de mudas de *Prunus sellowii*, adubadas com pó de basalto<sup>16</sup>. Incrementos em pH, K, Ca, Mg, soma de bases e saturação de bases com o aumento das doses de basalto aplicadas também foram observados<sup>17</sup>.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência da adubação com pó de basalto em relação à adubação orgânica e organo-mineral na cultura da alface.

## Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido na fazenda experimental da UEG, município de Ipameri – Goiás, localizada a 17°43'20" de latitude sul e 48°09'44" de longitude oeste, com altitude de 800 m, em LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, constando temperaturas elevadas com chuvas no verão e seca no inverno.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2x5 com 3 repetições: foram testadas duas cultivares (*Sallad Bowl* e *Black Seeded*); e cinco tipos de adubação (T1 – 80 Mg ha<sup>-1</sup> de esterco de curral e 2 Mg ha<sup>-1</sup> de pó de basalto no plantio), (T2 – 80 Mg ha<sup>-1</sup> de esterco de curral), (T3 – 3 Mg ha<sup>-1</sup> de pó de basalto no plantio, mais 1,5 Mg ha<sup>-1</sup> de pó de basalto em cobertura), (T4 – 80 Mg ha<sup>-1</sup> esterco de curral e 1,5 Mg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 05-25-15) (T5 – testemunha – sem adubação. Foram coletadas 12 subamostras de solo, na camada de 0 a 20 cm de profundidade, para formar uma amostra composta. Nesta foi realizada análise química, cujos resultados obtidos

foram: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 4,3; matéria orgânica = 21 g dm<sup>-3</sup>; fósforo (resina) = 2 mg dm<sup>-3</sup>; enxofre = 3 mg dm<sup>-3</sup>; cálcio = 0,6 cmolc dm<sup>-3</sup>; magnésio = 0,2 cmolc dm<sup>-3</sup>; potássio = 0,09 cmolc dm<sup>-3</sup>; alumínio = 0,5 cmolc dm<sup>-3</sup>; hidrogênio + alumínio = 4,2 cmolc dm<sup>-3</sup>; CTC = 5,09 cmolc dm<sup>-3</sup>; V% = 17.

Com o objetivo de elevar a saturação por bases a 60%, distribuíram-se superficialmente 2,5 Mg por hectare de um calcário dolomítico com PRNT de 87%. O calcário foi incorporado ao solo com arado de disco com três meses de antecedência ao plantio. Os canteiros foram construídos com largura de 1,50 m e comprimento variável, com elevação de 0,10 m em relação à superfície do terreno, para evitar as enxurradas e facilitar o escoamento do excesso de água. Para tanto, utilizaram-se de ferramentas manuais para o revolvimento e nivelamento destes, incorporação dos adubos e remoção de plantas daninhas. Os canteiros foram separados por caminhos de 50 cm, perpendicular ao declive do terreno<sup>2</sup>. O espaçamento utilizado no canteiro definitivo foi de 0,30 m x 0,30 m, com 5 fileiras.

As mudas foram produzidas em bandejas de isopor, com 200 células, de acordo com as recomendações descritas em<sup>18</sup>. Foram utilizadas 9 bandejas, totalizando 1800 mudas. Nas bandejas, foram deixadas uma planta por célula, e após 30 dias, quando as mudas apresentavam 4 a 6 folhas, foram transplantadas para os canteiros. Cada parcela foi constituída por cinco fileiras de 2,10 m de comprimento, com 7 plantas espaçadas a 0,30 m, sendo utilizadas três linhas como área útil, eliminando-se as bordaduras, dispondo, assim, 15 plantas para amostragem. A irrigação foi realizada por aspersão, mantendo-se o solo com teor de água entre 60 e 80 % da capacidade de campo. O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente.

Avaliou-se o tamanho médio das folhas (comprimento e largura); número de folhas por planta; produtividade de massa fresca e massa seca, por planta e por unidade de área, aos 35 dias após o transplante. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

A adubação com esterco de curral, associada ao adubo NPK; a adubação exclusiva com esterco de curral

e esterco de curral com pó de basalto proporcionaram os maiores diâmetros de cabeça, para ambas as cultivares (Tabela 1). Na média das duas cultivares, observaram-se diâmetros de 29,11, 26,86 e 25,29 cm, respectivamente. Foram superiores à adubação exclusiva com pó de basalto e à testemunha, com valores de 17,17 e 14,59 cm, que não diferiram significativamente entre si. Com a cultivar *Black Seeded* não houve diferenças significativas entre a adubação com esterco de curral curtido associado ao pó de basalto e o tratamento que recebeu adubação exclusiva com pó de basalto, com diâmetros de 24,79 e 19,50 cm, respectivamente.

Pelo diâmetro de cabeça, conclui-se que apenas a adubação com esterco de curral seria suficiente para proporcionar os melhores resultados, e que o esterco não contribuiu para melhorar a eficiência do pó de basalto. As cultivares não diferiram entre si, quanto ao diâmetro de cabeças, na média de todos os tratamentos. Também não encontraram diferenças significativas do uso de pó de basalto sobre o diâmetro do coleto de *Prunus selowii*<sup>16</sup>.

Em relação ao número de folhas, verificou-se também que o uso do esterco de curral, associado ou não com o adubo NPK ou ao pó de basalto, foram os tratamentos que proporcionaram os maiores valores em ambos os cultivares e na média destes, não diferindo significativamente entre si (Tabela 2). Na média dos dois cultivares, a adubação com esterco de curral e

NPK, a adubação com esterco de curral e com esterco de curral e pó de basalto apresentaram 21,88, 21,79 e 21,50 folhas por planta. A adubação com pó de basalto e a testemunha foram os tratamentos que apresentaram menor número de folhas por planta, com 12,88 e 12,33, respectivamente, na média dos dois cultivares, e não diferiram significativamente entre si. Também não houve diferenças significativas entre as cultivares em relação ao número de folhas por planta.

Esses resultados indicam que a aplicação do adubo NPK, ou a aplicação do pó de basalto, associados ao esterco de curral, conseguiram aumentar o número de folhas por planta, em relação à adubação com esterco de curral. O esterco de curral não conseguiu potencializar o efeito do pó de basalto como fertilizante. Resultados semelhantes foram obtidos com diferentes doses de pó de basalto misturado a lodo de esgoto, aguapé e esterco de curral sobre o crescimento de *Astronium fraxinifolium*<sup>17</sup>.

Para a cultivar *Black Seeded*, a massa fresca por plantas foi maior quando utilizou-se a adubação com esterco de curral associado com NPK, 132,2 g, e quando utilizou-se somente o esterco de curral, 156,17 g, não diferindo significativamente entre si. Com esta cultivar, a adubação com esterco de curral e pó de basalto, a adubação exclusiva com pó de basalto e a testemunha, com 57,45, 16,43 e 12,90 g por plantas, não diferiram significativamente entre si.

**Tabela 1.** Diâmetro de cabeças e número de folhas por planta de duas cultivares de alface, em função do tipo de adubação.

| ADUBAÇÃO                | Diâmetro de cabeça (cm) |         |         | Número de folhas/planta |         |         |
|-------------------------|-------------------------|---------|---------|-------------------------|---------|---------|
|                         | B. Seeded               | S. Bowl | Média   | B. Seeded               | S. Bowl | Média   |
| Esterco + NPK           | 29,17 a                 | 29,04 a | 29,11 a | 22,92 a                 | 24,83 a | 21,88 a |
| Esterco                 | 29,09 a                 | 24,63 a | 26,86 a | 23,00 a                 | 20,58 a | 21,79 a |
| Esterco + pó de basalto | 24,79 ba                | 25,77 a | 25,29 a | 21,58 a                 | 21,42 a | 21,50 a |
| Pó de basalto           | 19,50 cb                | 14,83 b | 17,17 b | 12,33 b                 | 13,42 b | 12,88 b |
| Testemunha              | 14,79 c                 | 14,38 b | 14,59 b | 11,67 b                 | 13,00 b | 12,33 b |
|                         |                         |         |         |                         |         |         |
| CULTIVAR                |                         |         |         |                         |         |         |
| <i>Black Seeded</i>     | 23,47                   |         |         | 18,30                   |         |         |
| <i>Salad Bowl</i>       | 21,73                   |         |         | 18,65                   |         |         |
| C.V. (%)                | 17,06                   |         |         | 11,84                   |         |         |

C.V. = coeficiente de variação. Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Massa fresca e massa seca de duas cultivares de alface, em função do tipo de adubação

| ADUBAÇÃO                | Massa fresca (g planta-1) |                |          | Massa seca (g planta-1) |                |         |
|-------------------------|---------------------------|----------------|----------|-------------------------|----------------|---------|
|                         | <i>B. Seeded</i>          | <i>S. Bowl</i> | Média    | <i>B. Seeded</i>        | <i>S. Bowl</i> | Média   |
| Esterco + NPK           | 132,20 a                  | 138,90 a       | 135,55 a | 9,65 a                  | 12,87 a        | 11,26 a |
| Esterco                 | 156,17 a                  | 71,25 a        | 113,71 a | 13,07 a                 | 14,72 a        | 13,90 a |
| Esterco + pó de basalto | 57,45 b                   | 83,35 a        | 70,40 b  | 4,95 b                  | 7,40 b         | 6,17 b  |
| Pó de basalto           | 16,43 b                   | 16,43 b        | 16,43 c  | 3,03 b                  | 2,44 c         | 2,73 c  |
| Testemunha              | 12,90 b                   | 14,36 b        | 13,63 c  | 2,08 b                  | 2,29 c         | 2,18 c  |
|                         |                           |                |          |                         |                |         |
| CULTIVAR                |                           |                |          |                         |                |         |
| <i>Black Seeded</i>     | 75,03                     |                |          | 6,56                    |                |         |
| <i>Salad Bowl</i>       | 64,85                     |                |          | 7,94                    |                |         |
| C.V. (%)                | 25,98                     |                |          | 25,22                   |                |         |

C.V. = coeficiente de variação. Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com a cultivar *Salad Bowl* verificaram-se maiores valores de massa seca com a adubação com esterco de curral e NPK, esterco de curral e pó de basalto e com adubação exclusiva com esterco de curral: 138,90, 83,35 e 71,25 g por planta, respectivamente, superiores aos tratamentos testemunha e adubação exclusiva com pó de basalto, com 14,36 e 16,43 g por planta, respectivamente.

Na média das duas cultivares, maiores valores de massa fresca foram obtidos com a adubação com esterco de curral e NPK, 135,5 g por planta, e adubação com esterco de curral, 113,71 g por planta, que foram superiores aos demais tratamentos. A associação do pó de basalto com o esterco de curral, com 70,40 g por planta, foi superior à adubação exclusiva com pó de basalto, com 16,43 g por planta e à testemunha, com 13,63 g por planta. Não houve diferença significativa entre estes últimos.

A massa seca das plantas apresentou comportamento semelhante ao da massa fresca em cada cultivar e na média destes. O esterco de curral proporcionou maior produtividade de massa seca nas cultivares *Black Seeded*, *Salad Bowl* e na média destas, com 13,07, 14,72 e 13,90 g por planta, respectivamente, não diferindo significativamente apenas da adubação com esterco de curral e NPK, cujos valores obtidos foram 9,65, 12,87 e 11,26 g por planta. Esses dois tratamentos foram estatisticamente superiores aos demais quanto a esse parâmetro. Na cultivar *Black*

*Seeded*, a adubação com esterco de curral e pó de basalto, a adubação exclusiva com pó de basalto e a testemunha, com 4,95, 3,03 e 2,08 g por planta, não diferiram significativamente entre si. Na cultivar *Salad Bowl* e na média das duas cultivares, a associação de esterco e pó de basalto superou os tratamentos com adubação exclusiva com pó de basalto e testemunha.

Pelos resultados de massa fresca e massa seca verificou-se que, nas doses utilizadas nesse experimento, a adubação com esterco de curral foi a responsável pelos melhores resultados, sendo dispensável a utilização do adubo NPK em complementação, e prejudicial a adição do pó de basalto a esse. O pó de basalto mostrou-se ineficiente, quando usado isoladamente ou mesmo associado à adubação orgânica com esterco de curral. As doses crescentes de composto orgânico aumentaram a produção da cultura até 27,367 kg/ha de matéria fresca, obtida na dose mais elevada em plantas cultivadas entre 80 e 110 dias após a aplicação do adubo<sup>19</sup>.

## Conclusões

O pó de basalto, usado de maneira isolada ou em associação com o esterco de curral, foi ineficiente para a nutrição da cultura, nas doses testadas. O esterco de curral, independente da adubação mineral, foi suficiente para promover um bom desenvolvimento da alface.

## Referências

1. Porto, V.c.n. Efeitos de Fontes de Matéria Orgânica na Produção de Alfaca. Mossoró: ESAM, **1996**. 35 p.
2. Pinheiro, S.; Barreto, S. B. Farinha de Rocha: Agricultura Sustentável, Trofobiose e Biofertilizantes. Fundação Juquira Candiru. São Paulo, **2005**.
3. Camargo, L. de S. As Hortaliças e seu Cultivo. 2ª Edição Revista e Aumentada. Campinas, Fundação Cargill, **1984**. P.27,47-48,52 e 128.
4. Coonatura. Adubos Químicos: por que não usá-los. Disponível em: <[http://www.geocities.com/rainforest/5894/coonaturap3\\_3.html](http://www.geocities.com/rainforest/5894/coonaturap3_3.html)> acesso em: 18 mar. **2009**.
5. Davide, A. C.; José, A. C.; Pinto, L. V. A. Produção de Mudanças de Espécies Florestais Nativas. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Lavras, **2002**. In: Simpósio Nacional Sobre Recuperação de Áreas Degradadas, 5., 2002, Belo Horizonte. Mini-Curso: Botelho, S. A.; Davide, A. C.; Pinto, L. V. A. Recomposição de Matas Ciliares.
6. Coutinho, A. H. L. C. Avaliação da Biodiversidade do Solo Através de Exame de DNA, 1999. Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br/pesquisa/temas/temas.html>> acesso em: 25 out. **2008**.
7. Leonardos, O. H.; Fyle, W. S.; Kromberg, B. Rochagem: Método de Aumento de Fertilidade em Solos Lixiviados e Arenosos. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 29., 1976, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte, **1976**. P. 137-145.
8. Malavolta, E. Elementos de Nutrição Mineral de Plantas. São Paulo: ed. Agronômica Ceres, **1980**.
9. Machado, F. B. Et Al. Enciclopédia Multimídia de Minerais em Atlas de Rochas. 2003. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/museudpm/>> acesso em: 10 mai. **2004**.
10. Turner, F.J.; Verhoogen, J. Igneous and Metamorphic Petrology. 2 ed. New York: McGraw-Hill. **1960**. 694 p.
11. Resende, M. Et Al. Pedologia: Base para Distinção de Ambientes. Viçosa, **2002**. 338 p.
12. Amparo, A. Farinha de Rocha e Biomassa. Agroecologia Hoje, Botucatu, n. 20, p. 10-12, ago/set **2003**.
13. Knapick, J.G.; Angelo, A.C. Pó de Basalto e Esterco Equino na Produção de Mudanças de Prunus Sellowii Koehne (rosaceae). Floresta, v.37, n.3, **2007**.
14. Silva, E.A.; Cassiolato, A.M.R.; Maltoni, K.L.; Scabora, M.H. Efeitos da Rochagem e de Resíduos Orgânicos sobre Aspectos Químicos e Microbiológicos de um Subsolo Exposto e sobre o Crescimento de Astronium Fraxinifolium Schott. Revista Árvore, v. 32, n2, **2008**.
15. Caetano, L.C.S. A Cultura da Alfaca: Perspectivas, Tecnologias e Viabilidade. Niterói: Pesagro-Rio, **2001**. 23 p. (Pesagro-Rio. Documentos, 78), p.11.
16. Santos, R.H.S.; Silva, F.; Casali, V.W.D.; Conde, A.R. Efeito Residual da Adubação com Composto Orgânico Sobre o Crescimento e Produção de Alfaca. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.36, n. 11, p.1395-1398, **2001**.

---

Thiago P. Rezende, Adilson Pelá\*,  
Gláucia M. Pelá

Universidade Estadual de Goiás (UEG), Rodovia: GO 330, km 241, Anel Viário s/n, Ipameri-GO, CEP: 75780-000.

\*e-mail: [adilson.pela@ueg.br](mailto:adilson.pela@ueg.br)

# Toxicidade de Extratos de Sementes de *Jatropha curcas* e *Azadirachta indica* à *Plutella xylostella*

Paulo V. Sousa, Flávio G. Jesus, Márcio S. Araújo, Fábio S. Matos & Leandro Bacci

Avaliou-se a toxicidade de extratos de sementes de *Azadirachta indica* (Neen) e de *Jatropha curcas* (Pinhão manso) à *Plutella xylostella* (Traça das crucíferas). Discos foliares de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) cultivar Portuguesa foram imersos nos extratos de Neen e Pinhão manso nas concentrações de 0,5 % e, depois, fornecidos como alimento para as lagartas. Após isso, acompanhou-se o seu ciclo biológico. Todas as fases de desenvolvimento do inseto investigadas foram afetadas pela aplicação de óleos vegetais de A. indica e J. curcas. A aplicação de óleos vegetais de A. indica e J. curcas reduz a sobrevivência da praga.

**Palavras-chave:** *Pesticida natural; Praga de Brassicaceae; Plantas inseticidas.*

The aim of this study was to evaluate the toxicity of seed extracts of *Azadirachta indica* (Neen) and *Jatropha curcas* (Pinhão manso) to *Plutella xylostella* (Diamondback moth). Leaf discs of Portuguese Cabbage cultivar (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) were immersed in extracts of Pinhão manso and Neen in concentrations of 0.5% and then provided as food for the moth. After this, followed up its biological cycle. All stages of development of this pest were affected by the application of vegetable oils of A. indica and J. curcas. The use of vegetable oils A. indica and J. curcas reduces survival of the pest.

**Keywords:** *Natural pesticide; Brassicaceae pest; Plants insecticides.*



## Introdução

A couve, *Brassica oleracea* var. *acephala* (L.), destaca-se entre as plantas hortícolas como um dos alimentos importantes na nutrição humana, sendo rica em minerais e vitaminas<sup>1</sup>. É uma cultura danificada por diversas pragas, tais como: pulgões, curuquerê da couve, lagarta-rosca, lagarta-mede-palmo e traça-das-crucíferas<sup>2</sup>. Este último inseto, muitas vezes, limitante para o cultivo de crucíferas em áreas tropicais, em razão, principalmente, de seu ciclo curto e alto potencial reprodutivo, o que determina número anual elevado de gerações<sup>3</sup>.

O controle da traça-das-crucíferas é realizado geralmente com o uso de inseticidas organossintéticos. O uso intensivo desses produtos selecionou populações resistentes aos diferentes princípios ativos, comumente utilizados em seu controle<sup>4,5</sup>. Produtos naturais extraídos de plantas constituem-se fonte de substâncias bioativas compatíveis com programas de manejo integrado de pragas (MIP), o que pode reduzir os efeitos negativos, ocasionados pela aplicação descontrolada de inseticidas organossintéticos ao meio ambiente<sup>6,7,8</sup>.

As plantas inseticidas são capazes de provocar inibição alimentar nos insetos; redução da motilidade intestinal; interferência na síntese do ecdisônio; inibição da biossíntese da quitina; deformações em pupas e adultos, redução na fecundidade; longevidade; esterilização; inibição na oviposição e mortalidade de formas imaturas e adultas<sup>9,10,11,12,13</sup>. Algumas plantas inseticidas já foram avaliadas para o controle de *P. xylostella*. Chen e colaboradores<sup>14</sup> encontraram que extratos de *Melia azedarach* (L.) causaram 93,5% de redução na oviposição de *P. xylostella* na concentração de 4%. Torres *et al.* (2001) verificaram que os extratos aquosos de *Aspidosperma pyrifolium* (Mart.), *A. indica* e *Cissampelos aff. glaberrima* (St. Hil.) reduziram a oviposição de *P. xylostella*, e que esta redução era diretamente correlacionada com o aumento das concentrações dos extratos dessas plantas e o efeito repelente se acentuava com a quantidade de substâncias bioativas extraídas e existentes em cada extrato. Boiça Junior e colaboradores<sup>12</sup> verificaram que os extratos aquosos de *Sapindus saponaria* L., *Trichilia pallida* SW, *Enterolobium contortisilliquum* (Vell.) Morong e *Nicotiana tabacum* L. causaram 100% de mortalidade

das larvas dessa praga. Medeiros e colaboradores<sup>6</sup> constataram que os extratos de frutos de *S. saponaria*, e de *E. contortisilliquum* e de folhas de *T. pallida*, proporcionaram efeito deterrente na oviposição da praga, com índice de 100% de deterrência.

Portanto, tendo em vista a importância que representa o cultivo de brássicas e o uso de inseticidas botânicos dentro do manejo integrado de pragas, este trabalho teve por objetivo determinar o efeito de óleos vegetais de sementes de *Azadirachta indica* e *Jatropha curcas* sobre *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae).

## Material e Métodos

Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Entomologia da Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ipameri. Para a criação da população de traça-das-crucíferas, usadas nesse trabalho, foram utilizadas plantas de couve, *B. oleracea* var. *acephala*, (Manteiga), semeadas em campo e, conduzidas sem qualquer tipo de aplicação de agrotóxico.

### CRIAÇÃO-ESTOQUE

Para criação de *P. xylostella*, ovos deste inseto foram adquiridos do Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos da FCAV - UNESP - Jaboticabal, SP. Lagartas recém-eclodidas foram confinadas em recipientes plásticos com dimensões 15,0 x 10,0 x 5,0 cm, alimentadas com folhas de couve, previamente lavadas em água corrente.

Trocaram-se as folhas sempre que necessário, até que todos os insetos atingissem a fase de pupa. Essas foram coletadas diariamente e colocadas em tubos de vidro de fundo chato, medindo 1,0 cm de diâmetro, fechados com filme plástico transparente PVC com pequenos orifícios para circulação do ar. Após a emergência, coletaram-se os adultos diariamente. Foi feita a sexagem e formados dez casais, que permaneceram confinados em gaiolas plásticas, transparentes, circulares com uma abertura retangular vedada lateralmente com malha fina de *nylon* para possibilitar a circulação do ar. A parte superior da gaiola continha um orifício circular no qual foi colocada uma esponja embebida com uma solução de mel a 10% para alimentação das mariposas adultas, presa com uma rolha de pano, tamponando tal abertura.

Dentro dessas gaiolas, foram colocados discos de

folha de couve, medindo 8,0 cm de diâmetro sobre papel filtro umedecido, sobre um copo plástico de 50,0 ml para a oviposição. Os discos foram substituídos diariamente e aqueles com as posturas, acondicionados em placa de Petri (9,0 cm de diâmetro) até a eclosão das larvas, mantendo-se, então, os procedimentos já descritos.

OBTENÇÃO DO EXTRATO HEXANO DE PINHÃO MANSO

As sementes de *J. curcas* foram provenientes de plantio comercial, localizados na Cidade de Uberlândia, MG. Depois de trituradas, partes das sementes de *J. curcas* foram completamente mergulhadas em hexano a frio, obtendo-se, assim, os extratos, conforme metodologia proposta por Scramin e colaboradores<sup>16</sup>, até que os componentes da planta não mais eram transferidos por difusão ao solvente, conforme relatado Rey<sup>17</sup>, em que ocorre ausência de coloração do solvente, quando é trocado de dois em dois dias. O extrato obtido foi concentrado em evaporador rotativo à baixa pressão e temperatura reduzida (< 50°C) e, a quantidade obtida dele foi armazenada sob refrigeração para os testes biológicos. Quanto ao óleo de Neen, esse era uma formulação comercial, de nome Neen I GO®.

EFEITO DE ÓLEOS VEGETAIS NA BIOLOGIA DE P. XYLOSTELLA

Para observação do desenvolvimento de *P. xylostella*, foram utilizadas placas de Petri (9,0 cm de diâmetro), contendo folhas de couve – cv Manteiga, tratadas com os óleos na concentração de 0,5%. Sobre cada folha, foram

colocadas dez lagartas recém-eclodidas e, em seguida, foram vedadas com filme PVC para evitar fuga destas. Essas placas foram mantidas no laboratório em condições do ambiente, sendo as folhas substituídas diariamente por outras tratadas. Quando as folhas foram trocadas, anotou-se o número de larvas mortas. Tal procedimento foi adotado até que as larvas atingissem o estágio de pupa. As pupas sobreviventes foram pesadas 24 horas após a sua formação.

As variáveis biológicas avaliadas foram: duração e sobrevivência da fase larval e pupal, peso pupal e ciclo total. O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizados, com três tratamentos e dez repetições. Os dados dos experimentais foram analisados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e, para isso, utilizou-se o software ESTAT.

Resultados e Discussão

A duração da fase larval de *P. xylostella* foi prolongada quando as folhas de couve-comum utilizadas para sua alimentação foram tratadas com óleo vegetal a 0,5% de *J. curcas*. O óleo vegetal de *A. indica* proporcionou o melhor desempenho, no qual os insetos alimentados com folhas tratadas com este óleo vegetal não chegaram à próxima fase de desenvolvimento. A sobrevivência larval também foi afetada pelo óleo vegetal de *J. curcas*. Assim, apenas 11,0% das lagartas atingiram a fase de pupa, valor inferior ao registrado na testemunha com 80,0%.

Quanto à duração da fase pupal, este parâmetro biológico também foi afetado, em que óleo vegetal a 0,5% de *J. curcas* (5,37 dias) provocou alongamento

Tabela 1. Média (± EPM) de duração e sobrevivência das fases larval e pupal e peso de pupa de Plutella xylostella em folhas de couve-comum tratadas com óleos (0,5%) de sementes de Azadiracta indica e Jatropha curcas.

| Tratamentos <sup>1</sup> | Fase Larval    |                   | Fase Pupal         |                   |                    |                    |
|--------------------------|----------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
|                          | Duração (dias) | Sobrevivência (%) | Duração (dias)     | Sobrevivência (%) | Peso Pupal (mg)    | Ciclo Total (dias) |
| Testemunha               | 5,02 ± 0,14 a  | 80,00 ± 5,96 a    | 4,83 ± 0,09 a      | 70,00 ± 4,71 a    | 5,10 ± 0,14 a      | 14,43 ± 0,37 a     |
| <i>A. indica</i>         | -              | -                 | -                  | -                 | -                  | -                  |
| <i>J. curcas</i>         | 6,86 ± 0,39 b  | 11,0 ± 4,58 b     | 5,37 ± 0,55 a      | 28,30 ± 13,16 b   | 5,20 ± 0,27 a      | 17,70 ± 0,28 b     |
| F                        | 8,02**         | 5,48**            | 0,91 <sup>NS</sup> | 8,90**            | 1,30 <sup>NS</sup> | 48,43**            |
| C.V (%)                  | 12,27          | 25,40             | 19,09              | 21,15             | 12,81              | 4,12               |

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para análise, os dados foram transformados em (x + 0,5)<sup>1/2</sup>.

\*\*Significativo a 1% de probabilidade.

<sup>NS</sup>Não significativo.

em relação à registrada na testemunha (4,83 dias). Do mesmo modo, ao constatado na fase larval, também na fase pupal, a sobrevivência foi reduzida pelo tratamento com óleo vegetal de *J. curcas*. Quanto ao peso de pupas, não houve diferença entre o tratamento óleo vegetal a 0,5% de *J. curcas* e a testemunha.

Em relação ao ciclo total, as folhas de couve-comum quando tratadas com óleo vegetal a 0,5% de *J. curcas* (17,70 dias) e utilizadas para na alimentação de *P. xylostella*, promoveram prolongamento no ciclo total da praga, quando comparado com a testemunha (14,43 dias).

De acordo com Torres e colaboradores<sup>15</sup>, o prolongamento da fase larval de *P. xylostella*, adicionalmente à mortalidade da fase larval, mediante aplicação de extratos vegetais, é muito importante em campo, pois aumentará o tempo de exposição da praga aos inimigos naturais, bem como o tempo médio de cada geração, reduzindo o crescimento populacional da praga. Mordue & Blackwell<sup>10</sup> também relataram que insetos tratados ou alimentados com azadiractina, inseticida regulador de crescimento de origem vegetal, apresentam inibição de crescimento, má-formação, prolongamento da fase larval e até morte das lagartas algumas horas após o tratamento.

O fato da aplicação de óleos vegetais de *A. indica* e *J. curcas* alterar o normal desenvolvimento e reduzir a sobrevivência de *P. xylostella* implica potencial de seu uso desses para o controle dessa praga.

## Agradecimentos

A Equipe do Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos da FCAV/UNESP de Jaboticabal (SP), que gentilmente cedeu algumas pupas para início de nossa criação da população de *P. xylostella*.

## Referências

1. Filgueira, F.A.R. Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia Moderna na Produção e Comercialização de Hortaliças. 3 ed., Viçosa-MG: UFV, **2008**.
2. Gallo, D.; Nakano, O.; Silveira Neto, S.; Baptista, G.C.; Berti Filho, E.; Parra, J.R.P.; Zucchi, R.A.; Alves, S.B.; Vendramim, J.D.; Marchini, L.C.; Lopes, J.R.S.; Omoto, C. Entomologia Agrícola. Piracicaba: FEALQ, **2002**.
3. Ulmer, B.; Gillott, C.; Woods, C.; Erlandson, M. Crop Protection, **2002**, 21, 327.
4. Castelo Branco, M.; Gatehouse, A.G. An. Soc. Ent. Bras., **1997**, 26, 75.
5. Castelo Branco, M.; França, F.H.; Medeiros, M.A.; Leal, J.G.T. Hortic. Bras., **2001**, 19, 60.
6. Medeiros, C.A.M.; Boiça Junior, A.L.; Torres, A.L.T. Bragantia, **2005**, 64, 227.
7. Thuller, R.T.; Bortoli, S.A.; Goulart, R.M.; Pereira-Viana, C.L.T.; Pratissoli, D. Ciên. Agrotec., **2008**, 32, 1154.
8. Zotti, M.J.; Grützmacher, A.D.; Grützmacher, D.D.; Castilhos, R.V.; Martins, J.F.S. Arq. Inst. Biol., **2010**, 77, 111.
9. Schmutterer, H. Ann. Rev. Entomol., **1990**, 35, 217.
10. Mordue, A.J.; Blackwell, A. J. Insec. Physiol., **1993**, 39, 903.
11. Roel, A.R.; Vendramim, J.D.; Frighetto, R.T.S.; Frighetto, N. An. Soc. Entomol. Bras., **2000**, 29, 799.
12. Boiça Junior, A.L.; Medeiros, C.A.M.; Torres, A.L.; Chagas Filho, N.R. Arq. Inst. Biol., **2005**, 72, 45.
13. Araújo, M.S.; Della Lucia, T.M.C.; Moreira, M.D.; Picanço, M.C. Rev. Bras. de Agroc., **2008**, 14, 106.
14. Chen, C.; Chang, S.; Cheng, L.; Hou, R.F. J. Appl. Entomol., **1996**, 120, 165.
15. Torres, A.L.; Barros, R.; Oliveira, J.V. Neotrop. Entomol., **2001**, 30, 151.
16. Scramin, S.; Silva, H.P.; Fernandes, L.M.S.; Yhan, C.A. Nemat. Bras., **1987**, 12, 121.
17. Rey, A.B. Química Tecnológica Fundamental. In: Física / Química Moderna. v.5, São Paulo: Fortaleza, **1970**, 405p.

Paulo V. Sousa<sup>1</sup>, Flávio G. Jesus<sup>1</sup>, Márcio S. Araújo<sup>2\*</sup>, Fábio S. Matos<sup>2</sup> & Leandro Bacci<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Federal Goiano. Campus de Urutai, GO, 75790-000, Brasil

<sup>2</sup> UnU Ipameri, Universidade Estadual de Goiás, Ipameri, GO, 75780-000, Brasil

<sup>3</sup> Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 49100-000, Brasil

\*e-mail: marcio.araujo@ueg.br

# A Importância da Produção Vegetal para o Século XXI

Nos primórdios, quando o homem iniciou a domesticação das espécies, há cerca de 12.000 anos, selecionando os vegetais mais desejáveis, de maneira involuntária, tal ação culminou com o surgimento da agricultura. Dessa forma, o homem passou a se relacionar em grupos e, então, houve o surgimento das civilizações, considerado um dos maiores avanços da humanidade. Entretanto, a Revolução Industrial e a Revolução Verde trouxeram benefícios inimagináveis para a sociedade e, aliados a este, diversos problemas, causados pelo desenvolvimento acelerado. O maior salto observado pela sociedade moderna ocorreu nas últimas décadas com obtenção de plantas geneticamente modificadas (OGM). A engenharia genética quebra as barreiras das espécies e o que, teoricamente seria impossível de ser realizado, passa a ser plausível, ou seja, inserir ou suprimir um ou mais genes de qualquer ser vivo, com qualidades inéditas na natureza.

Mesmo com a capacidade de alterar o genoma vegetal, visando ao maior potencial produtivo e ao manejo sustentável do sistema agrícola, a produtividade das espécies está em patamares altíssimos, quase que impossíveis de ser acrescidos. Além disso, a utilização de transgênicos não reduz a emissão de gases danosos ao efeito estufa e o problema continuaria a se perpetuar durante os anos. E, devido às mudanças climáticas ocasionadas pelo aquecimento global, a produtividade das espécies tende a permanecer estável, com risco de queda, se as plantas não apresentarem características para suportar tal mudança a tempo de possíveis alterações mais drásticas. Independentemente de suas origens, as mudanças climáticas produzem impactos que poderão ter amplos reflexos no meio ambiente. Atualmente, essas mudanças vêm afetando os padrões regionais de precipitação e de evapotranspiração, o que tem repercutido em todo regime hidrológico, biológico e agrícola, amplamente discutido por diversos pesquisadores.

Recentemente, o mundo, aterrorizado com as possíveis consequências, gerou uma enormidade de informações sobre o desenvolvimento sustentável e, então, surgiu o termo “Agricultura de Baixo Carbono - ABC”. No Brasil, o programa ABC tem como o objetivo de estimular as práticas mais sustentáveis por meio de atividades específicas como o plantio direto na palha e recuperação de áreas degradadas, com o intuito de reduzir o dano já causado pela emissão de gases.

Nas últimas décadas, têm-se intensificado os debates sobre o aquecimento global e as mudanças climáticas, havendo quase um consenso entre os cientistas de que a intensificação do efeito estufa planetário encontra-se, principalmente, relacionada ao padrão de produção e ao consumo da sociedade moderna. As mudanças climáticas, registradas nas últimas décadas, vêm comprometendo o funcionamento dos ecossistemas e, também, os agroecossistemas, alterando a oferta de serviços ambientais, consequentemente, reduzindo a disponibilidade de água, boas fertilidades e a conservação do solo, bem como a biodiversidade como um todo. Ao mesmo tempo em que contribuirá para o aumento da incidência de pragas/doenças e na redução de áreas propícias à produção agrícola. Além das consequências, supracitadas, alterações nos ciclos hidrológicos, secas ou inundações; aumento da frequência e intensidade de ciclones e furacões; contaminação de lençóis freáticos com água salgada; desertificação; perda de biodiversidade; intensificação de fenômenos meteorológicos danosos; inundação de zonas costeiras e até o desaparecimento de ilhas.

Os mais importantes estudos sobre esse tema mostram que as regiões tropicais, mesmo não sendo as maiores responsáveis pelo aquecimento global, serão muito mais afetadas pelas mudanças climáticas que as temperadas. O *International Food Policy Research Institute* (IFPRI - Instituto Internacional de Pesquisa de Política Alimentar) fez um estudo com base em diversos modelos climáticos e o resultado converge para uma preocupante direção

de declínio geral, com relação ao ritmo de aumento da produção agropecuária. Os resultados ainda podem ser mais impressionantes, de acordo com 23 modelos climáticos globais, há 90% de chance de que as temperaturas dos trópicos e dos subtropicais, no final do século XXI, excedam as maiores temperaturas já registradas entre 1900 e 2006. Entre 1861 e 2000, a temperatura média global aumentou 0,6 °C, sendo que as precipitações pluviométricas foram alteradas com chuvas mais torrenciais e o fenômeno *El Niño* tem se tornado mais frequente, persistente e intenso.

Os principais gases, oriundos de atividades antrópicas, que têm atuado na intensificação do efeito estufa, são o metano, o ozônio, o óxido nitroso (O<sub>3</sub>), os CFC's (Clorofluorcarbonos) e em maior proporção dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), responsável por 60% das consequências detectadas. O desenvolvimento sustentável tem como principal fundamento equilibrar o desenvolvimento econômico com sustentabilidade ambiental, visando à perfeita harmonia entre o meio ambiente e o consumo. Ainda são poucos os estudos sobre as respostas no metabolismo de carbono e na produtividade de plantas agrícolas ao aumento da concentração de CO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub> no campo, em clima tropical, no Brasil. É importante salientar que as respostas fisiológicas às diferentes condições ambientais são muito variáveis, em função do genótipo, ambiente e sua interação fenotípica. Entretanto, encontrar o genótipo com melhor desempenho sob tais condições, não seria uma tarefa fácil e, mesmo que fossem encontrados, os testes e os métodos de medições não trariam certezas e, no máximo, possíveis soluções.

O acréscimo de 1°C na temperatura provoca um aumento de 61,6% para 85,9% nas áreas inaptas para o cafeeiro da espécie *Coffea arabica*, com a elevação de mais 2 °C, 99% do Estado de Goiás passa à condição de inapto, inclusive para o café irrigado. Em função das temperaturas elevadas, a irrigação aparece como regulador térmico, evitando, assim, o abortamento das flores. A dinâmica no processo de surgimento de áreas com baixo e médio risco climático, na porção mais ao leste do Nordeste Brasileiro, pode estar associada à influência dos sistemas atmosféricos, que atuam sobre a região. Portanto, é possível inferir que o aumento de temperatura média do ar, como sendo um fator limitante ao cultivo do algodão, mesmo diante do aumento da

oferta hídrica. Resultados semelhantes foram obtidos ao se analisar o cultivo do feijão caupi no Estado da Paraíba. Os cenários climáticos futuros implicam redução média de 31% na produção nacional de grãos de trigo, sendo os efeitos mais depressivos projetados para a região centro-sul, especialmente a partir de 2030.

Os impactos das mudanças climáticas, na agricultura brasileira sobre as plantações de soja, milho, feijão, café e arroz, num futuro bem próximo, reduziram a produção, tais como as áreas plantadas, sendo que a soja seria a cultura mais afetada, seguida pelo café. As exportações brasileiras de soja contribuem para a captação de moedas estrangeiras e equilibram a economia nacional. Por outro lado, é possível melhorar as plantas para suportar os diferentes estresses relatados. Neste caso, plantas capazes de obter mais água ou que tenham maior eficiência no seu uso, resistirão melhor à elevação de temperaturas, secas e, até mesmo, à salinidade, por meio de estratégias como redução da área foliar; deposição de ceras sobre a folha; abscisão de folhas e fechamento de estômatos; acentuado crescimento de raízes por modificações, ou por alterações genéticas e morfofisiológicas, evitando, assim, altas perdas de produtividade.

A utilização de plantas transgênicas, tolerantes aos diferentes estresses citados, já estão sendo testadas. Entre os genes avaliados estão aqueles envolvidos com sinalização; controle de transcrição; proteção das membranas e proteínas e a eliminação dos radicais livres e compostos tóxicos. Recentemente, a investigação sobre os mecanismos moleculares da resposta ao estresse começou a dar frutos e, em paralelo, a modificação genética de tolerância ao estresse também tem mostrado resultados promissores que podem trazer benefícios às plantas agrícolas e ecologicamente importantes em um curto prazo de tempo.

Durante reunião do IPCC, a possibilidade de se utilizar práticas agrícolas conservacionistas como o sistema plantio direto para mitigar o aumento de CO<sub>2</sub> na atmosfera, pelo sequestro de carbono pelo solo, obteve consenso internacional. A ideia contida no consenso foi que, promovendo-se a adoção de práticas agrícolas, visando à conservação do solo, seria possível não apenas aumentar a produtividade agrícola como, também, transformar os solos agrícolas em drenos ou sumidouros de CO<sub>2</sub> atmosférico.

Logo, para as empresas, a questão ambiental deixou de ser um problema, para se tornar parte de uma solução maior, a credibilidade da empresa junto à sociedade, mediante qualidade e competitividade de seus produtos. A introdução de novos conceitos como certificação ambiental, atuação responsável e gestão ambiental tende a modificar a postura que marcava, até recentemente, o relacionamento entre as empresas, de um lado, e os órgãos de fiscalização e as ONG's, atuantes na questão ambiental, do outro. Dessa forma, muitas vão sendo substituídas por maiores lucratividade e, como benefício, a empresa ganha com a imagem da credibilidade junto aos consumidores.

Uma das principais estratégias do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) para implementar o Plano ABC, é o envolvimento dos Estados, por meio da integração da Política Nacional de Mudança Climática com os planos estaduais de redução da emissão, mediante Grupos Gestores Estaduais (GGE). Esta integração é justificada pelo pressuposto de que os “estados” possuem conhecimento mais aprofundado sobre a realidade local, considerando-se as fragilidades e oportunidades em cada situação. Em cada etapa do programa do Programa ABC, o produtor se propõe a adotar de uma série de ações, como por exemplo, fortalecimento das organizações de assistência técnica e extensão rural; capacitação e informação; estratégias de transferência de tecnologia, tais como, dias de campo, palestras, seminários, *workshops*, na implantação de Unidades de Referência Tecnológica (URTs), além de campanhas de divulgação e chamadas públicas para contratação de serviços de Assistência Técnica e Extensão Rural.

Por exemplo, para fins de raciocínio, se as Reservas Legais e APPs previstas no Código Florestal brasileiro tiverem uma área total de 100 milhões de hectares e os donos receberem apenas R\$ 200 por hectare por ano,

para não desmatar essas áreas, o total anual seria de R\$ 20 bilhões, sendo que o Programa Bolsa Família custa R\$ 15 bilhões por ano. Neste caso, seria possível o governo gastar mais com pagamentos por serviços ambientais do que com Bolsa Família?

O Banco Mundial estima que o Brasil precisaria de R\$ 34,2 bilhões, por ano, para reduzir as emissões de carbono. Já outros pesquisadores estimam que seriam necessários cerca de R\$ 20 bilhões para manter os produtores aliados ao programa. Denotando que não seria impossível, entretanto, políticas econômicas deveriam ser revisadas e, assim, sanar grande parte do problema.

Dessa forma, o combate ao aquecimento global deve ser compatível com o crescimento econômico sustentável e com o combate à fome, levando-se em consideração o manejo e adequação da cultura ao sistema de sequestro de carbono. E, então, ocorrerá a diminuição de efeitos danosos causados pelo efeito estufa e políticas de desenvolvimento sustentável, devem, sim, estabelecerem-se e, ainda, gerarem novas diretrizes de controle de danos. Denotando-se que, os pesquisadores da área de produção vegetal têm papel importante no futuro da sociedade moderna, desde a geração de cultivares capazes de enfrentar alterações climáticas diferentes a descoberta de genes que contribuíram para a sobrevivência das espécies, sendo estas relacionadas ou não.

---

## Fabício Rodrigues\*

Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, da Universidade Estadual de Goiás. Rodovia GO-330, Km 241, Anel Viário, Ipameri-GO, CEP: 75780-000, Brasil.

\* e-mail: [fabriciorods@yahoo.com.br](mailto:fabriciorods@yahoo.com.br)





# Instruções para Envio de Artigos para a Revista Processos Químicos

**Prezado(a) autor(a),**

Para que seu artigo possa entrar em nosso processo de avaliação, visando a possível publicação na revista Processos Químicos, ele deverá satisfazer às seguintes condições:

- ▶ Utilizar somente o editor Microsoft Word, numerando todas as páginas;
- ▶ Conter, no máximo, 40 laudas, incluindo Figuras, Tabelas, Esquemas etc.;
- ▶ Conter Resumo e *Abstract*, ambos com até 100 palavras;
- ▶ Conter Palavras-chave e *Keywords*, ambos com até 3 palavras;
- ▶ Título com, no máximo, 20 palavras;
- ▶ Titulação do autor (créditos). Dados pessoais do autor: endereço, telefone, e-mail;

▶ As figuras, tabelas, esquemas etc. devem ser colocadas após as referências e devidamente identificadas. Se escaneadas, devem ser em alta resolução (800 dpi/ bitmap para traços) com extensão TIF ou JPEG. As fotos ou desenhos com cor (300 dpi/grayscale) devem ser enviadas com extensão tif/jpg, para não termos problemas ao aplicá-las no padrão da Revista. Outras extensões possíveis: CDR, EPS ou CDX. No caso particular de esquemas contendo estruturas químicas, estas deverão ter sempre a mesma dimensão, para que possam ser reduzidas uniformemente. Considerar que as figuras deverão ter largura máxima de uma

coluna (8,5 cm) ou, excepcionalmente, de 2 colunas (17,5 cm).

► As figuras (gráficos, esquemas, etc.) deverão ter qualidade gráfica adequada (usar somente fundo branco).

► A primeira página deverá conter o título do trabalho, nome e endereço dos autores (para a revista, a menor unidade é o departamento). Havendo autores com diferentes endereços, estes deverão se seguir imediatamente ao nome de cada autor. Os autores devem ser agrupados por endereço. Indicar com asterisco(\*) o autor para correspondência, colocando seu e-mail no rodapé desta página (um só e-mail). A segunda página deverá conter o título, o resumo e o *abstract* do trabalho;

► As referências bibliográficas deverão ser numeradas e todas citadas no final do artigo. Será utilizada a abreviatura da revista como definida no *Chemical Abstracts Service Source Index* (ver <http://www.cas.org/sent.html>). Caso a abreviatura autorizada de uma determinada revista não possa ser localizada e não for óbvio como o título deve ser abreviado, deve-se citar o título completo. Exemplos de citações:

1. Varma, R. S.; Singh, A. P.; J. Indian Chem. Soc. **1990**, 67, 518.
2. Provstyanoi, M. V.; Logachev, E. V.; Kochergin, P. M.; Beilis, Y. I.; Izv. Vyssh. Uchebn. Zadev.; Khim. Khim. Tekhnol. **1976**, 19, 708.
3. Lemos, T. L. G.; Andrade, C. H. S.; Guimarães, A. M.; Wolter-Filho, W.; Braz-Filho, R.; J. Braz. Chem. Soc. **1996**, 7, 123;
4. Ângelo, A. C. D.; de Souza, A.; Morgon, N. H.; Sambrano, J. R.; Quim. Nova **2001**, 24, 473.
5. Regitz, M. Em Multiple Bonds and Low Coordination in Phosphorus Chemistry; Regitz, M.; Scherer, O. J., eds.; Georg Thieme Verlag: Stuttgart, **1990**, cap. 2.
6. Cotton, F.A.; Wilkinson, G.; Advanced Inorganic Chemistry, 5th ed., Wiley: New York, **1988**.

► Espaço duplo entre linhas;

► Fonte: *Times New Roman* 12;

► Enviar uma cópia do artigo, acompanhada de carta de encaminhamento à Editoria da Revista Processos Químicos, por meio do site **[www.rpqsenai.org.br](http://www.rpqsenai.org.br)**. Maiores informações podem ser obtidas mediante endereço eletrônico: [revistapq.senai@sistemapq.org.br](mailto:revistapq.senai@sistemapq.org.br).



# A Revista Processos Químicos agora também está na rede.

carnes/dap

Todo o conhecimento e pesquisa que você já se acostumou a ler na Revista Processos Químicos, agora estão à sua disposição no site:

**[www.rpqsenai.org.br](http://www.rpqsenai.org.br)**

No site, você vai encontrar todos os PDFs das revistas completas e também por artigos. Acesse e acompanhe a revista pelo site. É você o tempo todo online com a evolução dos processos químicos.