

## Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. 8:2 (2015)

June 2015

Article link:

<http://www.seasinop.com.br/revista/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=171>

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES.



# Desenvolvimento vegetativo, produtividade e trocas gasosas de *Solanum sessiliflorum* Dunal cultivado em ambiente protegido e a campo

## Development vegetative, productivity and gas exchange of *Solanum sessiliflorum* Dunal grown in protected environment and the field

A. R. Zeist<sup>1\*</sup>, I. F. L da Silva<sup>1</sup>, R. B. Lima Filho<sup>1</sup>, C. L. Giacobbo<sup>2</sup>, J. T. V. Resende<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Centro-Oeste

<sup>2</sup>Universidade Federal da Fronteira Sul

\*Author for correspondence: [andre.zeist@bol.com.br](mailto:andre.zeist@bol.com.br)

**Resumo.** O cultivo de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) é ainda bastante limitado, principalmente em razão da falta de informações técnicas sobre a cultura, gerando como necessidade se obter conhecimentos acerca da adaptação e comportamento fenológico, para assim, aprimorar o manejo tecnológico. Em contexto dessas informações, o presente trabalho teve como objetivo avaliar trocas gasosas e parâmetros de desenvolvimento vegetativo e produtividade de cubiu, em ambiente protegido e a campo. Para execução do experimento cultivou-se cubiu em ambiente externo (campo) e em ambiente protegido (casa-de-vegetação), avaliando-se parâmetros de desenvolvimento vegetativo (diâmetro do caule; altura da planta; e volume de copa), produtividade (número de frutos comerciais e não comerciais; e produção total de frutos comerciais e não comerciais), trocas gasosas e índice SPAD. Por meio dos resultados verificou-se que se realizando o cultivo de cubiu a campo, se obtêm melhor rendimento fotossintético e eficiência do uso da água (EUA) e maior desenvolvimento vegetativo e produção de frutos comerciais.

**Palavras-chave:** Cubiu, fotossíntese, solanaceae.

**Abstract.** Growing cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) is still very limited, mainly due to lack of technical information about the culture, creating a necessity to obtain knowledge about the adaptation and phenology, thus, improve the technological management. In the context of this information, the present study aimed to assess gas exchange and vegetative growth parameters and productivity cubiu in greenhouse and field. To run the experiment cultured cubiu in the external environment (field) and in a protected environment (en-vegetation), evaluating parameters of vegetative (stem diameter, plant height, and canopy volume), productivity (number of commercial and non-commercial fruits, and total production of commercial and non-commercial) fruit, gas exchange and SPAD index. Through the results it was found that performing the cultivation of cubiu the field are obtained better photosynthetic performance and water use efficiency (USA) and greater vegetative development and production of marketable fruits.

**Keywords:** Cubiu, photosynthesis, solanaceae.

### Introdução

*Solanum sessiliflorum* Dunal é uma planta pertence à família *solanaceae*, conhecida popularmente como cubiu ou mana-cubiu. A planta produz frutos, que podem apresentar várias formas, sendo apreciados por apresentarem alta viscosidade e sabor ácido, além de apresentar elevado conteúdo de água e sais minerais (ANDRADE JÚNIOR & ANDRADE, 2012).

Cubiu está distribuída principalmente nas regiões que abrangem a Amazônia brasileira, peruana e colombiana (LOPES & PEREIRA, 2005). É um dos recursos genéticos nativos da Amazônia, completamente domesticado pelos povos indígenas da região antes da chegada dos europeus (YUYAMA et al., 2008). O cultivo desta espécie é ainda bastante limitado, principalmente em razão da falta de informações técnicas sobre a cultura,

gerando como necessidade se obter conhecimentos acerca da adaptação e comportamento fenológico de cubiu, para assim, aprimorar o manejo tecnológico.

São diversos os fatores que podem influenciar no desenvolvimento vegetativo, comportamento fisiológico e produtividade de uma determinada cultura agrícola (ZEIST et al., 2014). Podendo estes variar em função das características intrínsecas de cada espécie ou cultivar, condições meteorológicas de cada ano agrícola, disponibilidade hídrica, fertilidade do solo, fotoperíodo e do ambiente de cultivo.

O ambiente onde se cultiva uma determinada espécie agrícola exerce grande influência sobre os elementos meteorológicos, influenciando na: densidade de fluxo de radiação solar, temperatura (ANDRADE et al., 2011), umidade do ar, solo, vento e composição atmosférica (SANTOS et al., 2010). Em base que esses elementos, conforme o ambiente de cultivo podem apresentar diferenças de intensidade e amplitude. O ambiente pode influenciar diretamente no comportamento fisiológico de plantas, desenvolvimento vegetativo e produtividades de plantas (ZEIST et al., 2014). Sendo que variáveis como rendimento fotossintético, condutância estomática, transpiração, concentração intercelular de CO<sub>2</sub> e eficiência do uso da água afetam diretamente o desenvolvimento vegetativo, e consequentemente, a produtividade final (MULHOLAND et al., 1997; YIN et al., 2006; STILLER et al., 2008; FERRAZ et al., 2012;).

Apesar do ambiente de cultivo apresentar grande influência em vegetais, é inexistente em literatura informações com relação ao ambiente de cultivo para cubiu, e seus efeitos no comportamento fisiológico, desenvolvimento vegetativo e produção de frutos. Em contexto dessas informações, o presente trabalho teve como objetivo avaliar trocas gasosas e parâmetros de desenvolvimento vegetativo e produtividade de cubiu, em ambiente protegido e a campo.

## Métodos

O experimento foi realizado no ano agrícola de 2013/2014 (Outubro a Março), em ambiente externo (campo) e em ambiente protegido (casa-de-vegetação), no setor de olericultura do departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, localizado no município de Guarapuava-PR, com coordenadas de 25°23' de latitude Sul, e 51°29' de longitude Oeste, e altitude de 1025 m. O clima do local segundo a classificação de Köppen é classificado como Cfb (Subtropical meso térmico úmido), subtropical, sem estação seca definida, com verão quente e inverno moderado (WREGG et al., 2011). O solo de Guarapuava é classificado como Latossolo Bruno ácrico húmico (LBw-1) e Latossolo Bruno distrófico húmico (LBw-2) (EMBRAPA, 1999),

sendo solos originados de rochas andesíticas, por meio do derrame de Trapp.

Em ambiente externo, para condução do experimento, foi realizado o preparo do canteiro, de 1 m de largura, por meio de aração e em seguida utilização de rotoencanteirador. Após preparo do canteiro realizou-se a cobertura dos canteiros com uma camada de 3 cm de maravalha decomposta. Já para ambiente protegido para a condução do experimento, utilizou-se um compartimento de casa-de-vegetação tipo capela, situada, distante 30 m do ambiente externo. O presente compartimento apresentava estrutura metálica de aço, com dimensões de 8,20 m de largura x 8,20 m de comprimento, 3,50 m de pé-direito e com cobertura de filme de Polietileno de Baixa Densidade (PEBD), com 150 µm de espessura. A casa-de-vegetação conta com resfriamento evaporativo do ar por meio de exaustor e água corrente em argila expandida, instalados em laterais opostas do compartimento.

No ambiente protegido, utilizou-se vasos com capacidade de 12 L, contendo solo peneirado, cobertos acima do solo, com uma camada de 3 cm de maravalha decomposta. O solo foi coletado no mesmo local do experimento em ambiente externo. Para ambos os ambientes, adotou-se o sistema de irrigação localizada, por meio de micro-gotejadores, adotando-se em cada ambiente os parâmetros de calagem, irrigação e fertirrigação conforme a necessidade da cultura do tomateiro. Tendo em base que não existem informações em literatura sobre correção, adubação e irrigação para cubiu.

Para condução do experimento, adotou-se de delineamento experimental inteiramente casualizado, observando o período de desenvolvimento vegetativo da cultura nos diferentes ambientes de cultivo: - Campo; e - Ambiente protegido, com quatro repetições, constituindo cada repetição de quatro plantas.

A semeadura das plantas matrizes foi realizada em casa-de-vegetação tipo capela, em bandejas de poliestireno expandido (isopor<sup>®</sup>) de 72 células, contendo substrato comercial (Mecplant<sup>®</sup>), e cultivadas durante a fase de muda em sistema hidropônico tipo *floating*. Realizando-se o transplante das mudas na unidade experimental no dia 17 de outubro de 2013, quando apresentavam de 4-5 folhas verdadeiras expandidas (53 dias após a semeadura). As plantas foram tutoradas com bambu, amarrado a um arame na extremidade superior, a altura de 2,5 m.

Ao longo do ciclo realizaram-se duas colheitas de frutos de cubiu, quando atingiam > 50% de maturação, nas respectivas datas: 14/03/2014 e 31/03/2014. As variáveis de desenvolvimento vegetativo, comportamento fisiológico e produção de frutos avaliados foram:

1) Diâmetro do caule (mm) – determinado em base da medição do caule no sentido transversal e longitudinal à linha de plantio, com paquímetro digital (mm), a 1,5 cm acima do solo (110 dias após o transplante);

2) Altura da planta (cm) – medida a partir do solo até o ápice da planta, por meio de fita métrica (110 dias após o transplante);

3) Volume de copa (m<sup>3</sup>) – determinada por meio da multiplicação das variáveis largura da planta, espessura da planta e altura da copa da planta (VC= largura x espessura x altura), medidas obtidas por meio de fita métrica (110 dias após o transplante);

4) Número de frutos comerciais e não comerciais (planta<sup>-1</sup>) – determinada pela soma do número dos frutos colhidos, nas diferentes datas que foi realizada a colheita, e realizada a média, a fim de estabelecer o número total de frutos classificados dentro dos padrões comerciais e não comerciais por planta;

5) Produção total de frutos comerciais e não comerciais (g m<sup>-2</sup>) – determinada por meio da pesagem da produção acumulada dos frutos, nas diferentes datas que foi realizada a colheita, a fim de estabelecer a produção total de frutos (g) classificados dentro dos padrões comerciais e não comerciais por m<sup>-2</sup>;

6) Trocas gasosas – Determinada por meio de sistema portátil de medidas de fotossíntese (IRGA, Infrared Gas Analyzer), avaliando-se assimilação líquida ou rendimento fotossintético (A,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), concentração intercelular de CO<sub>2</sub> (Ci,  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ), condutância estomática (Gs,  $\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), taxa de transpiração (E,  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e déficit de pressão de vapor baseado na temperatura da folha (kPa), avaliações realizadas em folhas completamente expandidas, localizadas no terço médio, obtendo-se as medidas próximo ao meio dia, ( 91 e 94 dias após o transplante). A

eficiência do uso da água (EUA,  $\text{mmol H}_2\text{O}^{-1}$ ) foi determinada por meio da relação entre assimilação de CO<sub>2</sub> e taxa de transpiração (A/E), conforme descrita por Berry & Downton (1983). A eficiência de carboxilação (A/Ci) foi determinada por meio da relação entre assimilação de CO<sub>2</sub> e concentração interna de CO<sub>2</sub> na folha;

7) Índice SPAD – determinado por meio de um medidor portátil de clorofila CFL1030 (clorofiLOG), realizando-se as avaliações na 3<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> folhas completamente expandidas a partir do ápice, (110 dias após o transplante).

Os dados obtidos foram testados quanto à normalidade e homogeneidade e posteriormente submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando significativos, submetidos à comparação entre as médias pelo teste de Tukey a 5% probabilidade. Sendo analisados por meio do programa estatístico ASSISTAT versão 7.7, 2014 (SILVA, 2014).

## Resultados e discussão

Observando-se o ciclo de desenvolvimento de cubiu em diferentes ambientes de cultivo (- campo; e - ambiente protegido), verificando-se para o desenvolvimento vegetativo e produção de frutos, que o ambiente de cultivo a campo proporcionou para as variáveis (diâmetro do caule, altura de planta e volume de copa) (Tabela 1), e produção comercial de frutos (Tabela 2), significativamente melhores resultados. Enquanto que para as variáveis, número de frutos (comerciais e não comerciais) e produção não comercial de frutos, constatou-se que não houve interferência dos ambientes de cultivo.

**Tabela 1.** Diâmetro do caule (mm), altura de planta (mm) e volume de copa (m<sup>3</sup>) em plantas de cubiu cultivadas em diferentes ambientes (Guarapuava, PR, 2014).

Tratamentos	D. Caule (mm)	A. Planta (cm)	V. Copa (m <sup>3</sup> )
Campo	60,53 a	89,61 a	0,39 a
Protegido	49,58 b	69,49 b	0,31 b
CV (%)	14,65	18,81	24,91

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não se diferenciam pelo teste Tukey (p≤ 5%).

**Tabela 2.** Número de frutos (comerciais e não comerciais) e produtividade (comerciais e não comerciais) em plantas de cubiu cultivadas em diferentes ambientes (Guarapuava, PR, 2014).

Tratamentos	Frutos planta <sup>-1</sup>		Produção g m <sup>-2</sup>	
	(Comerciais)	(Não comerciais)	(Comerciais)	(Não comerciais)
Campo	7,41 a	0,91 a	306,51 a	33,21 a
Protegido	7,20 a	1,02 a	178,40 b	28,89 a
CV (%)	18,55	36,83	17,95	41,83

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não se diferenciam pelo teste Tukey (p≤ 5%).

Para as variáveis obtidas por meio do sistema portátil de medidas de fotossíntese (IRGA, Infrared Gas Analyzer), em folhas completamente expandidas, localizadas no terço médio, para as variáveis (condutância estomática (Gs), condutância estomática (Gs), taxa de transpiração (E) (Tabela 3), déficit de pressão de vapor baseado na

temperatura da folha (kPa), eficiência de carboxilação (A/Ci) e índice SPAD (SPAD) (Tabela 4), em plantas de cubiu cultivadas em diferentes ambientes, verificou-se que os ambientes de cultivo não promoveram diferença significativa. Já para as variáveis assimilação líquida ou rendimento fotossintético (A) (Tabela 3) e eficiência do uso da

água (EUA) (Tabela 4), o ambiente de cultivo a campo promoveu significativamente melhores resultados.

**Tabela 3.** Rendimento fotossintético (A), concentração intercelular de CO<sub>2</sub> (Ci), condutância estomática (Gs), e taxa de transpiração (E) em plantas de cubiu cultivadas em diferentes ambientes (Guarapuava, PR, 2014).

Tratamentos	A	Ci	Gs	E
	( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ )	( $\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	( $\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )
Campo	49,21 a	213,50 a	0,49 a	16,31 a
Protegido	40,13 b	155,28 b	0,47 a	17,15 a
CV (%)	8,14	7,28	11,43	9,71

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não se diferenciam pelo teste Tukey ( $p \leq 5\%$ ).

**Tabela 4.** Temperatura da folha, déficit de pressão de vapor baseado na temperatura da folha (kPa), eficiência do uso da água (EUA), eficiência de carboxilação (A/Ci) e índice SPAD (SPAD) em plantas de cubiu cultivadas em diferentes ambientes (Guarapuava, PR, 2014).

Tratamentos	T folha	KPa	EUA	A/Ci	SPAD
	°C	-	( $\text{mmol H}_2\text{O}^{-1}$ )	-	-
Campo	31,45 a	2,42 a	3,00 a	0,23 a	52,60 a
Protegido	32,29 a	2,68 a	2,30 b	0,25 a	47,87 a
CV (%)	5,22	11,69	12,61	9,64	7,88

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não se diferenciam pelo teste Tukey ( $p \leq 5\%$ ).

Valores de condutância estomática, de 0,47 e 0,49  $\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , respectivamente para o cultivo em ambiente a campo e protegido, demonstra que no momento das avaliações de trocas gasosas, em ambos os tratamentos, os estômatos estavam similarmente abertos, favorecendo a entrada de CO<sub>2</sub> nos espaços intercelulares. O que pode ter influenciado para resultados semelhantes também para as variáveis concentração intercelular de CO<sub>2</sub> e taxa de transpiração na camada subestomática. Em base que para ocorrer trocas gasosas em plantas C<sub>3</sub>, é necessário que os estômatos estejam abertos, e para os estômatos estarem abertos, é necessário que a planta esteja transpirando.

Resultados superiores para as variáveis rendimento fotossintético e eficiência do uso da água, para cubiu cultivado a campo, possibilita o entendimento dos melhores resultados de desenvolvimento vegetativo e produção de frutos, para o cultivo a campo. Demonstrando que plantas de cubiu cultivadas a campo, além de apresentarem maior rendimento fotossintético, exibem um maior aproveitamento da água pelas trocas gasosas.

Apesar do ambiente protegido se caracterizar por possibilitar a realização de cultivos mesmo quando as condições externas são limitantes, como: excesso ou escassez de chuva, problemas com incidência de radiação solar e temperaturas inadequadas (HELDWEIN et al., 2010; REIS et al., 2012), o ambiente apresentou inferiores resultados para grande parte das variáveis analisadas. Pode-se explicar o ocorrido pelos fatos, que durante os meses que compreenderam o período de execução do experimento, sucedeu-se considerável precipitação pluviométrica (precipitação mensal  $\geq 105,6$  mm), com adequada distribuição entre os meses, e que ambiente protegido, quando comparado com ambiente

externo, proporciona uma menor disponibilidade de radiação solar. Outra possível explicação para o ocorrido, é que, durante a execução do experimento, no ambiente protegido, as médias das temperaturas máximas mensais ficaram acima de 30 °C em todos os meses. Sendo que conta-se em literatura, para outras solanáceas de frutos, como para *Physalis* sp., (ÂNGULO, 2003), e tomateiro (COSTA et al., 2011), que temperaturas superiores a 30 °C prejudicam o desenvolvimento das plantas.

### Conclusões

Com base nos resultados obtidos e nas condições em que esta pesquisa foi realizada, é possível concluir que cubiu cultivado a campo apresenta superior rendimento fotossintético, eficiência do uso da água, desenvolvimento vegetativo e produção comercial de frutos.

### Referências

- ANDRADE, J.W.S.; ROCHA, A.C.; FARIA JUNIOR, M.; ARAUJO, M. Utilização de diferentes filmes plásticos como cobertura de abrigos para cultivo protegido. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.33, p.437-443, 2011.
- ANGULO, R. *Frutales exóticos de clima frío*. Bogotá: Curso Bayer, Cropscience S.A. 2003. p.24-47.
- ANDRADE JÚNIOR, M.C.; ANDRADE, J.S. Mudanças físico-químicas em frutos de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) em diferentes estádios de maturação. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.32, p.250-254, 2012.

- BERRY, J.A.; DOWNTON, W.J.S. Environmental regulation of photosynthesis. Site-specific effects of osmotically induced stromal acidification. **Plant Physiology**, v.72, p.1100-1009, 1983.
- COSTA, C.A.; SILVA, A.C.; SAMPAIO, R.A.; MARTINS, E.R. Productivity of determinate growth tomato lines tolerant to heat under the organic system. **Horticultura Brasileira**, v.29, p.590-593, 2011.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, Embrapa/CNPS, 1999. 412p.
- FERRAZ, R.L.S.; MELO, A.S.; SUASSUNA, J.F.; BRITO, M.E.B.; FERNANDES, P.D.; NUNES JÚNIOR, E.S. Trocas gasosas e eficiência fotossintética em ecótipos de feijoeiro cultivados no semiárido. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, p.18-88, 2012.
- HELDWEIN, A.B.; STRECK, N.A.; STURZA, V.S.; LOOSE, L.H.; ZANON, A.J.; TOEBE, M.; SOUZA, A. T.; PETERS, M.B.; KARLEC, F. Plastocrono e rendimento de feijão-de-vagem cultivado sob ambiente protegido e no ambiente externo em semeadura tardia no outono. **Ciência Rural**, v.40, p.768-773, 2010.
- LOPES, J.C.; PEREIRA, M.D. Germinação de sementes de cubiu em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, p.146-50, 2005.
- MULHOLLAND, B.J.; CRAIGON, J.; BLACK, C.R.; COLLS, J.J.; ATHERTON, J.; LANDON, G. Impact of elevated atmospheric CO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub> on gas exchange and chlorophyll content in spring wheat (*Triticum aestivum* L). **Journal of Experimental Botany**, v.48, p.1853-863, 1997.
- REIS, L.S.; SOUZA, JOSÉ L.; AZEVEDO, C.A.V.; LYRA, G.B.; FERREIRA JUNIOR, R.A.; LIMA, V.L.A. Componentes da radiação solar em cultivo de tomate sob condições de ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.739-744, 2012.
- SANTOS, L.L.; SEABRA JUNIOR, S.; NUNES, M.C.M. Luminosidade, temperatura do ambiente e do solo em ambientes de cultivo protegido. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v.8, p.83-93, 2010.
- SILVA, F.A.S. **ASSISTAT: Versão 7.7 beta**. DEAG-CTRN-UFMG – Atualizado em 01 de abril de 2014. Disponível em <<http://www.assistat.com/>>. Acessado em: 20 de maio de 2014.
- STILLER, I.; DULAI, S.; KONDRÁK, M.; TARNAI, R.; SZABÓ, L; TOLDI, O.; BÁNFALVI, Z. Effects of drought on water content and photosynthetic parameters in potato plants expressing the trehalose-6-phosphatesynthase gene of *Saccharomyces cerevisiae*. **Planta**, v.227, p.299-308, 2008.
- TRANI, P.E.; CARRIJO, O.A. **Fertirrigação em hortaliças**. 2. Edição, Campinas: IAC, 2011. 51p. (Boletim técnico, 196).
- WREGE, M.S.; STEINMETZ, S.; REISSER JUNIOR, C.; ALMEIDA, I.R. **Atlas climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. 1. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, Colombo: Embrapa Florestas., 2011, 336p.
- YIN, C.Y.; BERNINGER, F.; LI, C.Y. Photosynthetic responses of *Populus przewalski* subjected to drought stress. **Photosynthetica**, v.44, p. 62-68, 2006.
- YUYAMA, L.K.O.; MACEDO, S.H.M.; AGUIAR, J.P.L.; SILVA FILHO, D.; SILVA FILHO, D.F.; YUYAMA, K.; FAVARO, D.I.T.; VASCONCELLOS, M.B. Quantificação de macro e micro nutrientes em algumas etnovarietades de cubiu (*solanum sessiliflorum* Dunal). **Acta Amazonica**, v.37, p.425-430, 2007.
- ZEIST, A.R.; ZANIN, D. S.; CHAGAS, R.R.; GIACOBBO, C.L.; RESENDE, J.T.V. Produtividade, desenvolvimento vegetativo e trocas gasosas de *physalis peruviana* cultivado em ambiente protegido e a campo. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, p.4015-4023, 2014.