

## **AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE RAÍZES DE MANDIOCA COM DIFERENTES TIPOS DE MANEJO CULTIVADAS NO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

### **PHYSICAL-CHEMICAL EVALUATION OF MANDIOCA RARIOS WITH DIFFERENT TYPES OF HANDLING CULTIVATED IN RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL**

### **EVALUACIÓN FÍSICA-QUÍMICA DE RADIOS DE MANDIOCA CON DIFERENTES TIPOS DE MANEJO CULTIVADAS EN EL RÍO GRANDE DEL SUR, BRASIL**

Bruna Lago Tagliapietra<sup>1</sup>  
Franciele Rüchel<sup>2</sup>  
Maritiele Naissinger da Silva<sup>1</sup>  
Alexandre Ferigolo Alves<sup>1</sup>  
Paulo Marcks<sup>2</sup>  
Alencar Junior Zanon<sup>3</sup>  
Neila Silvia Pereira dos Santos Richard<sup>4</sup>

20

#### **Resumo:**

A raiz de mandioca tem uma grande importância como fonte energética na dieta da população em países em desenvolvimento. O objetivo desse estudo foi determinar o teor de umidade e proteína de raízes de mandioca cultivadas em diferentes níveis de manejo. A partir das práticas de manejo e tecnologias empregados foram definidos três níveis: alto, médio e baixo. As práticas de manejo realizadas durante o ciclo de desenvolvimento da cultura da mandioca influenciaram os parâmetros de proteína e umidade. A correção da acidez e a adubação do solo contribuíram para o aumento dos teores de proteína de raízes de mandioca.

**Palavras-chave:** Mandioca. Físico-química. Proteína. Umidade. Níveis de manejo.

<sup>1</sup>Estudante de pós-graduação da Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: @buna\_tagliapietra@hotmail.com.

<sup>2</sup>Estudante de graduação da Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: @fraruchel@gmail.com.

<sup>3</sup>Professor do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: alencarzanon@hotmail.

<sup>4</sup>Professora do Departamento de Tecnologia e Ciência em Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: neilarichardsprof@gmail.com

**Abstract:**

Cassava root is of great importance as an energy source in the diet of the population in developing countries. The objective of this study was to determine the moisture and protein content of cassava roots grown at different levels of management. From the management practices and technologies employed, three levels were defined: high, medium and low. The management practices carried out during the development cycle of cassava influenced the parameters of protein and moisture. Correction of acidity and soil fertilization contributed to increase the protein content of cassava roots.

**Keywords:** Cassava. Physicochemical. Protein. Moisture. Management levels.

**Resumen:**

La raíz de la mandioca tiene una gran importancia como fuente energética en la dieta de la población en los países en desarrollo. El objetivo de este estudio fue determinar el contenido de humedad y proteína de raíces de mandioca cultivadas en diferentes niveles de manejo. A partir de las prácticas de manejo y tecnologías empleadas se definieron tres niveles: alto, medio y bajo. Las prácticas de manejo realizadas durante el ciclo de desarrollo del cultivo de la mandioca influenciaron los parámetros de proteína y humedad. La corrección de la acidez y la fertilización del suelo contribuyeron al aumento de los contenidos de proteína de raíces de mandioca.

**Palabras clave:** Mandioca. Fisicoquímica. Proteína. La humedad. Niveles de manejo.

**Envio:** 20/04/2019

**Revisão:** 22/04/2019

**Aceite:** 25/07/2019

## Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) tem grande importância na alimentação humana, destacando-se como uma importante fonte energética da dieta da população brasileira e de outros países da América do Sul, como também na África e em grande parte da Ásia (Souza, 2000). O papel mais importante que essa cultura assume em muitos países em desenvolvimento é o de garantir a segurança alimentar, pois as raízes são uma importante fonte de carboidratos, constituída essencialmente por amido, e também, uma fonte de proteínas, fibras alimentares, lipídios e minerais (Latif & Müller, 2015).

Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), em 2016, a produção mundial de raízes de mandioca correspondeu a 277 milhões de toneladas, sendo a Nigéria o maior produtor, seguido da Tailândia e Indonésia. O Brasil se destaca pela expressiva produção agrícola, sendo atualmente o quarto maior produtor mundial de mandioca (FAO, 2016). A mandioca foi eleita pela FAO uma das culturas que irá garantir a segurança e soberania alimentar da população mundial no século XXI, além de ser considerada a principal cultura da agricultura familiar (Bezerra, 2014).

O cultivo de mandioca no Rio Grande do Sul ocorre na maioria das pequenas propriedades familiares, como cultura de subsistência e fonte de renda para o sustento da família. Essa realidade está relacionada à mandioca ser uma planta com capacidade de estabelecimento em solo pouco fértil, ácido e apresentar tolerância à seca (Schons et al., 2009; Fagundes et al., 2010; Lago et al., 2011; Tironi et al., 2015). Por isso, a mandioca pode ser cultivada em áreas marginais das propriedades rurais. Os produtores, por conhecerem as características de rusticidade da cultura, e por considerarem que demanda poucos recursos externos, realizam baixos investimentos, que resulta em baixas produtividades.

Além disso, a adaptabilidade da planta permite que seja cultivada em todas as regiões do país, em diferentes tipos de solo, clima e sistemas de manejo. A raiz é constituída essencialmente por amido, umidade, fibra alimentar, proteínas, lipídios e minerais como potássio, cálcio, fósforo, sódio e ferro (Souza et al., 2008). O amido é a fonte mais importante de carboidratos na alimentação humana, representando cerca de 80 a 90% de todos os polissacarídeos da dieta com grande valor nutricional. A fibra desempenha um importante papel fisiológico na regulação do funcionamento do trato gastrointestinal (Walter et al., 2005).

Porém, estudos vem mostrando diferenças consideráveis existentes em função de fatores como época de colheita, cultivar e região de plantio (Pedri et al., 2018; Talma et al., 2013).

Apesar da mandioca representar a base alimentar de grande parte da população brasileira poucos estudos têm sido conduzidos com o objetivo de comparar os diferentes tipos de manejo empregado nas lavouras quanto ao aspecto da composição nutricional. Nesse contexto, o objetivo desse estudo foi determinar o teor de umidade e proteína de raízes de mandioca cultivadas em diferentes níveis de manejo.

### **Metodologia**

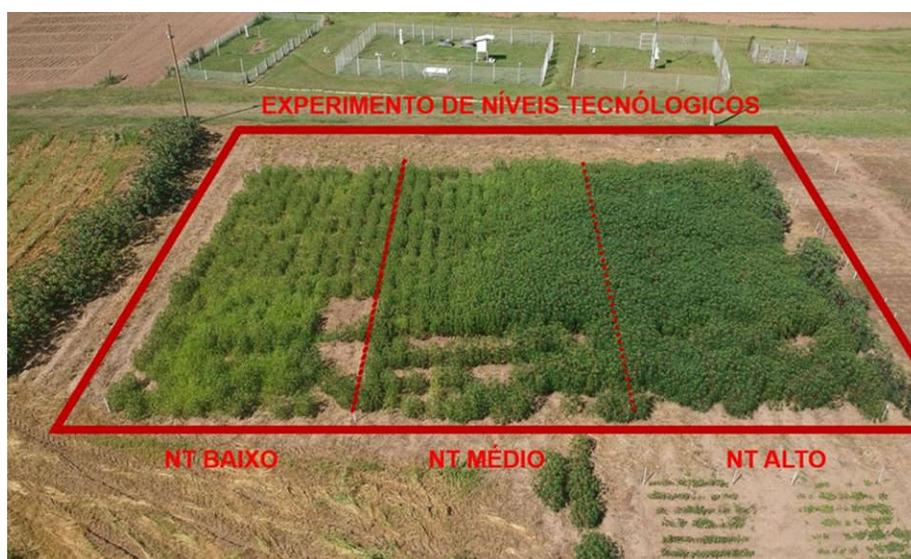
O experimento de campo foi realizado na área experimental do departamento de fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no município de Santa Maria – RS (latitude: 29°43'S, longitude: 53°43'W e altitude: 95 m) no ano agrícola 2017/2018. A cultivar utilizada foi a Vassourinha, pois possui características que favorecem a preferência dos produtores e consumidores, como alta produtividade, facilidade de colheita e boa qualidade culinária. Além disso, representa praticamente a totalidade das áreas destinadas a produção de mandioca de mesa na região sul do Brasil.

O solo do local se caracteriza por apresentar textura média, profundidades que variam em torno de 1 metro, baixa fertilidade natural e má drenagem (Streck et al., 2008). O preparo do solo foi realizado de forma convencional e a adubação foi realizada na base utilizando a formulação NPK 5-20-20, complementada com Superfosfato Simples e Cloreto de Potássio (KCl) e 45 dias após o plantio foi aplicado em cobertura o restante do nitrogênio recomendado, na forma de uréia.

Os tratamentos testados para elaboração da curva de resposta aos níveis de manejo empregados pelos agricultores foram: NT 1 – nível manejo baixo; NT 2 – nível manejo médio; NT 3 – nível manejo alto. O nível manejo baixo é caracterizado por propriedades que não fazem correção do solo, adubação, controle químico de plantas daninhas e controle fitossanitário, apenas uma capina pós-emergente. Para propriedades enquadradas no nível manejo médio, não é realizada calagem, a adubação aplicada é apenas a metade da recomendada para a cultura pelo Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2016) (ROLAS), não é aplicado herbicidas pós-emergentes para o controle de plantas daninhas, é realizado apenas duas capinas e também não é realizado

o controle fitossanitário. Propriedades caracterizadas com nível manejo alto realizam aplicação de herbicida pré-emergente, fazem o controle de plantas daninhas por meio de capina sempre que necessário, controle de insetos e doenças com defensivos agrícolas, realizam calagem para correção dos níveis de cálcio e magnésio, fazem adubação seguindo as recomendações do ROLAS.

Foi usado um delineamento experimental inteiramente casualizado, com amostragem na parcela. O plantio foi realizado em três “parcelões” (um para cada nível de manejo) que constituiu uma parcela de 23,2 m de comprimento e 9,6 m de largura, composta de 12 linhas com 29 manivas cada, espaçadas entre si e entre linhas 0,8 m, totalizando 348 manivas de mandioca com 5 a 7 gemas em uma área total de 223 m<sup>2</sup> (Figura 1).



**Figura 1** - Experimento com os níveis de manejo baixo, médio e alto no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil.

Fonte: Equipe Simanihot

As raízes de mandiocas foram colhidas na primeira quinzena de abril (6 meses de ciclo). Para a determinação de umidade foi utilizado o método de secagem em estufa (105 °C ± 5°C), baseado na remoção da água por aquecimento. As amostras foram colocadas em cápsulas de porcelana, com massas previamente determinadas, ficando em estufa até a secagem. As cápsulas contendo as amostras foram, então, resfriados à temperatura ambiente,

em dessecador, tendo sua massa novamente determinada. Logo após, as cápsulas retornaram à estufa e este procedimento foi repetido até a obtenção de massa constante. Foi calculada, então, a porcentagem de umidade das raízes (AOAC, 2005).

A determinação de proteínas foi realizada pelo método de micro *Kjeldahl*, no qual avaliou-se o teor de nitrogênio total de origem orgânica, utilizando-se 0,2 g de amostra em tubo para digestão. O procedimento do método baseou-se na digestão da amostra com ácido sulfúrico e mistura catalisadora contendo sulfato de cobre e sulfato de potássio para acelerar a reação. Assim, todo o carbono e hidrogênio foram oxidados a gás carbônico e água. O nitrogênio da proteína foi reduzido e transformado em sulfato de amônio. Destilou-se a amostra digerida em meio básico por adição de hidróxido de sódio 40%, para a liberação da amônia. A amônia foi recolhida em solução de ácido bórico, formando borato de amônio. O borato de amônio formado foi quantificado por titulação com ácido clorídrico. Utilizou-se o fator de conversão de 6,25 para as raízes de mandioca (AOAC, 2005). Todas as determinações foram feitas em triplicatas e os resultados expressas em base seca.

### **Resultados e Discussão**

A composição nutricional das raízes da planta de mandioca depende de algumas variáveis como variedade, idade da planta, espaçamento, adubação e condições edafoclimáticas (Fernandes et al., 2016). Nesse sentido, pode-se verificar a influência dos níveis de manejo nos teores de proteína e umidade das raízes de mandioca (Tabela 2).

**Tabela 2** - Teores de proteína e umidade das raízes de mandioca cultivadas em diferentes níveis de manejo. Santa Maria/RS, Brasil.

Níveis Tecnológicos	Proteína (%)	Umidade (%)
NT Alto	2,85 <sup>a</sup>	67,70 <sup>a</sup>
NT Médio	2,06 <sup>b</sup>	64,63 <sup>b</sup>
NT Baixo	1,64 <sup>c</sup>	64,03 <sup>c</sup>
CV (%)	9,06	0,33

Resultados apresentados por meio da média das triplicatas. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Legenda: NT= Nível Tecnológico

As raízes de mandioca são um alimento essencialmente energético em função do baixo teor de proteína e elevado teor de carboidratos. O maior teor de proteína (2,85%) foi encontrado no nível tecnológico alto, e o menor no nível tecnológico baixo (1,64%). Esses valores demonstram que as práticas de manejo realizadas nas lavouras pelos produtores influenciam na composição química das raízes. Valores semelhantes foram encontrados em estudo conduzido no estado de São Paulo, onde a adubação foi realizada com a formulação 08-28-16 na dosagem de 400 kg ha<sup>-1</sup>, avaliando a composição físico-química de cultivares de mandioca, onde encontraram 2,6% de proteína nas raízes (Andrade et al., 2017).

As raízes apresentaram baixos teores de proteína, o que era esperado, devido ser a parte da planta que tem função de armazenar carboidratos (fonte de energia). Nos alimentos, além da função nutricional, as proteínas têm propriedades organolépticas e de textura.

A produção da mandioca está ligada ao acúmulo de reservas nas raízes das plantas. Para que ocorra esse acúmulo, no caso da mandioca o amido, é necessário atender as exigências nutricionais da planta, pois a falta de alguns nutrientes vai influenciar negativamente no processo fotossintético e conseqüentemente no crescimento e desenvolvimento da planta (Streck, 2003; Taiz & Ziegler, 2013). Normalmente a mandioca é cultivada sem a adição de insumos externos (não é utilizado adubação química) e em áreas consideradas marginais para a maioria das culturas agrícolas, em virtude da baixa fertilidade desses solos.

A cultura da mandioca absorve grandes quantidades de nutrientes e praticamente exporta tudo o que foi absorvido. Em média, para uma produção de 25 toneladas de raízes de mandioca por hectare são extraídos 123 kg de nitrogênio, 27 kg de fósforo, 146 kg de potássio, 46 kg de cálcio e 20 kg de magnésio. Em ordem decrescente, a absorção de nutrientes é da seguinte forma:  $K > N > Ca > P > Mg$  (Mattos & Bezerra, 2003). Relacionando aos níveis de manejo empregados pelos agricultores a resposta de acréscimo de proteína crescente do NT Baixo, NT Médio ao NT Alto (Tabela 2) é devido às doses de adubação adicionadas ao solo. Um dos principais fatores que promoveram o aumento dos teores de proteínas com o acréscimo da adubação foi a aplicação de nitrogênio, pois este nutriente apresenta relação direta com os teores de proteínas e aminoácidos que se acumulam no conteúdo celular das plantas (Nunes et al., 2016). Todas as proteínas são constituídas de carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e enxofre, determinadas pela quantidade e natureza dos resíduos de aminoácidos, podendo facilmente sofrer mudanças nas suas estruturas (Quiroga, 2014).

A água é fundamental para a vida na terra. Para as plantas de mandioca, não é diferente, pois no processo da fotossíntese a planta é exposta a perda de água devido à abertura dos estômatos, correndo o risco de desidratação celular. De modo a evitar este risco, as raízes apresentam papel fundamental de absorção de água para disponibilizar a planta. Quando tratamos da absorção de água pelas raízes, ocorre um contato entre a superfície destas raízes e o solo, portanto quanto maior a superfície radicular maior a capacidade de absorção de água e íons do solo (Taiz & Ziegler, 2013).

No caso da mandioca as plantas apresentam raízes fibrosas com a função de absorver nutrientes e água, e as raízes tuberosas que através dos fotoassimilados acumulam amido. As raízes tuberosas de mandioca são compostas por água, amido, carboidratos, fibras totais, fibras insolúveis e solúveis, cinzas, proteínas e lipídeos, sendo que os teores destes compostos variam com a necessidade fisiológica e com o envelhecimento da planta (Viégas, 1976.; Feniman, 2004.; Lorenzi, 1994).

Nesse estudo, ao melhorarmos o manejo disponibilizamos para as plantas elementos essenciais para seu crescimento e desenvolvimento, aporte de nutrientes, menor competição com plantas daninhas e menor ataque de pragas. Diante disso no melhor manejo adotado (NT Alto) as plantas apresentaram melhor desempenho, no que resultou maior parte aérea e principalmente maiores quantidades de fotoassimilados para o acúmulo de amido nas raízes e

maior capacidade de absorção de água e íons presente no solo. Portanto quanto maior for o número de grãos de amido nas raízes tuberosas maior será a quantidade de compostos (água, carboidratos, fibras totais, fibras insolúveis e solúveis, cinzas, proteínas e lipídeos) em um mesmo volume.

Os teores de umidade das raízes variaram de 64 a 67% (Tabela 2), sendo o maior teor no nível tecnológico alto. O maior crescimento da parte aérea e o controle de plantas daninhas no NT Alto explica o maior teor de umidade, pois com o aumento de hastes e folhas das plantas de mandioca a perda de água por evaporação que ocorre no solo e pela competição das plantas daninhas é menor. O rápido fechamento da entre linha diminui a insolação incidente no solo, pelo fato do auto sombreamento que essas estruturas exercem, diminuindo a evaporação e também o aparecimento de plantas daninhas, aumentando a disponibilidade de água e nutrientes para as raízes. Os níveis de sombreamento variam de acordo com a natureza da cobertura do solo e afetam diretamente a temperatura e umidade do solo (Oliveira, 2005).

Por outro lado, a umidade superior a 65% torna as raízes mais instáveis e perecíveis, pois o teor de umidade tem grande importância por influenciar na qualidade do produto, por proporcionar crescimento microbiano e deterioração em curto tempo (Souza et al. 2008). Quanto ao teor de umidade, Padonou et al. (2005) avaliando a composição de 20 variedades de mandioca, verificaram que a umidade variou de 60,3 a 80,9%. Pequenas diferenças nos teores de umidade das raízes podem ser oriundas da variação da quantidade de água disponível no solo.

28

### **Conclusão**

As práticas de manejo, principalmente a aplicação de nutrientes essenciais no solo, influenciam nos parâmetros de proteína e umidade. Quanto aos teores de proteína o maior foi 2,85% no nível tecnológico alto, e o menor foi 1,64% no nível tecnológico baixo. O maior teor de umidade foi 67,70%, encontrado no nível tecnológico alto, devido ao maior desenvolvimento da parte aérea e das raízes.

## Referências

ANDRADE, O. J. et al. Efeito da densidade populacional na produtividade de raízes de mandioca. **Bioenergia em revista: diálogos**, n. 1, p. 08-18, jan./jun. 2017.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 16 ed. USA, 1995.

BEZERRA, F. P. A. Declínio da produção de mandioca: os impactos econômicos no município de Santa Izabel, estado do Pará. **Agroecossistemas**, v. 6, n. 1, p. 17-41, 2014.

FAGUNDES, L.K. et al. Desenvolvimento, crescimento e produtividade de mandioca em diferentes datas de plantio em região subtropical. **Ciência Rural**, v.40, p.2460-2466, 2010.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). **Agricultural production: crops primary**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso em: 09 mar. 2019.

FENIMAN, C. M. Caracterização de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) do cultivar IAC 576-70 quanto à cocção, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita. 2004.

FERNANDES, F. D. Produtividade e valor nutricional da parte aérea e de raízes tuberosas de oito genótipos de mandioca de indústria. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.17, n.1, p.1-12, 2016.

LAGO, I.; STRECK, N.A.; BISOGNIN, D.A.; SOUZA, A.T.; SILVA, M.R. Transpiração e crescimento foliar de plantas de mandioca em resposta ao déficit hídrico no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1415-1423, 2011.

LATIF, S.; MÜLLER, J. Potential of cassava leaves in human nutrition: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v.44, p. 147-158, 2015.

LORENZI, J. O. Variação na qualidade culinária das raízes de mandioca. **Bragantia**, Campinas, v. 53, n. 2, p. 237-245, 1994.

MATTOS, P. L. P.; BEZERRA, V. S. Cultivo da mandioca para o Estado do Amapá. EMBRAPA Mandioca e Fruticultura: Sistemas de Produção, 2003.

NUNES A. R. A. et al. Nitrogênio no crescimento da planta e na qualidade de raízes da mandioquinha-salsa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.46, n.2, p.242-247, fev, 2016.

OLIVEIRA M. L et al. Flutuações de temperatura e umidade do solo em resposta à cobertura vegetal. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.** v.9, n.4, 2005.

PADONOU, W. et al. The quality of boiled cassava roots: instrumental characterization and relationship with physicochemical properties and sensorial properties. **Food Chemistry**, v.89, n.2, p. 261-270, 2005.

PEDRI, E. C. M. et al. Características morfológicas e culinárias de etnovariedades de mandioca de mesa em diferentes épocas de colheita. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.21, n.2, 2018.

QUIROGAA, L. B. Proteínas. **Food Ingredients Brasil**, n 28, 2014.

REDE OFICIAL DE LABORATÓRIOS DE ANÁLISE DE SOLO E DE TECIDO VEGETAL (ROLAS). **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004.

SCHONS, A. et al. Arranjos de plantas de mandioca e milho em cultivo solteiro e consorciado: crescimento, desenvolvimento e produtividade. **Bragantia**, v. 68, n. 1, p. 165-177, 2009.

SOUZA, J. M. L. et al. Variabilidade físico-química da farinha de mandioca. **Ciência e Tecnologia Alimentos, Campinas**, v.28, n.4, p.907-912, 2008.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. Porto Alegre: Emater/RS, 2008.

STRECK, N. A. et al. Improving predictions of developmental stages in winter wheat: a modified Wang and Engel model. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.115, n. 3, p. 139-150, 2003.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TALMA, S. V. et al. Tempo de cozimento e textura de raízes de mandioca. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.16, n.2, p.133-138, 2013.

TIRONI, L. F. et al. Desempenho de cultivares de mandioca em ambiente subtropical. **Bragantia**, Campinas, v.74, n. 1, p.58-66, 2015.

VIÉGAS, A. P. **Estudos sobre a mandioca**. Campinas: IAC/BRASCAN Nordeste, 1976.

WALTER, M. et al. Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.4, p.974-980, jul./aug. 2005.