

Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Fermented “Dedo-de moça” Pepper Sauce. Compostos Fenólicos e Atividade Antioxidante de Molho de Pimenta “Dedo-de-Moça” Fermentado.

Larissa Passos de Moraes^{1*}, Marcelo Fossa da Paz²,
Eliana Janet Sanjines Argandoña³, Luan Ramos da Silva⁴, Taiza de Oliveira Zago⁵

ABSTRACT

The red peppers of the genus *Capsicum* have been much investigated as a new source of natural antioxidants. Studies show that they have antioxidant properties due to the presence of capsaicin and other bioactive compounds. Antioxidants are extremely important because they act on different mechanisms in food, including, breaking free radicals responsible for the oxidation reactions. This study aimed to evaluate the content of phenolic compounds and antioxidant capacity by DPPH[•] sauce fermented *Capsicum baccatum* var. *pendulum* (“Dedo-de-Moça”). The values of total phenolic compounds decreased with increasing concentration of sucrose, except for the sauce fermented with *Lactobacillus brevis*. The lowest IC₅₀ value was observed for samples of sauce fermented with *L. brevis* and *L. plantarum*. Probably the antioxidant activity, this work is related to the concentration of carotenoids, observed by the tone of the sample with more intense staining (red-burgundy), in relation to the color presented at the beginning of fermentation (red-orange).

Keywords: *Capsicum baccatum*, fermented sauce, evaluation, antioxidant, phenolic compounds.

RESUMO

As pimentas vermelhas do gênero *Capsicum* vêm sendo muito investigadas como uma nova fonte de antioxidantes naturais. Estudos mostram que estas possuem propriedades antioxidantes devido a presença de capsaicina e outros compostos bioativos. Os antioxidantes são de extrema importância, pois atuam em diferentes mecanismos nos alimentos, dentre eles, quebrando os radicais livres responsáveis pelas reações de oxidação. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o conteúdo de compostos fenólicos e a capacidade antioxidante pelo método DPPH[•] do molho fermentado de *Capsicum baccatum* var. *pendulum* (“Dedo-de-Moça”). Os valores dos compostos fenólicos totais diminuíram com o aumento da concentração de sacarose, com exceção do molho fermentado com *Lactobacillus brevis*. O menor valor de IC₅₀ foi observado para amostras de molho fermentado com *L. brevis* e *L. plantarum*. Provavelmente a atividade antioxidante, neste trabalho, esteja relacionada à concentração dos carotenoides, observados pela tonalidade da amostra com coloração mais intensa (vermelho-bordô), em relação à cor apresentada no início da fermentação (vermelho-laranja).

Palavras-chave: *Capsicum baccatum*, molho fermentado, avaliação, antioxidantes, compostos fenólicos.

* Universidade Federal da Grande Dourados
¹ lari_passos@hotmail.com
² marcelopaz@ufgd.edu.br
³ elianaargandona@ufgd.edu.br
⁴ luanramoos@yahoo.com.br
⁵ taiza_zago@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Os radicais livres são agentes oxidantes caracterizados como espécies atômicas ou moleculares que apresentam um ou mais elétrons não emparelhados na sua órbita externa, tornando-as espécies altamente reativas (GILLHAN et al., 1997). São produzidos constantemente durante o funcionamento normal da célula, na sua maioria sob a forma de espécies reativas de oxigênio. Logo produzidos na célula, a maior parte destes são eliminados pelas defesas antioxidantes (VALKO et al., 2007).

Define-se um antioxidante como qualquer substância que, quando presente em baixa concentração comparada a do substrato oxidado, regenera o substrato ou previne significativamente a oxidação do mesmo (HALLIWELL, 2001).

Nos últimos anos novas fontes de antioxidantes naturais vêm sendo investigadas. Essa busca é devida principalmente a redução de efeitos das oxidações biológicas atribuídas a diversos compostos bioativos. Diversos estudos atribuem às pimentas do gênero *Capsicum* propriedades antioxidantes principalmente pelo conteúdo de carotenoides, vitaminas C e E, capsaicinóides e outros compostos fenólicos (ZHANG e HAMAUZU, 2003; GARCIA-MARTINEZ et al., 2006; DEPPA et al., 2007).

Estudos como o de Melo et al. (2009) indicam o papel chave dos radicais livres e outros oxidantes como grandes responsáveis pelo envelhecimento e doenças degenerativas como câncer, doenças cardiovasculares, catarata, declínio do sistema imune e disfunções cerebrais. Sabe-se, porém que a produção de radicais livres é controlada, nos seres vivos, por diversos compostos antioxidantes, os quais podem ter origem endógena ou serem provenientes da dieta alimentar e outras fontes. Destas últimas destacam-se tocoferóis (vitamina E), ácido ascórbico (vitamina C), polifenóis, selênio e carotenoides. Os antioxidantes têm ação nos radicais livres quebrando, por exemplo, a cadeia de reação de formação de peróxidos (VÁZQUEZ et al., 2009).

É crescente o interesse neste gênero para a produção de conservas e molhos pelas suas propriedades antioxidantes, que reduzem o risco de desenvolvimento de câncer e outras doenças crônicas degenerativas, mas principalmente pela pungência ou ardume que ainda é seu valor mais atrativo (RIBEIRO et al., 2008).

As pimentas do gênero *Capsicum* são um produto com grande aceitação culinária devido à característica adstringente (MADAIL et al., 2005). A pimenta

“Dedo-de-Moça” (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) em especial apresenta grande relevância econômica dentro deste grupo de especiarias. A sua popularidade é atribuída, principalmente, às suas qualidades sensoriais, como coloração, sabor e ao teor de pungência situada entre 46.000 (ZHANG e HAMAUZU, 2003; RIBEIRO et al., 2008; CARVALHO et al., 2009) e 90.000 SHU (CARVALHO et al., 2009). A variedade é uma das mais consumidas no Brasil, em especial nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo e Goiás, por isso, seu cultivo é maior também nestas regiões (KAPPEL, 2007).

A fermentação é um dos métodos mais antigos e econômicos de preservação de alimentos (KOH, 2005; GARCIA-MARTINEZ et al., 2006). A fermentação das pimentas, além da ação antioxidante e o seu sabor, pode favorecer a digestão devido ao ácido láctico produzido pelos microrganismos, bem como a economia do processo tecnológico, pois não ocorre esterilização e não há uso de energia durante a sua fabricação (HERNÁNDEZ et al., 2009).

As bactérias lácticas como o *Lactobacillus plantarum*, *L.sake*, *L. curvatus* durante a fermentação produzem efeitos desejáveis no aroma, sabor e cor do alimento e inibem bactérias patogênicas e deteriorantes (LUCKE, 1994; TOLDRÁ et al., 2001). Algumas dessas culturas também apresentam características probióticas conferindo benefícios à saúde como o controle e estabilização da microbiota intestinal, auxílio na digestão, aumento da absorção de minerais, entre outros (TOLDRÁ et al., 2001; LEROY et al., 2006; SANTOS et al., 2011).

A extração ou produção de compostos bioativos por fermentação é uma alternativa interessante e merece atenção, uma vez que é capaz de proporcionar produtos com maior qualidade e elevada atividade. Neste processo, os compostos bioativos são obtidos na forma de metabolitos secundários produzidos por microrganismos na fase de crescimento estacionário e geralmente iniciados pelo esgotamento de nutrientes fundamentais no meio como o carbono, nitrogênio ou fosfato (BARRIOS-GONZÁLEZ et al, 2005; S. MARTINS et al., 2011).

Do exposto, objetivou-se neste trabalho estudar as propriedades antioxidantes do molho fermentado de *Capsicum baccatum* var. *pendulum* (“Dedo-de-Moça”).

MATERIAL E MÉTODOS

1- Obtenção do molho de pimenta

O trabalho foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LATEC) da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, em Dourados, MS.

As pimentas utilizadas na produção do molho fermentado foram da variedade “Dedo de Moça” (*Capsicum baccatum* var *pendulum*), adquiridas no mercado local, selecionadas quanto ao grau de maturação (vermelhas), porém firmes e isentas de danos fisiológicos.

As pimentas foram lavadas com água potável, escorridas e moídas (inteiras) em liquidificador doméstico com adição de água em quantidade suficiente para auxiliar na obtenção de uma massa homogênea (3000 g de pimenta para 0,2 L de água).

Para o processo de fermentação foram estabelecidos três tratamentos. Os tratamentos se diferenciaram pelo mosto. O mosto da fermentação foi constituído pela massa de pimenta (0,25 L) contendo concentrações fixas de cloreto de sódio (NaCl), diferentes concentrações de sacarose e o inóculo de *Lactobacillus*.

Tabela 1. Concentração de sacarose e cloreto de sódio (NaCl) para cada tratamento.

Tratamento	Cultura pura (Bactérias selvagens)		Cultura Starter (<i>Lactobacillus brevis</i>)		Cultura Starter (<i>Lactobacillus plantarum</i>)	
	Cloreto de sódio (g.L ⁻¹)	Sacarose (g.L ⁻¹)	Cloreto de sódio (g.L ⁻¹)	Sacarose (g.L ⁻¹)	Cloreto de sódio (g.L ⁻¹)	Sacarose (g.L ⁻¹)
T1	50	100	50	100	50	100
T2	50	150	50	150	50	150
T3	50	200	50	200	50	200

A fermentação de cada tratamento foi realizada em garrafas de polietileno tereftalato (PET), em cada garrafa foi colocado o mosto. Optou-se o PET por ser considerado um polímero seguro, sem migração de componentes plastificantes para a amostra, mesmo sob fermentação (DEL CARLO *et al.*, 2008; SOUZA *et al.*, 2012). O oxigênio presente no interior das garrafas foi retirado por pressão manual e estas foram mantidas em estufa incubadora (BOD) a 25°C durante seis semanas. Após isso foi adicionado, em cada garrafa, 0,2 L de vinagre branco (de álcool), obtendo-se o molho de pimenta. Uma vez por semana era retirada uma alíquota para realizar as análises de pH e cor do mosto, tomando-se o cuidado

de evacuar o oxigênio das garrafas. A alíquota não retornava à embalagem para evitar contaminação.

O pH foi determinado durante todo o período de fermentação por leitura direta em potenciômetro (pH2000 – INSTRUTHERM) previamente calibrado (IAL, 2008). A cor foi avaliada utilizando colorímetro digital (Minolta CR-400), sistema CIELab com determinação dos valores de L* (parâmetro de luminosidade), a* e b*. Com os valores de a* e b* calculou-se o ângulo de ton (°h) que define a tonalidade de cor ou cor propriamente dita (Equação 1) e representa as cores vermelha (0°h), amarela (90°h), verde (180°h) e azul (270°h).

$$^{\circ}h = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad \text{EQUAÇÃO 1}$$

Figura 1. Fermentação do mosto de pimenta em garrafas de polietileno tereftalato.



Figura 2. Molho fermentado pronto após a adição do vinagre branco.



2- Análise dos compostos fenólicos totais e potencial antioxidante dos molhos de pimenta

Para a quantificação dos compostos fenólicos e da atividade antioxidante foram preparados extratos a partir dos molhos. Os extratos foram obtidos pela mistura de 30 g de amostra (molho) com 100 mL de metanol PA. A mistura foi agitada a 100 rpm por 3 horas e filtrada separando-se o líquido do sólido. A partir deste sólido foram adicionados mais 100 mL de metanol e novamente foi submetido à agitação por 1 hora, em seguida foi filtrado e misturado com o filtrado anteriormente. Os extratos (mistura de ambos os filtrados) foram então concentrados em rotaevaporador a 40°C.

A determinação de compostos fenólicos totais (CFT) foi realizada pela técnica que se baseia na oxidação-redução do extrato (amostra) com o reagente de Folin-Ciocalteu, na qual o íon fenolato contido no extrato é oxidado e o complexo fosfotungstico-fosfomolibdico, presente no reagente, é reduzido a uma mistura de óxidos de tungstênio e de molibdênio de cor azul. A coloração desenvolvida (absorção máxima entre 725 e 750 nm) é proporcional ao teor de compostos fenólicos (NEVES et al., 2009). Foram utilizados 0,5 mL dos extratos na concentração de 1,3 mg mL⁻¹ em metanol PA, a cada extrato foi adicionado 2,5 mL do reagente de Folin Ciocalteu (solução de 10%) e 2,0 mL de solução de carbonato de sódio (7,5%). Agitou-se vigorosamente a mistura. A absorbância foi lida em espectrofotômetro a 740 nm, após 60 minutos de incubação na ausência de luz e temperatura ambiente. O teor de compostos fenólicos foi determinado por interpolação da absorbância contra uma curva de calibração construída com padrões de ácido gálico (concentrações de 0,01; 0,03; 0,05; 0,06 e 0,08 mg.mL⁻¹). As análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos em miligrama de equivalente ácido gálico por grama de amostra (mgGAE.g⁻¹). (BOGUZS, 2010).

A atividade antioxidante foi determinada pelo método da captura do radical livre DPPH. Foram utilizados 3,9 mL de DPPH (0,1 mM) e 0,1 mL de extrato diluído em metanol em diferentes concentrações (10,0; 4,0; 1,6 e 0,64 mg.mL⁻¹). Para o controle utilizou-se 3,9 mL de DPPH (0,1 mM) e 0,1 mL de ácido ascórbico diluído em metanol PA. No branco utilizou-se de 3,9 mL de DPPH (0,1 mM) e 0,1 mL de metanol PA. Os tubos ficaram em repouso por 30 minutos, ao abrigo da luz, e após este período foram realizadas as leituras em espectrofotômetro a 517 nm. A percentagem de inibição de redução do DPPH (*I*) foi calculada através da equação 2, onde Abs₀ é a absorbância do branco e Abs₁ é a absorbância da

amostra. A execução dos ensaios com diversas concentrações para cada extrato permitiu determinar a concentração que causa 50% de inibição (IC₅₀). O valor de IC₅₀ foi obtido a partir da representação gráfica da percentagem de inibição do DPPH (*I*) em função da concentração do extrato (BOGUZS, 2010).

$$I (\%) = \left[\frac{(Abs_0 - Abs_1)}{Abs_0} \right] \times 100 \quad \text{EQUAÇÃO 2}$$

3- Análises estatísticas

Os resultados de todas as análises foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas entre si por meio do teste de Tukey, a um nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os resultados da tonalidade da cor representados pelo ângulo de ton (°h). Em todas as amostras, a tonalidade da cor foi significativamente diferente (P<0,05) entre o início (cor vermelho-laranja) e o final do processo (cor vermelho-bordô), observada pelos valores de °h mais próximos de zero (cor vermelha). As cores dos frutos das pimentas originam-se de pigmentos carotenoides, sendo a cor vermelha atribuída à capsantina, que representa 60% dos carotenoides totais (RIBEIRO et al., 2008). Mattos et al., 2008, na caracterização de espécies de *Capsicum* spp., demonstraram que a medição de cor utilizando os parâmetros L*, a* e b* pode ser usada como uma ferramenta para a determinação da concentração de clorofila (carotenoides). Neste estudo, os valores de °h sugerem que a fermentação láctica favorece a biodisponibilidade dos carotenoides, contribuindo com a intensidade da cor vermelha.

No que se refere à adição de açúcar no mosto (tratamentos T₁, T₂ e T₃), o aumento da concentração da sacarose teve influencia significativa (P<0,05) na intensidade da cor, obtendo-se valores de °h mais próximos de zero nos tratamentos T₂ e T₃ (concentrações de açúcar de 150 e 200 g.L⁻¹, respectivamente). Embora a degradação de açúcares possa favorecer a reação de Maillard (GRIZOTTO e MENEZES, 2004), as condições do processo fermentativo do molho de pimenta (pH 4,2 a 4,3 e temperatura de 25 °C) dificultam a reação.

Tabela 2. Tonalidade da cor vermelha do molho de pimenta “Dedo-de-Moça” fermentado por diferentes microrganismos e três concentrações de sacarose.

Amostra	Ângulo de ton (°h)	
	Ao início do processo	Ao final do processo
T ₁ <i>M. Selvagem</i>	0,61 ^{aA}	0,43 ^{bD}
T ₂ <i>M. Selvagem</i>	0,72 ^{aB}	0,40 ^{bA}
T ₃ <i>M. Selvagem</i>	0,53 ^{aC}	0,36 ^{bB}
T ₁ <i>L. brevis</i>	0,55 ^{aD}	0,42 ^{bE}
T ₂ <i>L. brevis</i>	0,64 ^{aE}	0,40 ^{bA}
T ₃ <i>L. brevis</i>	0,64 ^{aE}	0,36 ^{bB}
T ₁ <i>L. plantarum</i>	0,47 ^{aF}	0,44 ^{bF}
T ₂ <i>L. plantarum</i>	0,68 ^{aG}	0,38 ^{bC}
T ₃ <i>L. plantarum</i>	0,64 ^{aA}	0,38 ^{bC}

Letras minúsculas diferentes na mesma linha e letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam que os resultados diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$). Legenda: T₁, tratamento com 100 g.L⁻¹ de sacarose. T₂, tratamento com 150 g.L⁻¹ de sacarose. T₃, tratamento com 200 g.L⁻¹ de sacarose. M, Microrganismo, L, *Lactobacillus*.

Os teores de compostos fenólicos e a capacidade antioxidante dos extratos de molho de pimenta fermentado em diferentes concentrações de sacarose são apresentados na Tabela 3.

A concentração da sacarose influenciou no teor de compostos fenólicos totais (CFT), bem como a linhagem de microrganismo. Os valores dos CFT diminuíram com o aumento da concentração de sacarose, com exceção do molho fermentado com *Lactobacillus brevis*, no qual o maior CFT foi obtido no tratamento com 150 g.L⁻¹ (T₂). O microrganismo selvagem parece ter favorecido a disponibilidade dos compostos fenólicos ou a sua conservação, observa-se na Tabela 3 maiores quantidades de CFT no molho fermentado com esse microrganismo, obtendo-se 37,91 mgGAE.100 g⁻¹ em meio contendo 100 g.L⁻¹ de sacarose.

Tabela 3. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante do molho de pimenta “Dedo-de-Moça” fermentado por diferentes microrganismos e três concentrações de sacarose.

AMOSTRA	TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS (mgGAE.100g ⁻¹)	Capacidade Antioxidante (IC ₅₀) (mg.mL ⁻¹)
T ₁ <i>M. Selvagem</i>	37,91 ^a	46,50 ^a
T ₂ <i>M. Selvagem</i>	30,22 ^{bc}	34,75 ^a
T ₃ <i>M. Selvagem</i>	25,27 ^{ce}	20,33 ^a
T ₁ <i>L. brevis</i>	21,52 ^{eg}	78,70 ^b
T ₂ <i>L. brevis</i>	27,84 ^{cd}	20,87 ^a
T ₃ <i>L. brevis</i>	20,11 ^{fg}	23,07 ^a
T ₁ <i>L. plantarum</i>	33,67 ^{ab}	34,38 ^a
T ₂ <i>L. plantarum</i>	31,19 ^{bd}	15,07 ^c
T ₃ <i>L. plantarum</i>	20,04 ^{fg}	21,84 ^a

Letras diferentes indicam que os resultados diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$). Legenda: T₁, tratamento com 100 g.L⁻¹ de sacarose. T₂, tratamento com 150 g.L⁻¹ de sacarose. T₃, tratamento com 200 g.L⁻¹ de sacarose. M, Microrganismo, L, *Lactobacillus*.

Os resultados do DDPH para os extratos de pimentas expressos em termos de IC₅₀ encontram-se também na Tabela 3. Os menores valores de IC₅₀ foram observados para as amostras de molhos fermentados com maior concentração de sacarose. Os valores de IC₅₀ indicam a quantidade necessária de extrato para provocar o sequestro de 50% do radical livre DPPH; portanto, altos valores deste parâmetro indicam menor capacidade antioxidante, uma vez que é necessária maior quantidade de extrato para alcançar tal efeito.

Comparando-se os resultados da atividade antioxidante com os do teor de compostos fenólicos totais, observa-se que com o aumento da concentração de sacarose o CFT diminuiu em todos os tratamentos, com exceção para o molho fermentado com *L. brevis* e 150 g.L⁻¹ de sacarose (T₂). Provavelmente, o aumento do teor de sacarose favoreça ao crescimento e multiplicação celular com menor liberação de metabolitos secundários. Além disso, os compostos fenólicos são facilmente oxidáveis, pela ação de enzimas, metais, luz e calor (PRIOR, et al, 2005).

De acordo com PRIOR et al. (2005), embora a técnica utilizando o reagente Folin-Ciocalteu seja muito simples e sensível, apresenta a desvantagem de não ser seletiva, assim, o reativo de Folin-Ciocalteu pode se combinar com os açúcares presentes no mosto, fornecendo valores maiores de CFT. Isto explicaria a menor capacidade antioxidante (valores maiores de IC₅₀) em amostras com maior CFT.

Nos processos fermentativos com *L. brevis* e *L. plantarum*, no tratamento T₂ a capacidade antioxidante foi maior (menores valores de IC₅₀). Provavelmente a atividade antioxidante esteja relacionada à concentração dos carotenoides, observados pela coloração mais intensa (vermelho-bordô), em relação à cor apresentada no início da fermentação (vermelho-laranja).

Através deste trabalho, pode-se concluir que o maior conteúdo de compostos fenólicos foi obtido no molho de pimenta “Dedo-de-Moça”, fermentado com microrganismo selvagem. A concentração da sacarose influenciou no teor de compostos fenólicos, maiores resultados foram obtidos em menores concentrações de sacarose (100g.L⁻¹), exceto na linhagem do microrganismo *L. brevis*, que apresentou maior CFT na concentração intermediária de sacarose. A atividade antioxidante do molho fermentado com *L. plantarum* foi maior.

Entretanto, para a maioria das amostras os valores de IC₅₀ não apresentaram correlação com os compostos fenólicos.

REFERÊNCIAS

- Barrios-González et al, 2005 J. Barrios-González, F.J. Fernández, A. Tomasini, A. Mejía. Secondary metabolites production by solid-state fermentation *Malays J Microbiol*, 1 (2005), pp. 1–6
- BOGUSZ JUNIOR, S. **Caracterização química da fração volátil e estudo do potencial antioxidante em pimentas do gênero *Capsicum***. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil, 2010.
- CARVALHO, S. I. C.; RIBEIRO, C. S. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. ‘BRS Mari’: Nova cultivar de pimenta “Dedo-de-Moça” para processamento. *Horticultura brasileira*, v.27, n.4. Brasília Oct./Dec. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362009000400028&script=sci_arttext>. Acesso em: 20.out. 2012.
- DEPPA, N.; KAUR, C.; GEORGE, B.; SINGH, B.; KAPOOR, H. Antioxidant constituents in some sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes during maturity. *Food Science and Technology*, v.40, p.121-129, 2007.
- GARCÍA-MARTÍNEZ, I.; GONZÁLEZ, N.G.M.; GONZÁLEZ, L.R.G.; PINEDA, F.N. Estudios preliminares de la fermentación de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.). *Investigación Universitaria Multidisciplinaria*, n.5, p. 36-42, 2006.
- GILLHAM, B.; PAPACHRISTODOULOU, D. K.; THOMAS, J. H. **Wills: Biochemical basis of medicine**. 3. ed. Oxford: Reed Educational and Professional Publishing Ltda, 1997, p.196-202.
- GRIZOTTO, R.K. MENEZES, H.C. Efeito da fermentação na qualidade de “chips” de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.24, n.2, p.170-177, 2004.
- HALLIWELL, B. Role of Free Radicals in the Neurodegenerative Diseases: Therapeutic Implications for Antioxidant Treatment. *Drugs & Aging*, v.18, n.9, p.685-716, 2001.
- HERNÁNDEZ, E. Z.; RODRÍGUEZ, L.F.; GONZÁLEZ, L.R.; MARTÍNEZ, I. G. Estudios preliminares de la fermentación de jugo de Chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) empleando *Lactobacillus plantarum*. *Ciencia y Tecnología*, v.8, n.8, p.105-112, 2009.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2005. 1018p.
- KAPPEL, V.D. **Avaliação das propriedades antioxidante e antimicrobiana de extratos de *Capsicum baccatum* var. *pendulum***. Porto Alegre, 2007, 74p. Tese (Mestre em Ciências Biológicas. Instituto das Ciências Básicas da saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- KOH, F. M. **Physicochemical properties of pepper mash fermented in wood and plastic**. Louisiana, 2005, 86p. Tesis (Master of Science In The Department of Food Science) The Department of Food Science, Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College.
- MADAIL, J. C. M.; SBNEID, L. F.; SIMA, L. F.; WENDT, A. N. Economia da produção de pimenta vermelha no município de Turuçu-RS. Embrapa Clima Temperado. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n.19, Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 27p. 2005.
- MARTINS, S.; MUSSATTO, S. I.; AVILA, G. M. ; SAENZ, J. M.; AGUILAR, C. M. ; TEIXEIRA, J. A. Bioactive phenolic compounds: Production and extraction by solid-state fermentation. A review. **Biotechnology Advances**, v.29, p. 365-373, 2011.
- MELO, C. M. T.; COSTA, L. A. ; BONNAS, D. S. ; CHANG, R. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de pimentas *Capsicum chinense* (bode), *Capsicum baccatum* variedade *praetermissum* (cumari) e *Capsicum frutescens* (malagueta). **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.12, p.1-6, 2011.
- PRIOR, R.L.; WU, X.; SCHAICH, K. Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 53, n.10, p. 4290–4302, 2005.
- RIBEIRO, C. S. C., LOPES, C. A., CARVALHO, S. I. C., HENZ, G.P., REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Pimentas Capsicum**. Brasília, Athalaia Gráfica e Editora Ltda., v.1, 2008.
- SANTOS, R.B.; BARBOSA, L.P.J. L.; BARBOSA, F.H.F. Probióticos: Microrganismos funcionais. **Ciência equatorial**, v. 1, n. 2, p. 26-38, 2011.
- VALKO M, LEIBFRITZ D, MONCOL J, CRONIN MT, MAZUR M, TELSER J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. **The International Journal of Biochemistry & Cell Biology** , v. 39, p. 44-84, 2007.
- VÁZQUEZ, A. M.; TOTOSAUS, A.; GONZÁLEZ, L. R. G.; SALAZAR, K. A. F.; MARTÍNEZ, I. G. Antioxidantes I. Chile ancho (*Capsicum annum* L. *grossum sendt.*) y romero (*Rosmarinus officinalis* L.) como fuentes naturales de antioxidantes. *Ciencia y Tecnología*, v.6, n.6, p. 112-116, 2007.
- ZHANG, D.; HAMAUZU, Y. Phenolic compounds, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant properties of green, red and yellow bell peppers. **Food, Agriculture and Environment**, v.2, p. 22-27, 2003.

Received 25 October 2012
Accepted 26 March 2013