# CURCUMINA, LIPÍDIOS E ÓLEO RESINA EM DIFERENTES ACESSOS DE CÚRCUMA (*Curcuma longa*, L.).

Paulo Roberto Nogueira CARVALHO[1]; Marta Gomes da SILVA[2]; Joaquim Avelino AZEVEDO FILHO[3]; José Baldin PINHEIRO[4]; Mário Sérgio SIGRIST[4]; Maria Imaculada ZUCCHI[5]; Leandro Iage PERON[6]; Raisa Nobre L. OLIVA[6]; Fabrício Wesley da ROCHA[7].

.

**Resumo**

O Brasil é um grande produtor de cúrcuma mas a produtividade e a qualidade da cúrcuma nacional ainda são muito inferiores à de países como a Índia, o maior produtor mundial. Por isso é muito importante trabalhos que melhorem a qualidade e a produtividade da cúrcuma. Esse artigo apresenta a concentração de curcumina, lipídios e óleo resina em 36 acessos de cúrcuma, plantadas em dois locais diferentes (Piracicaba e Monte Alegre do Sul – estado de São Paulo, Brasil). Os acessos estudados foram caracterizados em trabalho anterior quanto às suas diversidades genéticas e *morfo-agronômicas*. Houve diferença significativa (p = 95%) nos teores de curcumina, lipídios e óleo resina entre as amostras provenientes dos dois locais de plantio indicando uma contribuição significativa das condições de cultivo na qualidade dos rizomas.

**Palavras-chave**: Curcuma, Curcumina, Lípides, Óleo resina.

## CURCUMIN, LIPIDS AND RESIN OIL LEVELS FROM DIFFERENT TURMERIC (*Curcuma longa* L.) ACCESS.

**Abstract**

Even though Brazil is a large turmeric producer, the national production and quality still remains lower than other countries such as India, the world's largest producer. In this way, studies to improve both the quality of the product and productivity should be developed. Thus, the objective of the present study was to evaluate the concentration of curcumin, lipids and resin oil in 36 turmeric accesses from two different places (Piracicaba and Monte Alegre do Sul - São Paulo state, Brazil). The accesses were characterized in previous work as their genetic and morfo-agronomic diversities. The results showed a significant difference (p = 95%) in curcumin, lipids and resin oil levels among samples, indicating that provenance and culture conditions are important parameters to be considered in the rhizome quality.

**Key Words**: Turmeric, Curcumin, Lipids, Resin oil.

[1] Instituto de Tecnologia de Alimentos. carvalho@ital.sp.gov.br; [2]Instituto de Tecnologia de Alimentos. martags@ital.sp.gov.br; [3]APTA – Polo Leste Paulista. joaquimadelino@apta.sp.gov.br; [4] Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz baldin@usp.br; [5]APTA – Pólo Centro Sul. mizucchi@iac.sp.gov.br; [6]Bolsista PIBIC/CNPq; [7]Bolsista de Treinamento Técnico (TT3) - Fapesp;

## 1. INTRODUÇÃO

A restrição espontânea que os consumidores têm feito a alimentos que contenham corantes artificiais faz com que as indústrias busquem alternativas para a substituição dessas substâncias por pigmentos naturais. Além disso, propriedades funcionais têm sido relatadas para alguns dos pigmentos naturais mais utilizados em alimentos. Um desses produtos é a cúrcuma (*Curcuma longa*, L.), cujas atividades antiinflamatória, bactericida, antiparasitária, antiespasmódica, antiartrítico, regulador das funções biliares, redutor dos níveis de colesterol e inibidor da carcinogênese têm sido citadas (ARAUJO e LEON, 2001). A procura por confirmação científica dessas atividades tem gerado vários trabalhos e a cada sucesso aumenta o interesse por esses pigmentos e gera novas necessidades. Entre essas necessidades está o aumento da produtividade, gerado pelo aumento da demanda, e a melhoria da qualidade dos rizomas destinados a produção de corantes para a indústria de alimentos.

O Brasil, ainda apresenta uma produtividade muito inferior aos principais produtores mundiais, chegando a pouco mais de 50% da produtividade da Índia (CECÍLIO FILHO, 2004). Isso indica um grande potencial de melhoria e tornam necessários estudos sobre variedades e tratos culturais que melhorem essa produtividade.

O presente estudo avaliou os rizomas de 36 acessos de cúrcuma provenientes do banco de germoplasma do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz (ESALQ/USP), quanto ao teor de curcumina [1], óleo resina (extrato etanóico) e lipídios (extrato em hexano). Os acessos, caracterizados em outro estudo quanto a suas diversidades genéticas e *morfo-agronômicas* (SIGRIST, 2009; SIGIST et al, 2009; SIGRIST et al, 2011a; SIGRIST et al, 2011b ), foram plantados em duas localidades diferentes (Monte Alegre e Piracicaba), com isso foi possível avaliar o efeito das condições de cultivo sobre a qualidade dos rizomas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Matéria-prima

O material utilizado no projeto foi proveniente do estudo de SIGRIST (2009), onde foram estabelecidas suas diversidades genéticas e *morfo-agronômicas*. Acessos de cúrcuma do banco de germoplasma do Departamento de Genética da ESALQ foram cultivados em dois locais do estado de São Paulo: os municípios de Piracicaba e de Monte Alegre do Sul. O plantio de Monte Alegre do Sul foi iniciado em 29/11/2007 e o de Piracicaba em 04/12/2007. O experimento de Piracicaba foi conduzido em região terra roxa estruturada (nitrossolo vermelho), de topografia ondulada com altitude média de 547 metros e clima *Cwa* (classificação climática de Köpen), a uma temperatura anual média de 22,6ºC e precipitação total de 1.328mm. O experimento de Monte Alegre do Sul foi conduzido no Polo Regional Leste Paulista da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, em solo tipo argiloso vermelho-amarelo, a uma amplitude média de 750 metros e clima *Cfa* (classificação climática de Köpen), a uma temperatura anual média de 20,8ºC e precipitação total de 1.549 mm. O solo foi preparado conforme recomendação para a cultura (IAC, 2008), com capina manual e irrigação por aspersão, sempre que necessário. O delineamento experimental consistiu de blocos completos, casualizados, com cinco repetições de cada acesso. As parcelas foram representadas por duas linhas de 5 m de comprimento com espaçamento de 0,5 m entre as linhas e 0,2 m entre as plantas, com 50 plantas por parcela. A colheita foi realizada na última quinzena de julho de 2008, após a senescência das folhas (SIGRIST, 2009).

Os rizomas da cúrcuma, caracterizados como dedos médios e grandes (entre 3 e 5 cm), foram cortados de forma transversal e secos em estufa com circulação de ar forçada. Uma parte da amostra foi encaminhada para o laboratório de corantes do Centro de Química de Alimentos do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), onde foram armazenadas em local seco e ao abrigo da luz.

[1] Curcuminóides totais expressos como curcumina.

No momento da análise as amostras foram trituradas em um moinho de faca com circulação de água até a obtenção de um pó fino. As amostras trituradas foram acondicionadas em frascos de vidro que foram armazenados sob refrigeração até a execução das análises. Para cada variedade havia cinco amostras que representavam o delineamento experimental (blocos completos, casualizados, com cinco repetições de cada acesso). As exceções foram representadas por algumas amostras cultivadas em Piracicaba, como: amostra 4 (Mara Rosa – Sebastião Felix) que foi representada por 3 amostras; amostra 10 (Mara Rosa – Sebastiana), e 19 (M22-1), que foram representadas por 3 amostras cada e amostra 27 (M22-C), que foi representada por uma amostra. As amostras 11, 12, 23 e 28 não participaram do estudo. As amostras 10 (Mara Rosa – Sebastiana), 19 (M22-1), 20 (Mara Rosa – Mario) e 27 (M22-C) só foram cultivadas em Piracicaba e a amostra 18 (Campinas – M22-IAC 3) só foi cultivada em Monte Alegre do Sul. A numeração original do trabalho de SIGRIST (2009) foi mantida para facilitar a comparação dos resultados. A Tabela 1 apresenta a identificação, a origem e o local de plantio dos acessos estudados.

## 2.2 Reagentes e equipamentos

Todos os reagentes utilizados foram grau p.a. A determinação da curcumina foi realizada em um espectrofotômetro marca Hitachi, modelo U-2000, calibrado nas condições de leitura. Os demais equipamentos de medição e leitura utilizados no estudo estavam calibrados por padrões rastreados internacionalmente.

## 2.3 Metodologias

### 2.3.1 Análise de curcumina

A análise de curcumina foi baseada na metodologia descrita pela FAO/WHO (1981). Uma amostra de 1,0g ± 0,2g da cúrcuma finamente moída foi pesada em balão de 250 mL de fundo chato e adicionado 150 mL de etanol 95%. O balão com a amostra foi conectado a um condensador, colocado em banho-maria e mantido em ebulição por 2 horas, com refluxo. Após esse período a amostra foi deixada à temperatura ambiente para resfriar. Após atingir a temperatura ambiente, o extrato foi filtrado em lã de vidro e quantitativamente transferido para um balão volumétrico de 250 mL. O volume foi completado com etanol 95%. A absorbância do extrato foi medida em um espectrofotômetro com leitura a 425nm. Quando necessário foram feitas diluições para que a leitura ficasse entre 0,3 e 0,7 unidades de absorbância. Etanol 95% foi utilizado com solvente de referência. Para quantificação foi utilizado um coeficiente de absorção ($E_{1cm}^{1\%}$) igual a 1607.

### 2.3.2 Análise de lipídios

A determinação de lipídios foi conduzida com base no método descrito pela AOAC - Association of Official Analytical Chemistry (HORWITZ, 2006), que tem como princípio a extração de substâncias solúveis em éter de petróleo a quente.

### 2.3.3 Análise de óleo resina (extrato etanólico)

A determinação de óleo resina (extrato etanólico) foi conduzida com base no método da AOAC para a determinação de lipídios (HORWITZ, 2006), descrita no item anterior. Para isso o éter de petróleo foi substituído por etanol (95%). O teor de óleo essencial (extrato etanólico) foi calculado pela diferença entre a massa inicial do balão e a massa do balão com o material extraído, após a evaporação do etanol.

### 2.3.4 Análise de umidade

A determinação de umidade foi feita com base no método descrito da AOAC (HORWITZ, 2006), que tem como princípio a determinação indireta da água presente nas amostras por gravimetria. A água é eliminada por aquecimento em estufa e a massa do resíduo seco é determinada. A umidade é calculada pela diferença entre as massas das amostras antes e após a secagem.

TABELA 1. Identificação e origem dos acessos utilizados no estudo.

| Nº | Nome | Origem | Local do Plantio | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Piracicaba | Monte Alegre |
| 1 | MG 04-24 | Minas Gerais | X | X |
| 2 | Mara Rosa - Raimundo | Goiás | X | X |
| 3 | Mara Rosa - Moacir | Goiás | X | X |
| 4 | Mara Rosa - Sebastião Félix | Goiás | X | X |
| 5 | MG - Sem nome | Minas Gerais | X | X |
| 6 | Mara Rosa - Antônio Nunes | Goiás | X | X |
| 7 | Mara Rosa - Edivaldo | Goiás | X | X |
| 8 | Mara Rosa - Bento | Goiás | X | X |
| 9 | Santa Rosa | Goiás | X | X |
| 10 | Mara Rosa - Sebastiana | Goiás | X | |
| 13 | Mara Rosa - Diquinho | Goiás | X | X |
| 14 | IAC 22 | São Paulo | X | X |
| 15 | Lavras | Minas Gerais | X | X |
| 16 | Mara Rosa - Cláudio | Goiás | X | X |
| 17 | Mara Rosa - Zé Branco | Goiás | X | X |
| 18 | Campinas (M22-IAC 3) | São Paulo | | X |
| 19 | M22-1 | Não identificado | X | |
| 20 | Mara Rosa - Mário | Goiás | X | |
| 21 | Rubiataba - Duarte | Goiás | X | X |
| 22 | Mara Rosa - Wilson | Goiás | X | X |
| 24 | MG (M24) | Minas Gerais | X | X |
| 25 | Mara Rosa - Divino | Goiás | X | X |
| 26 | M22-B | São Paulo | X | X |
| 27 | M22-C | Não identificado | X | |
| 29 | Goiânia - Henriqueta | Goiás | X | X |
| 30 | Mara Rosa - José Venâncio | Goiás | X | X |
| 31 | Mara Rosa - Gabriel | Goiás | X | X |
| 32 | Mara Rosa - Dona Nega | Goiás | X | X |
| 33 | Ibitinga | São Paulo | X | X |
| 34 | Mara Rosa - Dona Tereza | Goiás | X | X |
| 35 | Botucatu | São Paulo | X | X |
| 36 | IAC - M25 | São Paulo | X | X |
| 37 | Mara Rosa - Estevão | Goiás | X | X |
| 38 | Goiás | Goiás | X | X |
| 39 | MG | Minas Gerais | X | X |
| 40 | IAC 7 (-) | São Paulo | X | X |

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 1 e 2 apresentam os resultados das análises de curcumina[2], lipídios e óleo resina dos acessos avaliados nesse estudo. Não houve diferença significativa (p = 95%) nos teores de umidade entre as amostras das duas procedências, com média de 14,66g/100g ± 0,68g/100g para as amostras de Piracicaba e 14,39g/100g ±

[2] Curcuminóides totais expressos como curcumina.

0,89g/100g para as amostras de Monte Alegre do Sul.

A análise de variância dos resultados dos ensaios de curcumina agrupados por local de cultivo indicou que existe diferença significativa (p = 95%) entre as amostras. Quando a comparação é feita entre os acessos, observa-se que os resultados de curcumina das amostras provenientes de Monte Alegre do Sul foram sistematicamente superiores aos observados nas amostras de Piracicaba. Enquanto todas as amostras de Monte Alegre do Sul apresentaram teores de curcumina (em base seca) variando de um mínimo de 4,04 g/100g a um máximo de 4,96 g/100g, nenhuma das amostras de Piracicaba chegou a esse valor, variando (em base seca) de 2,85 g/100g a 3,95 g/100g. MATHAI (1976) encontrou concentrações de curcumina em cúrcumas cultivadas na Índia, entre 2,5 g/100g e 8,1 g/100g no estudo com 38 acessos de cúrcuma. RATNAMBAL (1986) apresenta valores de curcumina, também em cúrcumas cultivadas na Índia, entre 2,8 g/100g e 10,9 g/100g no estudo de 120 acessos de cúrcuma. SOUZA & GLÓRIA (1995) estudando acessos cultivados no Brasil encontraram valores de 1,4 g/100g a 6,14 g/100g.

A Figura 1 apresenta a partição resultante da aplicação do teste Scott-Knott, com 95% de probabilidade, nos resultados das análises de curcumina das duas localidades estudadas. Observa-se que, como explicada pela análise de variância, houve a separação entre as amostras por local de cultivo, mas não houve distribuição similar entre os acessos das duas localidades, indicando uma forte interferência de fatores climáticos e tratos culturais no teor de curcumina dessas amostras.

A análise de variância dos resultados de lipídios agrupados por local de cultivo também indicou que existe diferença significativa (p = 95%) entre as concentrações de lipídios das amostras. A comparação entre os acessos mostra que o teor de lipídios das amostras provenientes de Monte Alegre do Sul foram superiores aos observados nas amostras de Piracicaba em 23 dos 36 acessos plantados em ambas as localidades. Os teores de lipídios das amostras de Monte Alegre do Sul variaram (em base seca) de um mínimo de 2,26 g/100g a um máximo de 7,47 g/100g, enquanto as amostras de Piracicaba variaram (em base seca) de 1,88 g/100g a 6,46 g/100g. Esses valores estão próximos aos reportados por GOVINDARAJAN (1980), MAIA et al (1995) e CHASSAGNEZ et al (1997). A Figura 2 apresenta a distribuição das amostras obtida pela aplicação do teste Scott-Knott com 95% de probabilidade nos resultados das análises de lipídios.

Assim como para os fatores anteriores, análise de variância dos resultados de óleo resina (extrato etanólico) agrupados por local de cultivo indicou que existe diferença significativa (p = 95%) entre as concentrações de óleo resina das amostras. A comparação entre os acessos mostra que o teor de óleo resina das amostras provenientes de Monte Alegre do Sul foram superiores aos observados nas amostras de Piracicaba em 27 dos 36 acessos plantados em ambas as localidades. Os teores de óleo resina das amostras de Monte Alegre do Sul variaram (em base seca) de um mínimo de 7,61 g/100 a um máximo de 20,71 g/100g, enquanto as amostras de Piracicaba variaram (em base seca) de 7,16 g/100g a 14,29 g/100g. Esses valores estão próximos ao citado por SOUZA e GLÓRIA (1998) e MARTINS (1993). A amostra “Mara Rosa – Wilson” (22) apresentou os maiores teores de óleo resina entre todas as amostras estudadas, em ambas as localidades. Entre as amostras de Piracicaba, o teor de óleo resina desse acesso foi similar à amostra “M22C” (27). A Figura 3 apresenta a partição obtida pela aplicação do teste Scott-Knott com 95% de probabilidade nos resultados das análises de óleo resina.

Os resultados apresentados para curcumina, lipídios (extrato etéreo) e óleo resina (extrato etanólico) evidenciam a forte interferência de fatores climáticos e tratos culturais na qualidade da cúrcuma. Essa interferência foi também observada por RATNAMBAL (1986) no estudo de óleo resina (extração com acetona) e curcumina em 120 acessos de cúrcuma.

TABELA 2. Resultados de análises de curcumina, lipídios e óleo resina (base seca) em cúrcumas plantadas em Monte Alegre do Sul.

| | Curcumina[1] | | | Lipídios | | | Óleo resina | | | Umidade |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nº** | $\bar{x}$ (g/100g) | s | Tukey (95%) | $\bar{x}$ (g/100g) | s | Tukey (95%) | $\bar{x}$ (g/100g) | s | Tukey (95%) | (g/100g) |
| 1 | 4,51 | 0,23 | bcdefgh | 6,01 | 0,14 | abc | 12,38 | 0,14 | g | 13,54 |
| 2 | 4,19 | 0,04 | ghij | 6,09 | 0,07 | ab | 9,90 | 0,19 | h | 14,45 |
| 3 | 4,14 | 0,05 | hij | 5,75 | 0,03 | abcd | 12,38 | 0,05 | g | 13,93 |
| 4 | 4,64 | 0,15 | abcdefg | 5,74 | 0,08 | abcd | 12,71 | 0,21 | g | 15,99 |
| 5 | 4,17 | 0,05 | hij | 5,84 | 0,02 | abc | 12,46 | 0,02 | g | 14,32 |
| 6 | 4,63 | 0,01 | abcdef | 7,47 | 2,41 | a | 12,65 | 0,02 | g | 15,58 |
| 7 | 4,96 | 0,28 | a | 4,94 | 0,02 | bcd | 12,51 | 0,04 | g | 13,42 |
| 8 | 4,05 | 0,10 | ij | 5,42 | 0,16 | bcd | 14,73 | 0,07 | e | 14,26 |
| 9 | 4,66 | 0,21 | abcdef | 5,88 | 0,13 | abc | 12,72 | 0,11 | g | 15,54 |
| 10 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | N.A |
| 13 | 4,80 | 0,01 | abcdef | 5,64 | 0,12 | abcd | 18,90 | 0,39 | b | 14,54 |
| 14 | 4,65 | 0,14 | abcdef | 5,35 | 0,16 | bcd | 14,68 | 0,02 | e | 13,94 |
| 15 | 4,34 | 0,07 | efghij | 5,18 | 0,02 | bcd | 12,38 | 0,05 | g | 13,18 |
| 16 | 4,82 | 0,01 | abcd | 4,76 | 0,02 | bcd | 16,58 | 0,16 | d | 13,04 |
| 17 | 4,65 | 0,11 | abcdef | 3,96 | 0,13 | def | 12,17 | 0,07 | g | 13,02 |
| 18 | 4,88 | 0,03 | ab | 5,27 | 0,08 | bcd | 7,61 | 0,21 | i | 14,65 |
| 19 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | N.A |
| 20 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | N.A |
| 21 | 4,64 | 0,01 | abcdef | 5,56 | 0,10 | bcd | 19,48 | 0,44 | b | 14,74 |
| 22 | 4,19 | 0,03 | ghij | 4,52 | 0,14 | bcd | 20,71 | 0,13 | a | 14,55 |
| 24 | 4,46 | 0,07 | bcdefghi | 4,58 | 0,03 | bcd | 12,28 | 0,33 | g | 15,70 |
| 25 | 4,71 | 0,01 | abcde | 4,46 | 0,10 | bcd | 19,33 | 0,42 | b | 14,90 |
| 26 | 4,26 | 0,00 | fghij | 5,05 | 0,04 | bcd | 12,84 | 0,06 | g | 12,90 |
| 27 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | N.A |
| 29 | 4,04 | 0,06 | j | 4,30 | 0,07 | bcde | 13,86 | 0,38 | f | 13,63 |
| 30 | 4,35 | 0,03 | dfghij | 2,49 | 0,01 | ef | 12,62 | 0,13 | g | 16,13 |
| 31 | 4,73 | 0,15 | abcde | 2,34 | 0,00 | f | 12,60 | 0,01 | g | 15,28 |
| 32 | 4,59 | 0,07 | abcdefg | 2,26 | 0,06 | f | 17,91 | 0,34 | c | 14,18 |
| 33 | 4,69 | 0,03 | abcde | 5,07 | 0,14 | bcd | 12,80 | 0,09 | g | 14,44 |
| 34 | 4,85 | 0,03 | abc | 2,50 | 0,01 | ef | 12,85 | 0,22 | g | 15,31 |
| 35 | 4,26 | 0,08 | fghij | 4,76 | 0,13 | bcd | 10,23 | 0,09 | h | 14,57 |
| 36 | 4,07 | 0,08 | ij | 5,18 | 0,17 | bcd | 10,49 | 0,16 | h | 14,69 |
| 37 | 4,44 | 0,03 | cdefghij | 5,89 | 0,15 | abc | 12,41 | 0,03 | g | 14,08 |
| 38 | 4,43 | 0,05 | defghij | 4,23 | 0,02 | cde | 12,61 | 0,10 | g | 14,69 |
| 39 | 4,41 | 0,11 | defghij | 4,99 | 0,12 | bcd | 12,96 | 0,08 | g | 13,72 |
| 40 | 4,32 | 0,07 | efgh | 5,88 | 0,18 | abc | 12,75 | 0,02 | g | 14,88 |

$\bar{x}$ = Média de duas repetições analíticas simultâneas e independentes; s = estimativa de desvio padrão. NA = não analisada (ver justificativa no corpo do texto); As médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes (Tukey, 95%).[1]Curcuminóides totais expressos como curcumina.

TABELA 3. Resultados de análises de curcumina, lipídios e óleo resina (base seca) em cúrcumas plantadas em Piracicaba.

| | Curcumina[1] | | | Lipídios | | | Óleo resina | | | Umidade |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nº** | $\bar{x}$ (g/100g) | s | Tukey (95%) | $\bar{x}$ (g/100g) | s | Tukey (95%) | $\bar{x}$ (g/100g) | s | Tukey (95%) | (g/100g) |
| 1 | 3,42 | 0,04 | defghi | 6,46 | 0,09 | a | 11,27 | 0,01 | c | 14,67 |
| 2 | 3,29 | 0,15 | hi | 4,38 | 0,13 | ef | 11,28 | 0,19 | c | 14,59 |
| 3 | 3,55 | 0,18 | abcdefghi | 4,38 | 0,08 | e | 11,18 | 0,08 | c | 15,43 |
| 4 | 3,94 | 0,05 | ab | 4,78 | 0,00 | d | 11,15 | 0,07 | c | 14,30 |
| 5 | 3,61 | 0,01 | abcdefgh | 4,82 | 0,15 | d | 9,16 | 0,08 | e | 14,48 |
| 6 | 3,40 | 0,19 | efghi | 4,67 | 0,07 | de | 9,07 | 0,01 | e | 14,03 |
| 7 | 3,61 | 0,04 | abcdefghi | 4,39 | 0,02 | e | 11,08 | 0,22 | c | 13,37 |
| 8 | 3,63 | 0,03 | abcdefgh | 4,54 | 0,14 | de | 9,01 | 0,24 | e | 13,69 |
| 9 | 3,85 | 0,20 | abc | 5,29 | 0,09 | c | 11,31 | 0,23 | c | 13,99 |
| 10 | 3,88 | 0,00 | abc | 6,08 | 0,14 | b | 9,82 | 0,05 | d | 14,47 |
| 13 | 3,58 | 0,09 | bcdefghi | 5,28 | 0,06 | c | 10,99 | 0,24 | c | 13,77 |
| 14 | 3,77 | 0,06 | abcde | 5,52 | 0,04 | c | 11,29 | 0,31 | c | 14,55 |
| 15 | 3,79 | 0,06 | abcd | 4,05 | 0,04 | fg | 11,01 | 0,01 | c | 15,10 |
| 16 | 3,74 | 0,09 | abcdef | 3,33 | 0,07 | ij | 9,79 | 0,15 | d | 14,38 |
| 17 | 3,72 | 0,03 | abcde | 6,12 | 0,14 | ab | 9,16 | 0,00 | e | 15,05 |
| 18 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| 19 | 3,36 | 0,13 | efghi | 6,12 | 0,07 | ab | 11,33 | 0,12 | c | 14,96 |
| 20 | 3,32 | 0,07 | ghi | 3,36 | 0,05 | ij | 11,03 | 0,12 | c | 14,74 |
| 21 | 3,58 | 0,04 | abcdefgh | 3,39 | 0,04 | ij | 11,02 | 0,06 | c | 15,23 |
| 22 | 3,90 | 0,06 | abc | 2,14 | 0,04 | l | 14,29 | 0,10 | a | 15,13 |
| 24 | 3,66 | 0,08 | abcdefg | 3,19 | 0,02 | ij | 10,99 | 0,01 | c | 13,92 |
| 25 | 3,41 | 0,03 | efghi | 1,88 | 0,01 | l | 10,86 | 0,13 | c | 14,27 |
| 26 | 3,38 | 0,05 | fghi | 6,01 | 0,14 | b | 11,35 | 0,10 | c | 13,49 |
| 27 | 2,85 | 0,17 | ij | 6,16 | 0,07 | ab | 14,12 | 0,26 | a | 15,46 |
| 29 | 3,83 | 0,01 | abc | 3,85 | 0,02 | gh | 11,11 | 0,13 | c | 15,99 |
| 30 | 3,91 | 0,05 | j | 4,78 | 0,12 | d | 11,21 | 0,03 | c | 15,37 |
| 31 | 3,29 | 0,09 | hi | 3,52 | 0,07 | hi | 13,14 | 0,11 | b | 14,70 |
| 32 | 3,59 | 0,08 | abcdefgh | 3,08 | 0,10 | j | 10,94 | 0,21 | c | 14,60 |
| 33 | 3,33 | 0,06 | fghi | 6,07 | 0,14 | b | 9,13 | 0,09 | e | 14,37 |
| 34 | 3,95 | 0,06 | a | 6,08 | 0,07 | b | 11,29 | 0,03 | c | 14,32 |
| 35 | 3,43 | 0,10 | defghi | 4,08 | 0,01 | fg | 10,99 | 0,03 | c | 15,11 |
| 36 | 3,19 | 0,20 | ij | 3,18 | 0,00 | ij | 13,23 | 0,07 | b | 14,80 |
| 37 | 3,45 | 0,08 | cdefghi | 4,00 | 0,00 | g | 13,14 | 0,13 | b | 15,35 |
| 38 | 3,55 | 0,03 | abcdefgh | 2,53 | 0,05 | k | 12,95 | 0,33 | b | 15,86 |
| 39 | 3,19 | 0,06 | hi | 2,09 | 0,06 | l | 9,33 | 0,25 | d | 15,50 |
| 40 | 3,44 | 0,09 | efghi | 3,05 | 0,02 | j | 7,16 | 0,06 | f | 13,86 |

$\bar{x}$ = Média de duas repetições analíticas simultâneas e independentes; s = estimativa de desvio padrão. NA = não analisada (ver justificativa no corpo do texto); As médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes (Tukey, 95%).[1]Curcuminóides totais expressos como curcumina.

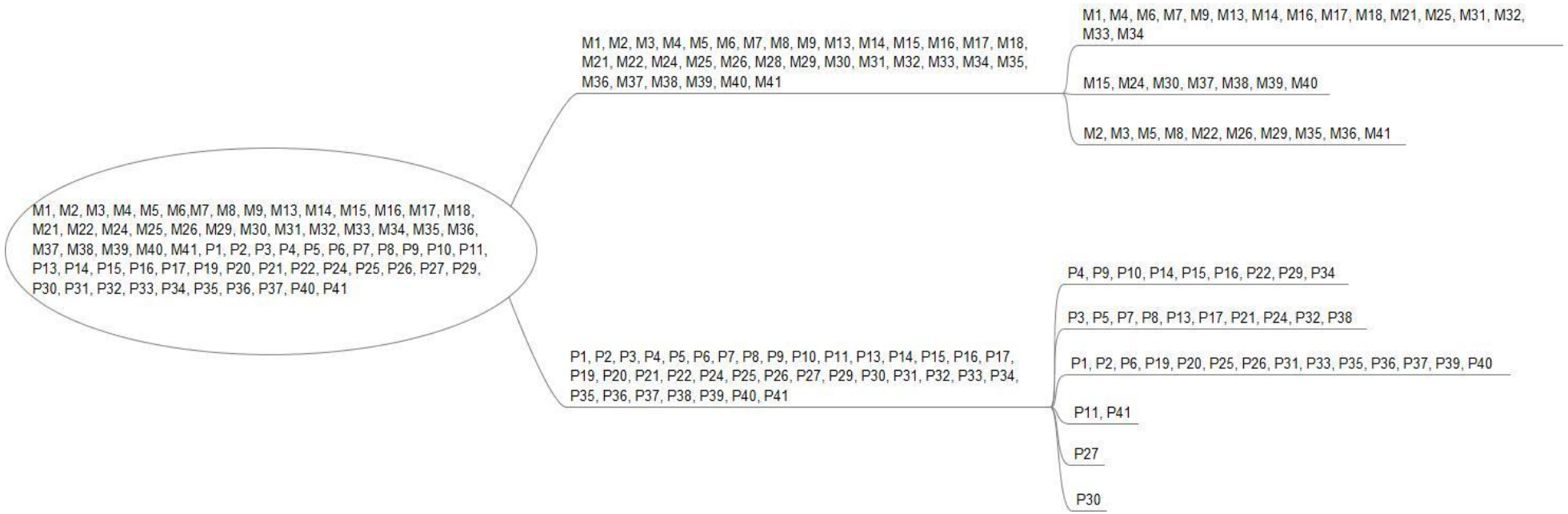


FIGURA 1. Partição resultante da aplicação do teste Scott-Knott, com 95% de probabilidade, nos resultados das análises de curcumina das amostras das duas localidade estudadas: M = amostras plantadas em Monte Alegre do Sul; P = amostras plantadas em Piracicaba. Os números sequenciais identificam as amostras.

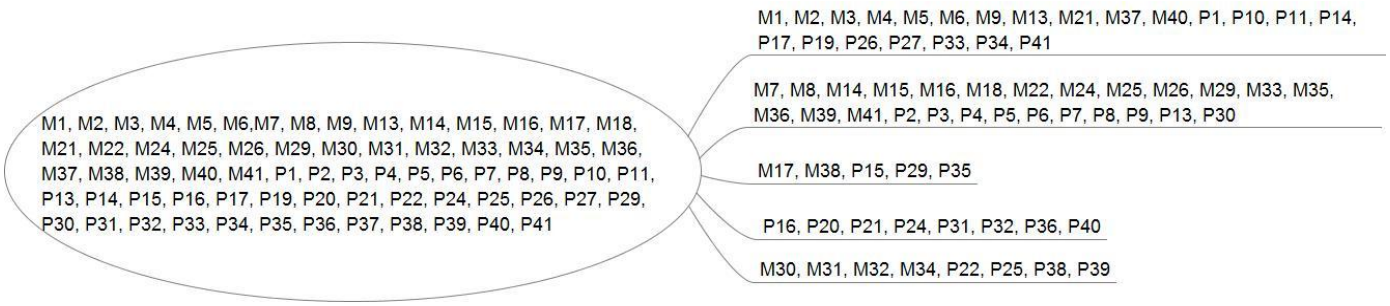


FIGURA 2. Partição resultante da aplicação do teste Scott-Knott, com 95% de probabilidade, nos resultados das análises de lipídios das amostras das duas localidade estudadas: M = amostras plantadas em Monte Alegre do Sul; P = amostras plantadas em Piracicaba. Os números sequenciais identificam as amostras.

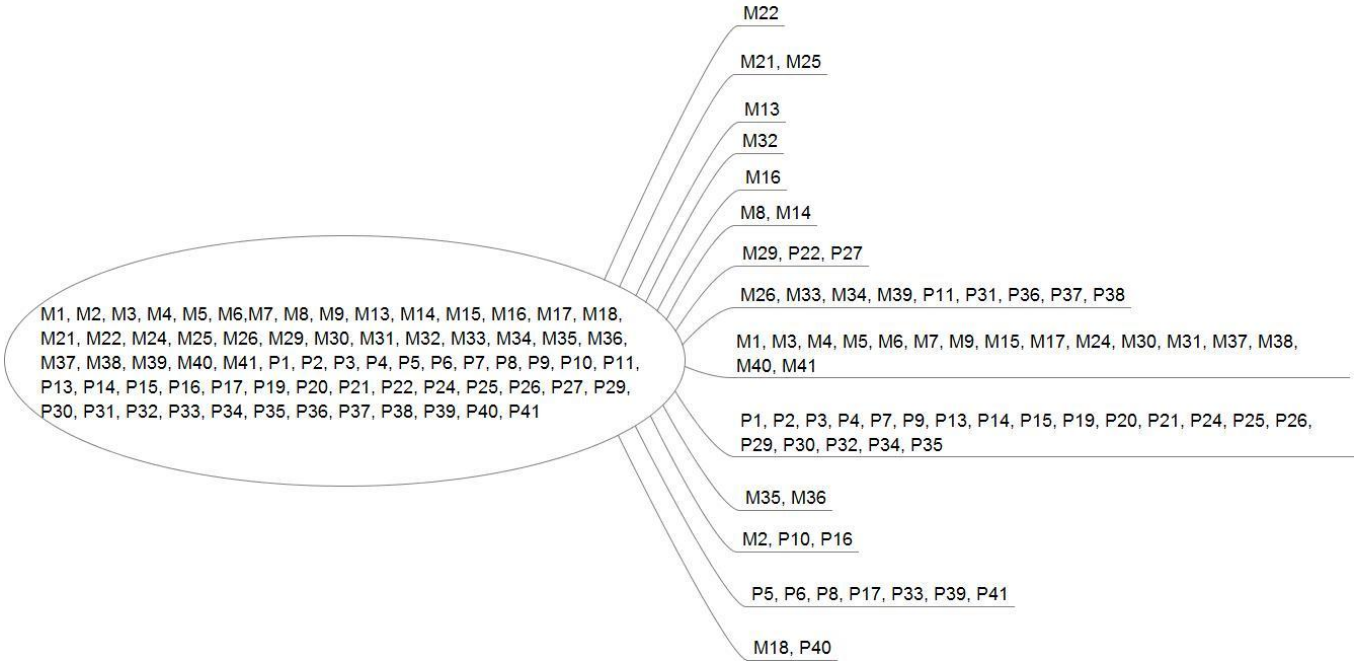


FIGURA 3. Partição resultante da aplicação do teste Scott-Knott, com 95% de probabilidade, nos resultados das análises de óleo resina das amostras das duas localidade estudadas: M = amostras plantadas em Monte Alegre do Sul; P = amostras plantadas em Piracicaba. Os números sequenciais identificam as amostras.

## 4. CONCLUSÃO

Houve diferença significativa (p = 95%) nos teores de curcumina, lipídios e óleo resina entre as amostras de curcuma provenientes dos dois locais de plantio (Piracicaba e Monte Alegre do Sul), indicando uma contribuição significativa das condições de cultivo na qualidade dos rizomas. Sugere-se a realização de estudos que identifiquem os principais fatores (climáticos ou de tratos culturais) que maximizem as concentrações de curcumina nos rizomas de cúrcuma.

## 6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo apoio financeiro ao projeto e pela bolsa de treinamento técnico concedida a um de seus autores. Agradecem também ao CNPq pelas bolsas de iniciação científica concedida a alguns de seus autores.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, C. A. C.; LEON, L. L. Biological activities of *Curcuma longa* L. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v. 96, n. 5, p. 723-728, 2001.

CECILIO FILHO, A. B.; SOUZA, R. J.; FAQUIN, V.; CARVALHO, C. M. Época e densidade de plantio na produção de cúrcuma. Ciência Rural Santa Maria. v. 34, n. 4, p. 1021-1026, 2004.

CHASSAGNEZ, A. L. M.; CORREA, N. C. F.; MEIRELES, M. A. A. Extração de oleoresina de cúrcuma (*Curcuma longa* L.) com CO2 supercrítico. Cienc. Tecnol. Aliment. v. 17, n. 4, p. 1-15, 1997.

FAO/WHO. Specification for Identity and Purity of Carrier Solvents,Emulsifiers and Stabilizers, Enzime Preparations, Flavoring Agents, Foods Colours, Sweetening Agents and Other Food Additives. no 19, Geneva.:58-61, 1981.

GOVINDARAJAN, V. S. Turmeric – Chemistry, Technology and Quality. CCR Critical Review in Food Science and Nutrition. Boca Raton, v. 12, n. 3, p. 199-301, 1980.

HORWITZ, W. (Ed.) Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18th ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2005. Current through Revision 1, 2006.

IAC. Instituto Agronômico de Campinas. Plantas aromáticas e Medicinais. WWW.iac.sp.gov.br/ PAM/PlantasAromaticasMedicinais.asp (10/07/08) citado por SIGRIST, M. S. Divergência genética em *Curcuma longa* L. utilizando marcadores microssatélites e agromorfológicos. Dissertação de Mestrado. Instituto Agronômico. Campinas. 2009, 82p.

MAIA, N. B.; BOVI, O. A.; DUARTE, F. R.; SORIA, L. G.; DE ALMEIDA, J. A. R. Influência de tipos de rizomas de multiplicação no crescimento de cúrcuma. Bragantia, v. 54, n. 1, p. 33-37, 1995.

MARTINS, M. C. Obtenção e avaliação de curcumina a partir de rizomas secos de cúrcuma (*Curcuma longa* L.). Tese apresentada para obtenção do título de mestre. Faculdade de Engenharia de Alimentos. UNICAMP. 1993, 194p.

MATHAI, C. K. Variability in turmeric (Curcuma species) germoplasm for essencial oil and curcumin. Qual. Plant. Plants Foods in Hum. Nutr. v. 25, n. 3/4, p. 227 – 230, 1976.

RATNAMBAL, M. J. Evaluation of turmeric accessions for quality. Qual. Plant. Plants Foods Hum. Nutr. v. 36, p. 243 – 252, 1986.

SIGRIST, M. S. Divergência genética em *Curcuma longa* L. utilizando marcadores microssatélites e agromorfológicos. Dissertação de Mestrado. Instituto Agronômico. Campinas. 2009, 82p.

SIGRIST, M. S.; PINHEIRO, J. B.; AZEVEDO FILHO, J. A.; COLOMBO, C. A.; BAJAY, M. M.; LIMA, P. F.; CAMILO, F. R.; SANDHU, S.; SOUZA, A. P.; ZUCCHI, M. I. Development and characterization of microsatellite markers for turmeric (*Curcuma longa*). Plant Breeding, n. 129, p. 570-573, 2009.

SIGRIST, M. S.; PINHEIRO, J. B.; AZEVEDO FILHO, J. A.; ZUCCHI, M. I. Genetic divergence among Brazilian turmeric germplasm using morpho-agronomical descriptors Crop Breeding and Applied Biotechnology v. 11, p. 70-76, 2011a.

SIGRIST, M. S.; PINHEIRO, J. B.; AZEVEDO FILHO, J. A.; ZUCCHI, M. I. Genetic diversity of turmeric germplasm (*Curcuma longa*; Zingiberaceae) identified by microsatellite markers. Genetics and Molecular Research. v. 10, n. 1, p. 419-428, 2011b.

SOUZA, C. R. A.; GLÓRIA, M. B. A. Chemical analysis of turmeric from Minas Gerais, Brazil and comparation of methods for flavour free oleoresin. Braz. Arch. Biol. Technol. v. 41, n. 2, 1998.