

**Universidade de São Paulo**  
**Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Atributos químicos de espécies de café**

**Adriano Tosoni da Eira Aguiar**

Tese apresentada, para obtenção do título de  
Doutor em Agronomia. Área de concentração:  
Fitotecnia.

**Piracicaba**

**2005**

**Adriano Tosoni da Eira Aguiar**  
**Engenheiro Agrônomo**

**Atributos químicos de espécies de café**

**Orientador:**

**Prof. Dr. JOSÉ LAÉRCIO FAVARIN**

Tese apresentada, para obtenção do título de Doutor  
em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia.

**Piracicaba**

**2005**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Aguiar, Adriano Tosoni da Eira

Atributos químicos de espécies de café / Adriano Tosoni da Eira Aguiar.

-- Piracicaba, 2005.

87 p.

Tese (Doutorado) -- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2005.  
Bibliografia.

1. Café 2. Composição química 3. Variedades vegetais I. Título

CDD 633.73

**“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”**

## AGRADECIMENTOS

À Pós-Graduação da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” pela oportunidade de realização deste trabalho.

Aos meus pais, Luciano e Cibele, e aos meus irmãos Claudio e Luciano, pelo estímulo em todos os momentos.

A Ana Paula Nascimento Coelho, pelo incentivo e apoio.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Laércio Favarin, pela amizade e orientação na realização deste projeto.

Ao Prof. Dr. Luiz Carlos Fazuoli, pela amizade e eficiente orientação em todas as fases do trabalho.

À Dra. Terezinha de Jesus Garcia Salva, pelos ensinamentos na realização deste projeto, colaboração e sugestões.

Ao Dr. Oliveiro Guerreiro Filho, pela colaboração prestada.

Ao Dr. Luc Villain, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Aos pesquisadores e funcionários do Centro de Análise e Pesquisa Tecnológica do Agronegócio do Café “Alcides Carvalho”, do IAC.

À CAPES e à FUNAPE, pela concessão de auxílio financeiro.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	6
LISTA DE TABELAS.....	7
RESUMO .....	8
ABSTRACT.....	9
1 INTRODUÇÃO .....	10
2 DESENVOLVIMENTO.....	12
2.1 Revisã de literatura.....	12
2.1.1 Classificação taxonômica do gênero <i>Coffea</i> .....	12
2.1.2 Estrutura das populações da coleção.....	13
2.1.3 Critérios utilizados nos estudos de caracterização de cafeeiros.....	18
2.1.4 Caracterização química.....	22
2.2 Material e métodos.....	26
2.2.1 Material vegetal .....	26
2.2.2 Metodologia analítica.....	27
2.2.2.1 Umidade.....	28
2.2.2.2 Sólidos solúveis.....	28
2.2.2.3 Lipídios.....	28
2.2.2.4 Trigonelina, ácidos clorogênicos e cafeína.....	28
2.2.2.5 Análises estatísticas .....	28
2.3 Resultados e discussão.....	30
2.3.1 Componentes químicos em <i>C. canephora</i> .....	30
2.3.1.1 Sólidos solúveis.....	32
2.3.1.2 Lipídios.....	33
2.3.1.3 Trigonelina.....	35
2.3.1.4 Ácidos clorogênicos.....	36
2.3.1.5 Cafeína.....	37
2.3.2 Componentes químicos em <i>C. liberica</i> .....	42
2.3.2.1 Sólidos solúveis.....	42
2.3.2.2 Lipídios.....	44
2.3.2.3 Trigonelina.....	45

2.3.2.4 Ácidos clorogênicos.....	46
2.3.2.5 Cafeína.....	46
2.3.3 Componentes químicos em sete espécies de <i>Coffea</i> .....	50
2.3.3.1 Sólidos solúveis.....	50
2.3.3.2 Lipídios.....	52
2.3.3.3 Trigonelina.....	53
2.3.3.4 Ácidos clorogênicos.....	54
2.3.3.5 Cafeína.....	55
2.3.4 Componentes químicos em <i>C. canephora</i> e <i>C. congensis</i> .....	61
2.3.4.1 Sólidos solúveis.....	64
2.3.4.2 Lipídios.....	64
2.3.4.3 Trigonelina.....	64
2.3.4.4 Ácidos clorogênicos.....	65
2.3.4.5 Cafeína.....	65
3 CONCLUSÕES .....	70
REFERÊNCIAS.....	71
APÊNDICE.....	84

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Análise em componentes principais. Associação entre as variáveis sólidos solúveis (SS); lipídios (LI); cafeína (CA); trigonelina (TR) e ácidos clorogênicos (AC). Representação no plano 1-2 de seis variedades de <i>Coffea canephora</i> , situadas no Centro Experimental do IAC, em Campinas (SP).....	40
Figura 2 - Análise em componentes principais. Associação entre as variáveis sólidos solúveis (SS); lipídios (LI); cafeína (CA); trigonelina (TR) e ácidos clorogênicos (AC). Representação no plano 1-2 de quatro variedades de <i>C. liberica</i> , situadas no Centro Experimental do IAC, em Campinas (SP).....	48
Figura 3 - Perfis dos padrões trigonelina, ácidos clorogênicos e cafeína por CLAE , em comprimento de onda de 272nm.....	57
Figura 4 - Análise em componentes principais. Associação entre as variáveis sólidos solúveis (SS); lipídios (LI); cafeína (CA); trigonelina (TR) e ácidos clorogênicos (AC). Representação no plano 1-2 de sete espécies de <i>Coffea</i> , situadas no Centro Experimental do IAC, em Campinas (SP).....	59
Figura 5 - Análise em componentes principais. Associação entre as variáveis sólidos solúveis (SS); lipídios (LI); cafeína (CA); trigonelina (TR) e ácidos clorogênicos (AC). Representação no plano 1-2 de seis variedades de <i>C. canephora</i> , de <i>C. congensis</i> e das variedades Uganda e Bangelan de <i>C. congensis</i> , situadas no Centro Experimental do IAC, em Campinas (SP).....	66
Figura 6 - Análise fatorial discriminante. Representação no plano 1-2 de seis variedades de <i>C. canephora</i> , de <i>C. congensis</i> e das variedades Uganda e Bangelan de <i>C. congensis</i> , situadas no Centro Experimental do IAC, em Campinas (SP).....	67

## LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Espécies, suas respectivas variedades e plantas de café analisadas.....	27
Tabela 2 - Composição química de sementes em seis variedades de <i>C. canephora</i> .....	31
Tabela 3 - Matriz de classificação e número de determinações de seis variedades de <i>C. canephora</i> .....	41
Tabela 4 - Composição química de sementes de quatro variedades de <i>C. liberica</i> .....	43
Tabela 5 - Matriz de classificação e número de determinações em quatro diferentes variedades de <i>C. liberica</i> .....	49
Tabela 6 - Composição química de sementes em sete espécies de <i>Coffea</i> .....	51
Tabela 7 - Matriz de classificação e número de determinações em sete espécies de <i>Coffea</i> .....	60
Tabela 8 - Composição química de sementes de seis variedades de <i>C. canephora</i> , de <i>C. congensis</i> e das variedades Uganda e Bangelan de <i>C. congensis</i> .....	62
Tabela 9 - Distância de Mahalanobis entre seis variedades de <i>C. canephora</i> , <i>C. congensis</i> e as variedades Uganda e Bangelan de <i>C. congensis</i> .....	69

## RESUMO

### Atributos químicos de espécies de café

Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de caracterizar cafeeiros de sete espécies de *Coffea* e das respectivas variedades pertencentes a *C. canephora* e *C. liberica* presentes no Banco de Germoplasma de Café do Instituto Agronômico de Campinas, visando à possibilidade do seu agrupamento, bem como a sua utilização no melhoramento das espécies *C. arabica* e *C. canephora*. Para o referido estudo foram utilizadas cento e dez plantas pertencentes a sete espécies e treze variedades, tendo sido avaliadas em função das características químicas de sementes como: sólidos solúveis, lipídios, trigonelina, ácidos clorogênicos e cafeína. Com base nos resultados destas variáveis observou-se uma grande variação entre e dentro dos diferentes materiais analisados, com valores extremos de 24,12% a 31,00% para sólidos solúveis; 6,61% a 17,49% para lipídios; 0,32% a 2,15% para trigonelina; 2,58% a 6,38% para ácidos clorogênicos e 0,80% a 3,29% para cafeína, indicando que estes atributos podem ser adotados na seleção de plantas com potencial para o melhoramento das espécies *C. arabica* e *C. canephora*. Os resultados evidenciam que as variáveis: (i) sólidos solúveis, lipídios, ácidos clorogênicos e cafeína permitem o agrupamento das variedades de *C. canephora*; (ii) sólidos solúveis, lipídios e trigonelina possibilitam discriminar as variedades de *C. liberica*; e, (iii) lipídios, ácidos clorogênicos, trigonelina e cafeína foram eficientes no agrupamento das sete espécies de *Coffea*. As variedades de *C. canephora* não apresentaram diferenças para o teor de trigonelina, enquanto as de *C. liberica* não variaram em relação aos teores de ácidos clorogênicos e cafeína. O conjunto dos dados obtidos para as variáveis químicas analisadas indica que há possibilidade das variedades Uganda e Bangelan serem híbridos entre as espécies *C. congensis* e *C. canephora*.

Palavras-chave: espécies; *Coffea*; componentes químicos; agrupamento.

## ABSTRACT

### Chemical attributes in coffee species

The objective of this work was to characterize seven coffee species and varieties from *C. canephora* and *C. liberica* presents in Germplasm Bank of the Instituto Agronômico in order to determine the possibility of its grouping as well its use on breeding of *C. arabica* and *C. canephora* species. A total of a hundred ten plants belonging to seven species and thirteen varieties were analysed for some chemical components of seeds (soluble solids, lipids, trigonelline, chlorogenic acids and caffeine). The results evidenced the existence of great variation among and within the materials analyzed, with values ranging from 24,12% to 31,00% for soluble solids; 6,61% to 17,49% for lipids; 0,32% to 2,15% for trigonelline; 2,58% to 6,38% for chlorogenic acids and 0,80% to 3,29% for caffeine, indicating that these variables can be used in selection of plants for the improvement of *C. arabica* and *C. canephora*. The results also showed that (i) soluble solids, lipids, chlorogenic acids and caffeine allowed to group *C. canephora* varieties, (ii) soluble solids, lipids and trigonelline permitted discriminate *C. liberica* varieties.and (iii) lipids, chlorogenic acids, trigonelline and caffeine allowed to group coffee species. The *C. canephora* varieties did not show differences in relation to trigonelline while *C. liberica* varieties did not varied in relation to caffeine and chlorogenic acids. The hole group of obtained data for chemical variables analysed show that there is the possibility that Uganda and Bangelan varieties been hybrids between *C. congensis* and *C. canephora*.

Keywords: specie, *Coffea*; chemical compounds; grouping.

## 1 INTRODUÇÃO

O cafeeiro pertence à família *Rubiaceae* e apresenta cerca de oitenta espécies. As espécies do gênero *Coffea* distribuem-se, geograficamente, em uma ampla região do continente Africano, como em Madagascar e regiões circunvizinhas (Berthaud e Charrier, 1988).

Embora exista um grande número de espécies de café, somente *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner têm importância econômica mundial (Berthaud e Charrier, 1988). Aproximadamente 67% do café brasileiro provém de cultivares selecionadas em *C. arabica* e 33% em *C. canephora* (Agrianual, 2005).

O estabelecimento de Bancos de Germoplasma das espécies conhecidas e seus derivados, a nível mundial e em vários países, é muito importante, pois entre as formas selvagens, algumas possuem características vantajosas do ponto de vista de resistência a moléstias e pragas, tolerância à seca e outras variações de ambiente, bem como para as diferentes atributos das plantas (sistema radicular, caule, folhas, flores, frutos e sementes).

Poucos países possuem Banco de Germoplasma de *Coffea* e, também, à exceção de *C. arabica* e *C. canephora*, essas coleções dispõem de poucos exemplares das demais espécies. No Instituto Agronômico de Campinas foi possível reunir até o presente dezesseis das principais espécies desse gênero, além de diferentes variedades botânicas, principalmente de *C. arabica*, *C. canephora* e *C. liberica*.

Esses materiais apresentam grande variabilidade genética em relação à diversas características, tais como: coloração do caule, tamanho da planta, folhas, frutos e sementes, resistência a fatores bióticos e abióticos, sistema radicular, componentes químicos e qualidade da bebida. As diferenças entre eles, não se limitam aos aspectos morfológicos e agronômicos, mas segundo Ky et al. (2001a) as mesmas ocorrem, também, a nível molecular e bioquímico.

Entre os diferentes critérios utilizados para determinar a diversidade genética de cafeeiros, destacam-se a utilização de algumas variáveis morfológicas, agronômicas, tecnológicas, técnicas citológicas, perfil molecular, bem como a sua região de origem.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar cafeeiros de sete espécies de *Coffea* e suas respectivas variedades botânicas existentes no Banco de Germoplasma de café do Instituto Agronômico, mediante a utilização de variáveis relacionadas à composição química das sementes (sólidos solúveis, lipídios, trigonelina, ácidos clorogênicos e cafeína), visando a possibilidade do

seu agrupamento, bem como a sua utilização no melhoramento principalmente das espécies *C. arabica*, *C. canephora* e híbridos intra e interespecíficos.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Revisão de literatura

#### 2.1.1 Classificação taxonômica do gênero *Coffea*

O cafeeiro, pertence à Família *Rubiaceae* a qual abrange mais de 10.000 espécies agrupadas em 630 gêneros. As espécies do gênero *Coffea* distribuem-se, geograficamente, em uma ampla região do continente Africano, como em Madagascar e regiões circunvizinhas (Berthaud e Charrier, 1988). No entanto, existem muitas controvérsias quanto a taxonomia dessas espécies, incluindo algumas que são oriundas de regiões asiáticas as quais foram descritas como pertencentes a este gênero, mas que atualmente não são consideradas espécies de *Coffea*.

Na classificação de Chevalier (1947) o autor dividiu o gênero *Coffea* em quatro seções: *Eucoffea*, *Mascarocoffea*, *Paracoffea* e *Argocoffea*. Posteriormente, Leroy (1980), citado por Carvalho et al. (1991), propôs excluir as seções *Paracoffea* e *Argocoffea* do gênero, as quais passariam a constituir novos gêneros e, com base em vários critérios, propôs a subdivisão do gênero em três subgêneros: *Coffea*, *Psilanthopsis* e *Baracoffea*.

Na classificação mais recente proposta por Bridson e Verdcourt (1988) e Bridson (1994), os cafeeiros são reunidos em dois gêneros: o *Psilanthus* Hook. f. e *Coffea* L., que se diferenciam por particularidades nas estruturas florais.

Esses gêneros, por sua vez, são divididos em dois subgêneros: o *Psilanthus*, nos subgêneros *Psilanthus* e *Afrocoffea*, enquanto o gênero *Coffea* nos subgêneros *Coffea* e *Baracoffea*.

O subgênero *Baracoffea* é representado por sete espécies e o subgênero *Coffea* por mais de oitenta espécies, das quais vinte e cinco, aproximadamente, são oriundas da África continental, e cinquenta e seis de Madagascar e Ilhas vizinhas.

De acordo com Bridson e Verdcourt (1988) o subgênero *Coffea* é dividido em duas seções: *Mascarocoffea* e *Eucoffea*, compreendendo, esta última, em cinco subseções: *Erythrocoffea*, *Melanocoffea*, *Pachycoffea*, *Nanocoffea* e *Mozambicoffea*, as quais se diferenciam segundo critérios morfológicos tais como cor do fruto e porte das plantas.

A subseção *Erythrocoffea* apresenta cafeeiros com frutos vermelhos e compreende as espécies *C. arabica*, *C. congensis*, *C. canephora* e *C. eugenioides*; *Melanocoffea* constitui-os

cafeeiros que apresentam frutos pretos, tais como a espécie *C. stenophylla*; já a *Pachycoffea* apresenta plantas de grande porte: *C. liberica* e *C. klainii*; *Nanocoffea* plantas de porte reduzido: *C. brevipes* e *C. humilis* e a *Mozambicoffea* engloba as espécies *C. racemosa*, *C. kapakata*, *C. salvatrix* e *C. zanguebariae*.

Com relação às espécies da seção *Mascarocoffea*, também chamadas de espécies “Malgaches”, estas apresentam sementes desprovidas de cafeína, enquanto as espécies da seção *Eucoffea* possuem grande variabilidade para esta característica (teor de cafeína).

### 2.1.2 Estrutura das populações da coleção

O estabelecimento de Bancos de Germoplasma das espécies conhecidas e seus derivados a nível mundial e em vários países é muito importante, pois entre as formas selvagens, algumas possuem características altamente vantajosas como a resistência a moléstias e pragas, tolerância à seca e outras variações de ambiente, bem como para as diferentes características das plantas (sistema radicular, caule, folhas, flores, frutos e sementes).

Poucos países possuem Banco de Germoplasma de *Coffea* e, também, à exceção de *C. arabica* e *C. canephora*, nestas coleções existem poucos exemplares das demais espécies. No Instituto Agrônomico foi possível reunir, até o presente, dezesseis das principais espécies desse gênero.

Embora exista grande número de espécies de café, somente *C. arabica* e *C. canephora* têm importância econômica mundial (Berthaud e Charrier, 1988). Aproximadamente 70% do café comercializado no mundo provém de cultivares de *C. arabica* L., reconhecida pela qualidade excepcional de sua bebida.

O cultivo comercial de café iniciou no Yemen com exemplares da espécie *C. arabica*, nativa de uma região restrita, marginal às demais espécies, localizada no Sudoeste da Etiópia, no Sudeste do Sudão e no Norte do Quênia, entre 1.000 m e 3.000 m de altitude (Carvalho, 1946). Apresenta plantas com 2 m a 7 m de altura, folhas adultas de coloração verde com 7 cm a 18 cm de comprimento e 3 cm a 7,5 cm de largura, as folhas novas são de coloração verde ou bronze, os frutos são vermelhos ou amarelos, quando maduros. A planta dessa espécie é alotetraplóide, com  $2n = 4x = 44$  cromossomos, autocompatível, multiplicando-se por autofecundação, com taxa de fecundação cruzada da ordem de 10% (Carvalho, 1988).

As cultivares de *C. arabica* L. derivam, na grande maioria, das variedades Típica, originalmente introduzida no Brasil em 1727 e Bourbon, em 1859 oriunda da ilha de mesmo nome (Fazuoli, 1977; Anthony et al. 2001). Embora a base genética da espécie seja bastante limitada (Berthaud e Charrier, 1988), as cultivares comercializadas apresentam grande variabilidade botânica, proporcionada por uma série de mutações, bem como de cruzamentos naturais e artificiais (Krug et al. 1938).

Geograficamente a espécie *C. canephora* tem distribuição bastante ampla, ocorrendo na faixa ocidental, centro-tropical e subtropical do continente africano, especificamente da Guiné à República Democrática do Congo, na costa oeste do continente. É originária de uma região quente, úmida e de baixa altitude, mas pode ser encontrada em regiões com até 1.300 metros de altitude. É uma planta diplóide, auto-incompatível (Conagin e Mendes, 1961), que se multiplica por fecundação cruzada, principalmente pela ação do vento e insetos. Segundo Dussert et al. (1999), esta espécie apresenta dois grupos distintos em função da região de ocorrência, sendo eles: (a) grupo Guineano, que engloba as plantas da Guiné, Libéria e Costa do Marfim e (b) grupo Congolês, que apresenta dois sub-grupos, e compreende plantas da região que se estende de Angola, Zaire, Congo, Gabão até Camarões.

A espécie *C. canephora*, tratada genericamente como “café robusta”, foi introduzida no Brasil por volta de 1920. Segundo consta, neste ano ela foi introduzida no Espírito Santo por Jerônimo Monteiro, ex-governador do Estado, e as primeiras sementes foram plantadas em Cachoeira do Itapemirim. A partir dos anos 50 ela começou a ser explorada comercialmente, com objetivo de cultivar áreas consideradas marginais para *C. arabica* (BANDES, 1987). O surgimento do café solúvel nesta mesma década, e o emprego de café robusta em “blend” de café arábica torrado e moído foram responsáveis pelo grande aumento de demanda do produto (Ferrão et al. 2000).

De acordo com resultados de estudos efetuados, a incompatibilidade encontrada em *C. canephora* é do tipo gametofítica, indicando um loco S com, pelo menos, três alelos interagindo no sistema gametofítico (Conagin e Mendes, 1961). A observação do crescimento do tubo polínico no estilete, pelo método corado com azul de lactofenol descrito por Thompson (1979), e a análise dos cruzamentos entre as plantas com diferentes graus de parentesco efetuada por Berthaud (1980), corroboram as sugestões de Mônaco e Carvalho, (1972) de que o sistema de

incompatibilidade em *C. canephora* seja realmente de natureza gametofítica e, aparentemente, controlada por um único loco gênico com vários alelos.

As variedades de *C. canephora* apresentam grande diversidade genética em relação às características agronômicas e morfológicas, as quais se devem à própria origem da espécie (Carvalho, 1946; Berthaud e Charrier, 1988; Montagnon et al. 1998b; Dussert et al. 1999).

A variedade Kouilou ou Conilon assim conhecida no Estado do Espírito Santo, que pertence ao grupo Guineano, apresenta porte alto, caules ramificados, folhas maduras com comprimento e largura menores que às demais cultivares da espécie, folhas novas de coloração bronze, frutos vermelhos ou amarelos quando maduros, sementes pequenas e plantas resistentes, moderadamente resistentes e suscetíveis à ferrugem (Fazuoli, 1986; Fazuoli et al. 1999). Seu cultivo é bastante intenso nos Estados do Espírito Santo e Rondônia.

As plantas da variedade Robusta, representante do grupo Congolês, apresentam um ótimo vigor, folhas maduras com 17,4 cm de comprimento e 8,6 cm de largura, em média, enquanto as folhas novas são de coloração bronze (Aguiar et al. 2003), frutos vermelhos e sementes maiores que da variedade Kouilou. Estas plantas são resistentes ao agente da ferrugem e aos nematóides *Meloidogyne exigua*, *M. incognita* e *M. paranaensis*, tendo-se mostrado muito produtivas em experimentos no Estado de São Paulo e em alguns locais dos Estados do Mato Grosso e Rondônia (Fazuoli, 1986; Fazuoli et al. 1999).

As plantas da variedade Guarini possui porte alto e apresenta como características principais, o elevado potencial produtivo, folhas de coloração verde clara quando maduras com dimensões 17,1 cm de comprimento e 8,6 cm de largura (Aguiar et al. 2003), frutos e sementes maiores que da variedade Kouilou, bem como possui elevada resistência ao agente da ferrugem.

As plantas da variedade Bukobensis assemelham às plantas da variedade Robusta, sendo bem vigorosas e produtivas, com folhas maduras bem desenvolvidas e sementes grandes, além de serem resistentes à ferrugem.

As plantas da variedade Laurentii apresenta boa produtividade, folhas maduras de coloração verde-claro, com frutos e sementes pouco menores do que da variedade Robusta, assemelhando-se àqueles da variedade Kouilou. Apresenta plantas resistentes, moderadamente resistentes e também suscetíveis à ferrugem.

As plantas da variedade Aboatã IAC 2258 possui ótimo vigor e sistema radicular bem desenvolvido. Suas folhas maduras são de coloração verde-clara e bronze quando jovens. Seus

frutos são vermelhos e as sementes grandes, com comprimento médio de 9,4 mm. Apresenta resistência à ferrugem e aos nematóides *M. exigua* e *M. incognita*, sendo utilizada, com frequência, como porta-enxerto às cultivares de *C. arabica* nas regiões com solos infestados por esses nematóides (Fazuoli et al. 1986). De acordo com Aguiar et al. (2001), apresenta em suas sementes teores de cafeína e ácidos clorogênicos superiores comparativamente com as cultivares de *C. arabica*, enquanto que os teores de sacarose e trigonelina são inferiores.

As diferenças entre as variedades de *C. canephora* não se limitam às características morfológicas e agrônômicas, podendo ocorrer, também, ao nível molecular e bioquímico (Ky et al. 2001a).

A espécie *C. congensis* foi descoberta primeiramente em 1884, adaptando-se às regiões equatoriais de baixa altitude às margens do rio Congo, na África central, no norte do Zaire e de Angola. É uma planta diplóide, que se multiplica, naturalmente, por fecundação cruzada. A planta é de porte baixo com 2 m a 4 m de altura, apresenta bom vigor vegetativo, folhas maduras pequenas com 8 cm a 12 cm de comprimento e 2,5 cm a 4 cm de largura, folhas novas de coloração bronze, frutos vermelhos-alaranjados quando maduros, sementes pequenas, extenso sistema radicular, sendo tolerante a solos encharcados, com resistência ao agente da ferrugem, nematóides como *M. exigua* e *M. incognita* e ao bicho-mineiro (Fazuoli et al. 1999).

A primeira espécie descoberta na África oeste foi *C. liberica* em 1792 (Berthaud e Charrier, 1988). Segundo Anthony (1992), existem duas formas, uma guineana (*C. liberica* var. *liberica*) e outra congoleza (*C. liberica* var. *dewevrei*). A *C. liberica* var. *liberica* estende-se do Sul da Guiné, Costa do Marfim, Libéria, Gana e Zaire até o Norte de Angola. Já a forma *C. liberica* var. *dewevrei*, também conhecida por *C. dewevrei*, é encontrada no Zaire e Camarões. O Banco de Germoplasma do IAC possui as populações de *C. liberica*: *Liberica*; *Dewevrei de wild*; *Dewevrei uganda*; *Dewevrei dibowskii*; *Dewevrei abeokutae* e *Dewevrei excelsa*. Todas estas plantas são diplóides e auto-incompatíveis, com porte muito alto, chegando a 20 m de altura, apresentam folhas maduras verdes com, aproximadamente, 14 cm a 38 cm de comprimento e 5,5 cm a 20,5 cm de largura, folhas novas de coloração bronze, frutos vermelhos, quando maduros, sendo resistentes ao agente da ferrugem, nematóides e ao bicho-mineiro (Fazuoli et al. 1999).

A espécie *C. stenophylla* também foi descoberta na África oeste, sendo nativa das Florestas das regiões tropicais da República da Guiné, Serra Leoa e Costa do Marfim, encontrada nas margens dos afluentes do rio Nunez, em altitudes de 400 a 700 metros. É uma planta diplóide, auto-incompatível, apresenta porte alto, com aproximadamente 3 m a 6 m de altura,

folhas maduras de coloração verde, com tamanho aproximado de 8 cm a 14 cm de comprimento e 1,5 cm a 4 cm de largura, folhas novas bronzeadas, frutos pretos quando maduros e resistência à seca e ao bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) (Fazuoli et al. 1999).

A espécie *C. racemosa* é nativa das savanas de Moçambique e do Sul da Tanzânia, regiões secas, com aproximadamente, 1.000 metros de altitude. As plantas dessa espécie são arbustos com altura, aproximada, de 3 metros, folhas maduras verde, pequenas com 1,5 cm a 5 cm de comprimento e 1 cm a 2,5 cm de largura, sem ondulação nas bordas, folhas novas de coloração verde-claro, flores arroxeadas, fruto roxo quando maduro. As plantas são diplóides, multiplicando-se, predominantemente, por fecundação cruzada, possui resistência ao bicho-mineiro e à seca, além de ser extremamente precoce em relação ao desenvolvimento e à maturação dos frutos (Guerreiro Filho, 1992).

A espécie *C. salvatrix*, com distribuição mais limitada ao Sul de Moçambique, apresenta plantas com 2 m a 5 m de altura, folhas maduras de coloração verde com 6 cm a 12,2 cm de comprimento e 2,5 cm a 5,6 cm de largura, folhas novas de cor bronze, frutos com estrias, de coloração preta quando maduros e sementes pequenas. Esta espécie apresenta resistência ao bicho-mineiro, é diplóide, multiplicando-se, predominantemente, por fecundação cruzada (Fazuoli et al. 1999).

A espécie *C. eugenioides* é originária de regiões de maior altitude entre 1000 m e 3000 m, que separam as bacias dos rios Congo e Nilo, em Uganda, Quênia, Zaire e Zâmbia. É uma espécie diplóide, auto-incompatível, apresenta como características peculiares plantas com porte baixo, com altura média de 2 m a 3 metros, folhas maduras de coloração verde, pequenas com 3 cm a 7,5 cm de comprimento e 1,2 cm a 3 cm de largura, folhas novas bronzeadas, frutos vermelhos, sementes bem pequenas e possui resistência à ferrugem (Fazuoli et al. 1999).

A espécie *C. kapakata* é encontrada ao norte de Angola, especificamente, na região do Amboim. Apresenta caule alaranjado, porte baixo com altura entre 1 m a 3,5 m, folhas maduras pequenas, sem ondulação nas bordas, com tamanho médio de 2,5 cm a 4 cm de comprimento e 1,2 cm a 2 cm de largura. Suas folhas novas são bronzeadas e os frutos maduros são vermelhos-alaranjados, apresentando ondulações, com formato parecido a de uma “carambola”. É uma planta diplóide, auto-incompatível e multiplica-se por fecundação cruzada (Fazuoli et al. 1999).

Como observado, estas diferentes espécies apresentam grande variabilidade genética em relação a diversas características, tais como: coloração do caule, tamanho da planta, folhas, frutos

e sementes, resistência a fatores bióticos e abióticos, sistema radicular, componentes químicos e qualidade da bebida.

Embora a maior parte dessas espécies não sejam cultivadas economicamente, pois apresentam reduzida produção de flores, elas constituem importante germoplasma para o programa de melhoramento do cafeeiro, em vista da diversidade genética existente nelas.

Harlan e De Wet (1971) propuseram um modelo de classificação informal de espécies, aplicado ao gênero *Coffea*. Os autores indicaram a existência de um grande potencial para o melhoramento de *C. arabica* (reserva primária) concentrado na reserva gênica secundária (*C. canephora*, *C. congensis*, *C. racemosa* e *C. liberica*).

Segundo Medina Filho et al. (1984), espécies pertencentes à reserva secundária, vêm sendo aproveitadas como importantes fontes de resistência a pragas, moléstias, nematóides e a condições adversas de ambiente. No entanto, há dificuldades no aproveitamento dessas espécies para o melhoramento de *C. arabica*, uma vez que esta espécie é tetraplóide e as demais espécies do gênero *Coffea* são todas diplóides.

### **2.1.3 Critérios utilizados nos estudos de caracterização de cafeeiros**

Entre as principais linhas de pesquisa utilizadas nas investigações da diversidade genética de cafeeiros podem ser citados os estudos de caracterizações por meio de variáveis morfológicas, agronômicas e tecnológicas, pesquisas citológicas, perfil molecular e também a localização geográfica (região de ocorrência) dos materiais. Esses estudos visam tanto agrupar os diferentes materiais, como também mensurar a variação existente entre e dentro dos mesmos, para posterior uso no melhoramento das espécies cultivadas.

No que se refere à localização geográfica das espécies, estas foram divididas em três grupos segundo Lefer (1994): (i) oeste da África e África central; (ii) leste da África e (iii) Madagascar e Ilhas vizinhas.

As espécies do grupo (i) oeste da África e África central abrangem uma enorme região que vai desde Guiné ao Congo, correspondendo, essencialmente, uma densa floresta úmida com altitudes média inferiores a 1000 m. As regiões mais baixas, com cerca de 400 m de altitude localizam-se no Zaire e as mais altas (800 m) em Camarões.

Por outro lado, as espécies do Leste da África (ii), são nativas de uma região delimitada ao oeste do Congo, estendendo-se pela Etiópia indo até Moçambique e África do Sul. Ao contrário das espécies do oeste da África e África central, essa região corresponde, essencialmente, às Florestas secas ou áreas montanhosas com altitudes de até 2100 m.

As espécies do grupo (iii) de Madagascar e Ilhas vizinhas (Reunião e Maurícia), são nativas dessa região e possuem uma grande diversidade genética com, aproximadamente, cinquenta e seis espécies descritas. Essa diversidade é proveniente da especiação das espécies devido às condições físicas muito acidentadas e aos numerosos microclimas presentes ao longo dessas ilhas.

A característica morfológica é um parâmetro importante para descrever a variabilidade presente entre e dentro das espécies, que vem sendo, constantemente, utilizadas em estudos de caracterização por diversos autores. As variáveis mais utilizadas são relacionadas com as características das plantas (porte e ramificação do caule), das folhas (comprimento, largura, comprimento do pecíolo, cor do broto, cor das folhas maduras, forma, ondulação das bordas, intensidade da ondulação das bordas, domácia e pubescência), das flores (localização e desenvolvimento das flores, localização das anteras e estilo-estigmas e compatibilidade), dos frutos (comprimento, largura, tamanho, formato, cor, grau de aderência ao ramo e porcentagem de frutos com lojas desprovidas de uma ou duas sementes) e de sementes (coloração do endosperma, tipo).

Aguiar et al. (2000), caracterizando diferentes linhagens e cultivares de *C. arabica* e a cv. Apoatã de *C. canephora*, concluíram que as variáveis morfológicas das folhas (comprimento, largura e comprimento do pecíolo) foram efetivas na discriminação dessas espécies.

Já Pinilla et al. (2000) utilizaram a densidade de estômatos, comprimento das células estomáticas, número de cloroplastos presentes nas células companheiras e o índice foliar para discriminar as espécies *C. arabica*, *C. canephora* e eventuais híbridos entre elas. Em função dos materiais apresentarem diferentes ploidias, os autores separaram os diferentes grupos pré-estabelecidos. No entanto, essas variáveis não seriam eficientes na discriminação de espécies com a mesma ploidia.

Em estudo mais recente, Aguiar et al. (2003), verificaram que a utilização de características morfológicas das folhas tais como: comprimento, largura e intensidade da

ondulação das bordas foram eficientes para diferenciar as espécies *C. canephora*, *C. congensis* e eventuais híbridos entre elas.

No que se refere às características agronômicas utilizadas nesses tipos de estudos, destacam-se o ciclo de maturação e a resistência tanto a fatores bióticos como abióticos.

Medina Filho et al. (1977) estudaram a resistência de cafeeiros ao ataque do bicho-mineiro, tendo observado entre as espécies diplóides analisadas, acentuada variabilidade em relação ao ataque pelo bicho-mineiro. As espécies *C. canephora* e *C. bengalensis* (atualmente *P. bengalensis*) mostraram-se suscetíveis, enquanto *C. kapakata*, *C. eugenioides*, *C. liberica* e *C. racemosa* indicaram baixas porcentagens de folhas atacadas. A espécie *C. stenophylla* revelou-se, praticamente, imune ao ataque dessa praga.

No estudo sobre a caracterização de cultivares de *C. arabica* mediante a utilização de trinta e oito variáveis, das quais, algumas características agronômicas (porte, resistência à ferrugem e ciclo de maturação) foi possível discriminar as dez cultivares analisadas (Aguiar et al. 2004).

Com relação aos estudos citológicos, diversos autores buscam caracterizar as espécies com base em diferentes técnicas. No estudo realizado por Pierozzi et al. (1999) os autores utilizaram a metodologia de banda-C em cromossomos mitóticos em duas espécies: *C. canephora* e *C. liberica*. Embora essa técnica seja efetiva na caracterização cromossômica de vários grupos vegetais, a mesma não revelou heteromorfismo de bandas, de maneira suficiente que permitisse uma caracterização, relativamente, fácil e efetiva das espécies analisadas.

Outros trabalhos envolvendo a caracterização de cromossomos na fase meiótica do paquiteno (Pinto-Maglio e Cruz, 1987; Pinto-Maglio e Cruz, 1998), realizados em nove espécies diplóides de *Coffea* e em *C. arabica*, evidenciaram que são eficientes na identificação dos cromossomos destas espécies. Entretanto, a técnica de caracterização em paquiteno também não ofereceu a facilidade necessária para efetuar a detecção de cromossomos individuais dentro e entre os diferentes genomas.

Atualmente, com a disponibilização de técnicas de citogenética molecular, Fluorescent in situ Hybridization (FISH) e Genomic in situ Hybridization (GISH), ou seja, hibridação fluorescente de DNA genômico total, a caracterização de cromossomos se baseia na presença específica de DNA, fazendo com que os cromossomos se destaquem dentro dos genomas por meio de sinais fluorescentes (Raina et al. 1998; Lashermes et al. 1999).

Barbosa et al. (2001) caracterizaram citologicamente três espécies (*C. eugenioides*, *C. canephora* e *C. liberica*) de café utilizando bandamento com fluorocromos e hibridação *in situ*. Os autores verificaram que o bandamento com a cromomicina mostrou-se positivo e apresentou diferenças em intensidade e número de bandas nas três espécies. Igualmente, a técnica de hibridação *in situ* revelou diferenças nas regiões nucleolares para as espécies.

Os progressos da biologia molecular permitiram o desenvolvimento de algumas técnicas de marcadores moleculares, capazes de indicar com precisão as variações genéticas presentes no DNA de qualquer organismo. O desenvolvimento do princípio de reações de polimerização em cadeia ou Polymerization of Chain Reaction (PCR) para as análises de seqüência de nucleotídeos (Saiki et al.1988) revolucionaram os estudos de marcadores moleculares.

Os marcadores moleculares como Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) e Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP) têm sido extensivamente e com sucesso usados para caracterizar as espécies de plantas e quantificar a diversidade genética inter e intra espécies.

Lashermes et al. (1993) utilizaram a técnica de RAPD para analisar a variabilidade genética e as relações entre espécies de café. Os autores observaram que as espécies do oeste da África e África central (*C. canephora*, *C. liberica*, *C. congensis* e *C. stenophylla*) e do leste da África (espécies provenientes das regiões de florestas altas do Quênia e Etiópia: *C. arabica* e *C. eugenioides*) apresentaram alta similaridade. A espécie *C. resinosa* originária de Madagascar mostrou-se bem diferenciada das demais, como também havia sido observado para *C. pseudozanguebariae*, sendo esta, nativa da região do Leste da África. Esses resultados corroboram os resultados descritos por Berthaud (1986), o qual baseou-se em estudos morfológicos e citológicos para essa caracterização.

Ruas et al. (1999), estudaram a variabilidade genética de sete diferentes espécies de *Coffea* e seis híbridos interespecíficos por meio da técnica RAPD. Os autores concluíram que essa técnica pode ser aplicada com sucesso para análise da relação filogenética entre as espécies, sendo útil, também, para deduzir os prováveis parentais dos híbridos em estudo.

Mais recente, Teixeira-Cabral et. al. (2000) investigaram quatro espécies de *Coffea* e alguns híbridos triploídes e tetraploídes por meio da técnica RAPD e observaram diferenças significativas entre os materiais, tendo concluído que o agrupamento, com base nesse estudo, corroboraram as relações genéticas previamente conhecidas.

Maluf et al. (2005) utilizaram as técnicas RAPD, microsátélites e Amplified Fragment Length Polimorfism (AFLP) para caracterizar oito cultivares e dezenove linhagens de *C. arabica*. De acordo com o polimorfismo observado dos resultados, não foi possível agrupar linhagens de uma mesma cultivar, evidenciando a limitada base genética, bem como a reduzida variabilidade do germoplasma estudado.

#### **2.1.4 Caracterização química**

Os programas de melhoramento de plantas, embora sejam atividades dinâmicas e interligadas com outras áreas de conhecimento (fitopatologia, virologia, nematologia, entomologia e fitotecnia), dependem, fundamentalmente, da diversidade genética presente no germoplasma disponível em relação ao caracter pesquisado.

Para que essa diversidade possa ser devidamente aproveitada no melhoramento de plantas, há necessidade, entretanto, de uma prévia caracterização e avaliação do germoplasma a utilizar. Dessa forma, os melhoristas podem definir o melhor emprego dos genes de importância, facilitando o desenvolvimento de novas cultivares.

Essas caracterizações vêm sendo realizadas por meio de diferentes estudos como mencionado no item anterior, e também por meio das características das sementes dos cafeeiros.

Prete (1992) citado por Chagas (1994), fez uma compilação dos teores médios dos principais constituintes químicos da café cru em *C. arabica*, sendo eles: água (8 a 12%); proteínas (9 a 16%); minerais (2,5 a 4,5%); lipídios (10 a 18%); carboidratos (20 a 25%); sólidos solúveis (24 a 31%); açúcares totais (5 a 10%); açúcares redutores (0 a 5%); ácidos clorogênicos (2 a 8,4%); cafeína (0,6 a 1,5%); potássio (1,35 a 1,88%) e trigonelina (0,7 a 1,4%). No entanto, essa composição química do grão cru do café depende de fatores genéticos, ambientais e condições de manejo pré e pós-colheita.

Dentre esses compostos, sobressaem os açúcares, compostos fenólicos (ácidos clorogênicos), cafeína, compostos voláteis, ácidos graxos, proteínas e algumas enzimas, cuja presença, teores e atividades conferem ao café um sabor e aroma peculiares. A formação do aroma é um processo muito complexo, sendo que alguns de seus precursores são os lipídios, a sacarose e a trigonelina. Por outro lado, os ácidos clorogênicos e a cafeína são os precursores da acidez do café (Montagnon et al. 1998).

Inúmeras investigações vêm sendo conduzidas tendo em vista buscar variáveis químicas relacionadas à qualidade da bebida do café (formação de "flavours" durante a torração), tais como a cafeína, trigonelina, ácidos clorogênicos e os açúcares (Pinto et al., 2000, Scholz et al. 2000). O estudo sobre a composição química do café obtido pela mistura de diferentes proporções de arábica (*C. arabica*), bebida riada e Conilon (*C. canephora*), Pereira et al. (2000) verificaram a existência de diferenças marcantes na composição química entre os grãos de café arábica e Conilon. O café Conilon caracterizou-se por apresentar menores teores de açúcares totais, açúcares não redutores, extrato estéreo e atividade da polifenoxidase, e por outro lado, exibiu valores superiores para açúcares redutores, acidez total titulável, pH e condutividade elétrica. Os autores sugeriram que estudos mais detalhados sobre os componentes estudados, bem como devem ser feitas investigações entre as cultivares de *C. canephora*.

Outras pesquisas buscam obter informações dos componentes químicos presentes na sementes do café e relacioná-los com a saúde humana (Encarnação e Lima, 2003). No entanto, a grande parte dos estudos abordam a caracterização por meio de diferentes variáveis químicas presentes nas sementes das espécies *C. arabica*, *C. canephora* e outras do gênero *Coffea* e *Psilanthus*.

Mazzafera et al. (1998) determinaram o teor de lipídios presentes nas sementes de dez espécies do gênero *Coffea*. De modo geral, os valores obtidos para a maioria das espécies situaram-se na faixa de 9% a 15%, sendo *C. salvatrix* a única exceção, apresentando 29% de óleo nas sementes.

No trabalho feito por Aguiar et al. (2001), os autores caracterizaram vinte e nove linhagens de *C. arabica* e a variedade Apoatã de *C. canephora* por meio das variáveis sacarose, proteína bruta, ácidos clorogênicos, trigonelina e cafeína. Os autores concluíram que as variáveis sacarose, ácidos clorogênicos e cafeína mostraram-se eficientes na discriminação dessas espécies, mas o mesmo não ocorreu para as variáveis trigonelina e proteína.

Mazzafera et al. (1997) determinaram o teor de cafeína em algumas espécies do gênero *Coffea* e do gênero *Psilanthus*. Os autores observaram que todas as espécies analisadas apresentaram uma enorme variação para o teor desse alcalóide, sendo que no gênero *Coffea*, as porcentagens obtidas foram bem superiores quando comparadas as espécies do gênero *Psilanthus*. Em outro estudo, Mazzafera e Magalhães (1991) quantificaram a cafeína em folhas e sementes de diferentes espécies de *Coffea*. Os autores observaram que em todas as espécies

analisadas, à exceção da variedade Laurina de *C. arabica*, o teor de cafeína nas folhas foi sempre menor do que o determinado nas sementes.

Em investigação sobre a variabilidade genética do teor de trigonelina em espécies de *Coffea*, Mazzafera (1991) observou grande variação para a característica entre as espécies analisadas assim como dentro da espécie *C. arabica*, com teores médios variando de 1,5% a 2,9% para as variedades Laurina e Semperflorens, respectivamente.

Martín et al. (1998) estudaram diferentes variáveis químicas (ácidos clorogênicos, cafeína, trigonelina, extrato aquoso, aminoácidos e polifenóis) em sementes de *C. arabica* e *C. canephora*. A análise destes componentes evidenciou que os ácidos clorogênicos e a cafeína foram efetivos na caracterização dessas espécies. Por outro lado, trigonelina e extrato aquoso apresentaram baixa eficiência neste tipo de estudo. De maneira geral, as amostras de *C. canephora* correlacionaram com as variáveis mais discriminantes (ácidos clorogênicos e cafeína).

Na mesma linha de pesquisa Guerrero e Suáñez (2001) investigaram a porcentagem de ácidos clorogênicos em diferentes genótipos de *C. arabica*, *C. canephora* e no híbrido entre essas espécies. Os resultados evidenciaram a presença de três grupos, sendo dois constituídos pelos genótipos de *C. canephora* e o outro pelos genótipos de *C. arabica* e do híbrido entre elas. Esses resultados indicam que o teor de ácidos clorogênicos pode ser utilizado como possível critério de seleção em diferentes genótipos de café.

A diversidade genética de cafeeiros selvagens de *C. arabica* e *C. canephora* foi estudada por Ky et al. (2001b) por meio dos componentes químicos encontrados nas sementes: cafeína, trigonelina, ácidos clorogênicos e sacarose. Os resultados obtidos revelaram que as espécies apresentaram diferenças significativas para todos os compostos analisados. A espécie *C. arabica* apresentou teores de trigonelina, sacarose, lipídios e carboidratos maiores, considerada como produtora de cafés com boa qualidade de bebida e, por outro lado, teores de cafeína e compostos fenólicos (ácidos clorogênicos) menores quando comparadas com *C. canephora*, sendo esta tida como produtora de cafés de bebida neutra e bebida inferior à *C. arabica*.

Clifford e Jarvis (1988) estudaram o teor de ácidos clorogênicos em sementes de cafeeiros tipo robusta provenientes de diferentes países. De acordo com os resultados, os autores distinguiram os cafeeiros representantes de Angola dos demais, e sugeriram que esta variável química pode ser utilizada como índice da provável origem geográfica.

Estudando o teor de ácidos clorogênicos e cafeína em sementes de cafeeiros dos gêneros *Coffea* e *Psilanthus* Clifford et al. (1989) e Anthony et al. (1993) observaram que essas variáveis poderiam ser utilizadas como um possível critério na taxonomia das espécies. Na mesma linha de pesquisa, Mazzafera e Guerreiro Filho (1998), determinaram diversos componentes químicos provenientes da polpa do fruto do café em diferentes espécies de *Coffea*. Com base na análise dos cinco componentes mais discriminantes, os autores conseguiram agrupar as diferentes espécies e sugeriram que estes componentes (não identificados) podem ser úteis em estudos da taxonomia das espécies do gênero *Coffea*.

Anthony et al. (1989) estudaram a diversidade dos teores de cafeína e ácidos clorogênicos presentes nas sementes de vinte e sete espécies do gênero *Coffea* e quatro do gênero *Psilanthus*, separando as espécies em dois grupos distintos à saber: (i) espécies "Malgaches" da seção *Mascarocoffea*, *C. pseudozanguebariae*, *C. salvatrix* e *Psilanthus* as quais apresentaram baixos teores de cafeína e ácidos clorogênicos e (ii) pelas espécies do gênero *Coffea* provenientes do Continente Africano, as quais apresentaram teores de cafeína e ácidos clorogênicos bastante variáveis.

Outros estudos visaram correlacionar o estágio de maturação dos frutos com os principais componentes químicos das sementes (Clifford e Kazi,1987). Mazzafera e Magalhães (1991) estudaram o teor de cafeína em frutos imaturos de diferentes espécies dos gêneros *Coffea* e *Psilanthus*, tendo observado que os frutos imaturos para a maioria das espécies estudadas, apresentaram teores mais elevados de cafeína comparativamente aos frutos maduros, em função da maior intensidade do metabolismo. Fato semelhante foi observado por Bertrand et al. (2003) no estudo sobre o teor de ácidos clorogênicos na espécie *C. pseudozanguebariae*.

Outra linha de pesquisa que vem sendo muito investigada, é a tentativa de relacionar o estudo da herança genética das variáveis cafeína, trigonelina, ácidos clorogênicos e sacarose em cafeeiros de diferentes espécies (Barre et al. 1998; Ky et al. 2001b; Montagnon et al. 1998a). Esses conhecimentos são de fundamental importância para os melhoristas, podendo intensificar o progresso dos componentes químicos em cafeeiros, tendo em vista sua transferência para as espécies comercialmente plantadas.

## 2.2 Material e métodos

### 2.2.1 Material vegetal

As sementes de 110 plantas de espécies e variedades mantidas no Banco de Germoplasma de Café do Centro de Análise e Pesquisa Tecnológica do Agronegócio do Café 'Alcides Carvalho' do Instituto Agrônomo de Campinas- IAC/APTA foram utilizadas no experimento.

Na Tabela 1 é apresentada a relação das espécies e suas variedades avaliadas, tendo sido empregadas sete espécies e treze variedades: *C. canephora* (6), *C. liberica* (4), *C. congensis* (3), *C. eugenioides*, *C. stenophylla*, *C. racemosa*, e *C. kapakata*.

Os frutos de cada planta foram colhidos individualmente no estágio de maturação cereja, durante o ano de 2002, cuja maturação variou em função da espécie e variedade botânica. Após a colheita os frutos eram descascados e lavados após a fermentação, secos ao sol em plástico perfurado até a umidade de, aproximadamente, 110 g. Kg<sup>-1</sup> depois do beneficiamento dos frutos as sementes de café cru eram moídas em moinho da marca Foss-Tecator refrigerado com água e peneiradas em peneira de 0,5 mm (ABNT 35, Tyler 32), as quais permaneciam acondicionadas em sacos plásticos até o momento das análises.

Tabela 1- Espécies, suas respectivas variedades e plantas de café analisadas

Espécie	Variedade	Plantas	Total
<i>C. canephora</i>	Apoatã	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	12
	Robusta	5, 10, 12	3
	Bukobensis	1, 2, 3, 5	4
	Laurentii	2, 3, 4, 7, 10, 11, 13	7
	Guarini	3, 4, 7, 9, 12, 13, 14, 15	8
	Kouilou 66	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14	13
<i>C. liberica</i>	Dewevrei excelsa	63, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 15	9
	Dewevrei de wild	5, 12, 13, 15	4
	Dewevrei dibowiskii	1, 3	2
	Liberica	1	1
<i>C. congensis</i>	-	11, 12, 14, 15, 83, 84, 85, 86, 87, 106, 107, 110	12
	Uganda	1, 3, 4, 5, 8, 10, 11, 13, 14	9
	Bangelan	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 14	11
<i>C. eugenioides</i>	-	1, 2, 3, 4, 8, 10	6
<i>C. stenophylla</i>	-	2, 9, 10	3
<i>C. racemosa</i>	-	2a, 2b, 5a, 9a, 9c	5
<i>C. kapakata</i>	-	7	1
Total			110

### 2.2.2 Metodologia analítica

Para a caracterização das diferentes espécies e variedades botânicas de cafeeiros (Tabela 1) foram feitas análises das variáveis relacionadas com a composição química das sementes. As referidas variáveis (umidade, sólidos solúveis, lipídios, trigonelina, ácidos clorogênicos e cafeína) encontram-se descritas a seguir:

**2.2.2.1 Umidade:** Para determinar o teor de umidade das sementes utilizaram-se, aproximadamente, 5 gramas de café cru a qual foi colocada em placa de Petri e mantida em estufa a  $105 \pm 1^\circ \text{C}$  até massa constante (MARA, 1992).

**2.2.2.2 Sólidos solúveis:** O teor de sólidos solúveis foi determinado em 10 gramas de café verde seco e moído obtida em amostras de cada uma das 110 plantas individualmente. Adotou-se a metodologia da AOAC (1997), descrita no protocolo nº 15.034.

**2.2.2.3 Lipídios:** Para a determinação dos lipídios totais utilizaram-se aproximadamente 5 gramas de café cru moído. A extração foi feita com cerca de 100 ml de éter de petróleo em sobrefluxo por um período de 16 horas em aparato “Butt”. A pesagem do material sólido foi feita após a secagem durante uma noite em temperatura ambiente e durante 30 minutos em estufa a  $105^\circ \text{C}$ . A concentração de lipídios foi calculada pela diferença entre a massa de café inicial e a desengordurada e seca durante 30 minutos e 1 hora em estufa à  $105^\circ \text{C}$  (Mazzafera et al. 1998).

**2.2.2.4 Trigonelina, ácidos clorogênicos e cafeína:** Os componentes químicos trigonelina, ácidos clorogênicos e cafeína foram extraídos em metanol 70% a  $60^\circ \text{C}$  (Mazzafera, 1999), tendo sido analisados por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) de acordo com a adaptação feita na metodologia de Casal et al. (2000). Para tanto, foi utilizada uma coluna de fase reversa C18 Shim-pack CLC-ODS (M) de 4,6 x 250 mm, com 5  $\mu\text{m}$  de diâmetro de partícula e pré-coluna de 4 x 1 mm, com o mesmo recheio, ambas da marca Shimatzu. A eluição foi isocrática com fase móvel composta por metanol: ácido acético: água (30:0,3:69,7; v:v:v), vazão de 1 ml/minuto a  $22^\circ \text{C}$ . A concentração dos compostos foi determinada pela relação entre as áreas dos picos de cafeína, trigonelina e ácidos clorogênicos da amostra com base nos padrões de trigonelina, ácidos clorogênicos e cafeína de concentrações conhecidas.

#### **2.2.2.5 Análises estatísticas**

O delineamento estatístico adotado foi de blocos ao acaso. Para o arranjo dos efeitos analisados seguiu-se o esquema hierárquico com os dados totalmente aninhados, em que as plantas de cada variedade ou espécies refletem o fator de aninhamento (Pezzopane et al. 2004).

Os resultados foram submetidos à análise da variância pelo software MINITAB versão 13. Por essa análise foram obtidos os coeficientes e as amplitudes de variação (diferença entre o maior e o menor valor amostral expressa como porcentagem em relação a média da variável em questão). Para a comparação entre as médias foi adotado o teste de Tukey, com 5% de probabilidade (Banzatto e Kronka, 1995).

Posteriormente, os dados foram submetidos também à análise multivariada (Silvarolla et al. 1997), por meio do software ESTATÍSTICA, sendo dividido pela seguinte ordem:

- a) Análise em Componentes Principais (ACP);
- b) Análise Fatorial Discriminante (AFD), para classificar os tratamentos (variedades ou espécies) nos grupos estabelecidos pela ACP, além do que permite verificar se os grupos estão ou não classificados adequadamente. A partir desta análise obteve-se a matriz de classificação e a distância de Mahalanobis dos materiais.

## 2.3 Resultados e discussão

Os resultados obtidos para a umidade das sementes encontram-se no Apêndice 1. De maneira geral as amostras mostraram-se bem homogêneas sob as condições de armazenamento, variando de 9,7 % e 11,4 %, estando de acordo com a faixa ideal de secagem (Instituto Brasileiro do Café, 1977).

### 2.3.1 Componentes químicos em *C. canephora*

Os resultados obtidos referentes aos componentes químicos: sólidos solúveis, lipídios, trigonelina, ácidos clorogênicos e cafeína nas seis variedades de *C. canephora* estão apresentados na Tabela 2.

Os coeficientes de variação obtidos a partir da análise da variância foram de 2,49% a 3,96% para os teores de sólidos solúveis e trigonelina, respectivamente. Esses resultados indicam que houve uma boa precisão experimental.

Os resultados dos componentes químicos analisados apresentaram grande variação nos teores dentro das seis variedades estudadas. Essa variabilidade encontrada entre cafeeiros de uma mesma variedade deve-se em grande parte às diferenças genéticas existentes entre eles, pois são plantas alógamas as quais foram obtidas via sexuada (semente), o que explica tais variações. Fato semelhante foi observada entre as variedades, a qual se deve, principalmente, à origem genética da espécie, cuja região de ocorrência é muito ampla (Dussert et al. 1999).

Tabela 2 - Composição química de sementes em seis variedades de *C. canephora*

Variedades	Coleção	Sólidos solúveis*	Lipídios*	Trigonelina*	Acidos Clorogênicos*	Caféina*
g / 100 g						
Apoatã	1	27,46	9,80	1,25	5,90	2,49
	2	25,40	8,79	1,00	5,06	2,28
	3	28,34	8,13	1,04	5,58	2,46
	4	25,22	10,49	1,13	5,99	2,30
	5	30,68	9,00	1,59	5,12	2,55
	6	26,19	8,73	1,33	5,68	2,22
	7	27,95	8,55	1,10	6,08	2,50
	8	26,43	9,31	1,02	5,31	2,36
	9	27,46	10,36	0,94	4,89	2,10
	10	28,37	9,18	1,14	5,50	2,69
	11	30,56	9,57	0,81	5,66	1,97
	12	27,07	10,41	0,89	4,95	2,26
	<b>Média**</b>	27,59 a	9,36 b	1,10	5,48 a	2,35 bc
Robusta	5	26,91	10,82	1,01	5,27	2,15
	10	25,12	12,27	1,01	5,49	2,00
	12	24,53	9,64	0,97	5,68	2,22
	<b>Média**</b>	25,52 b	10,91 a	0,99	5,48 a	2,12 c
Bukobensis	1	27,19	8,76	1,09	5,89	3,14
	2	27,09	10,58	1,27	5,39	2,97
	3	28,55	10,19	1,01	5,49	2,85
	5	29,71	8,20	0,87	5,37	2,60
		<b>Média**</b>	28,13 a	9,44 b	1,06	5,53 a
Laurentii	2	28,58	9,80	1,31	5,95	2,57
	3	26,63	8,87	1,08	5,79	2,22
	4	29,12	8,13	1,03	5,07	3,11
	7	28,87	7,61	0,83	6,04	3,26
	10	30,28	9,17	0,93	4,96	2,56
	11	26,95	10,98	0,95	5,03	2,53
	13	29,72	8,92	1,14	5,87	2,48
	<b>Média**</b>	28,59 a	9,07 b	1,04	5,53 a	2,68 a
Guarini	3	26,94	9,45	0,97	5,15	2,63
	4	30,66	8,63	0,94	5,51	3,29
	7	29,43	8,89	0,89	5,20	2,61
	9	27,95	8,18	1,09	5,35	3,08
	12	28,11	10,22	1,20	6,30	2,58
	13	30,46	8,80	1,33	5,47	3,01
	14	27,03	9,59	1,15	5,57	2,77
	15	28,63	10,40	0,93	5,86	3,15
		<b>Média**</b>	28,65 a	9,27 b	1,06	5,55 a
Kouilou 66	1	27,36	7,75	1,28	5,70	2,41
	2	27,05	7,29	1,17	4,64	2,62
	3	28,63	6,89	1,10	5,23	3,04
	4	28,06	7,36	1,13	5,33	2,81
	5	26,72	6,79	0,88	3,91	2,13
	6	27,09	6,80	0,78	4,58	2,17
	7	27,17	7,30	1,04	4,63	2,07
	8	28,28	6,61	1,14	4,69	2,82
	9	29,59	8,53	0,73	5,48	2,54
	10	30,28	8,83	0,96	3,96	2,23
	11	26,02	7,12	0,74	3,30	1,94
	13	30,14	7,32	1,05	4,97	2,54
	14	28,00	6,70	0,76	4,46	2,12
		<b>Média**</b>	28,03 a	7,33 c	0,98	4,68 b
<b>C.V. (%)</b>		2,49	3,39	3,96	2,75	2,55

\* Média de duas repetições;

\*\* Médias seguidas de letras diferentes diferem ao nível de 5% de probabilidade.

C.V.(%) = Coeficiente de variação.

### 2.3.1.1 Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis em grãos de café é importante principalmente porque guarda uma relação direta com o rendimento industrial, assim como a sua relação com o sabor e o corpo da bebida. Dessa forma, os programas de melhoramento da espécie *C. canephora* devem buscar e selecionar plantas com altos teores desse componente em suas sementes, cujas variedades poderiam ser divididas em dois grupos: (i) Apoatã, Bukobensis, Laurentii, Guarini e Kouilou 66 e (ii) Robusta (Tabela 2).

Os teores médios de sólidos solúveis obtidos nas variedades Apoatã, Bukobensis, Laurentii, Guarini e Kouilou 66 (grupo i), variaram entre 27,59% a 28,65%. Os maiores valores de sólidos solúveis encontrados nos cafeeiros para cada uma das variedades deste grupo foram: 30,68% para Apoatã; 26,91% para Robusta; 29,71% para Bukobensis; 30,28% para Laurentii; 30,66% para Guarini e 30,28% para Kouilou 66. As amplitudes de variação entre as diferentes variedades ficaram entre 9,3% e 19,8%, respectivamente para Robusta/Bukobensis e Apoatã. As variedades do grupo i embora não tenham diferenciado entre si, apresentaram valores superiores quando comparadas a Robusta. Estes resultados corroboram os valores relatados por Jacintho (2002) para as variedades Apoatã (31,2%), Laurentii (31,8%), Guarini (27,5%) e Kouilou 66 (28,2%).

Os teores de sólidos solúveis encontrados nas plantas da variedade Robusta (grupo ii) apresentou, em média, a menor concentração com 25,52%. Este valor (25,52%) é inferior àqueles determinado por Jacintho et al. (2002) e Pereira et al. (2000), os quais foram iguais a 29,24% e 31,74%, nessa ordem. No entanto é semelhante aos resultados apresentados por Veneziano e Fazuoli (2000), os quais estudaram progênies das mesmas plantas e detectaram teores médios entre 27,9% e 29,4%. Como as plantas de *C. canephora* são alógamas é possível que essas variações se devam em parte, às diferenças genéticas existentes entre elas.

De acordo com os resultados obtidos pode-se afirmar que há possibilidade de selecionar plantas dentro das diferentes variedades com altos teores de sólidos solúveis, tendo em vista o melhoramento da espécie para esta característica química.

### 2.3.1.2 Lipídios

Segundo Pimenta (2003) os lipídios possuem um efeito benéfico na qualidade da bebida do café (aroma e sabor), pois durante a torração, os mesmos concentram-se nas áreas externas formando uma camada protetora na semente que evitam as eventuais perdas durante este processo. No entanto, parte dos lipídios são perdidos durante o processo de moagem, fato que explica porque os cafés de melhor bebida apresentam os maiores teores desse componente.

De acordo com os resultados obtidos, as variedades analisadas poderiam ser divididas em três grupos: (i) Robusta; (ii) Apoatã, Guarini, Laurentii e Bukobensis e (iii) Kouilou 66. Os maiores valores médios determinados para lipídios em cafeeiros de cada uma das seis variedades de *C. canephora* foram: 10,49% para Apoatã; 12,27% para Robusta; 10,58% para Bukobensis; 10,98% para Laurentii; 10,40% para Guarini e 8,83% para Kouilou 66.

A variedade Robusta (grupo i) apresentou o maior teor médio de lipídios, com média de 10,91%, e amplitude de variação de 24,1%, cujos resultados corroboram àqueles encontrados por Streuli (1973). No estudo feito por Freitas et al. (2003), os quais estudaram diferentes parâmetros no processo de extração de lipídios os autores encontraram teores muito semelhantes aos determinados neste trabalho (10,36%). Entretanto, Mazzafera et al. (1998) obtiveram teores um pouco inferiores, ao redor de 9,83%. No trabalho de Chassevent et al. (1973), em que os autores estudaram o teor de lipídios nas diferentes espécies do gênero *Coffea*, os mesmos determinaram, em média, 10,3% para a variedade Robusta de *C. canephora*, semelhante, portanto com os dados do presente estudo. A variedade Robusta pertence ao grupo Congolês que possui uma região de ocorrência bastante ampla. Desde que foi introduzida no Brasil, esta variedade vem sendo muito estudada no Instituto Agrônomo de Campinas e muitas seleções acham-se em estudo.

O teor de lipídios do grupo (ii) composto por Apoatã, Bukobensis, Laurentii e Guarini, encontrou-se porcentagens médias entre 9,07% e 9,44%. O menor e o maior teor foram observados nas variedades Laurentii e Bukobensis. Essas variedades apresentaram quantidades intermediárias entre as variedades Robusta e Kouilou 66 cujos resultados não puderam ser corroborados com outros trabalhos pela carência de informações na literatura sobre esse assunto. A variedade Apoatã com teor médio de lipídios igual a 9,36 % foi lançada e distribuída aos produtores a partir de 1987, a qual vem sendo muito utilizada como porta-enxerto para as variedades de *C. arabica* em regiões infestadas por nematóides do gênero *Meloidogyne* (Fazuoli

et al. 1999). Embora as variedades Apoatã, Bukobensis, Laurentii e Guarini tenham a mesma origem e características fenotípicas semelhantes às daquelas da Robusta (Aguiar et al. 2003), as diferenças observadas no teor de lipídios podem ser explicadas pelas suas constituições genéticas, isto é, apresentarem em graus variáveis um grande número de locos em heterozigose (Berthaud e Charrier, 1988).

O teor médio de lipídios encontrado na variedade Kouilou 66 (7,33%) do grupo (iii) e amplitude de variação de 30,3% corroboram com os dados obtidos por Mazzafera et al. (1998) (8,08%). Observa-se que esta variedade ficou caracterizada por possuir o menor valor para esta característica. Trata-se da variedade de café de *C. canephora* mais plantada no Brasil (Matiello, 1998), especialmente no Estado do Espírito Santo, onde é conhecida como Conilon e corresponde por 60% da produção total de café (Ferrão et al., 2000). Este teor de lipídios encontrado nesta variedade pode estar relacionado com sua característica genotípica distinta das demais variedades analisadas. Um fato interessante observado foi a coincidência desta variedade pertencer à outra região de ocorrência, denominada grupo Guineano. Segundo Ky et al. (2001a) alguns componentes químicos tais como cafeína e ácidos clorogênicos são influenciados pela origem geográfica da variedade ou população em questão. Os resultados do presente trabalho destacam a diferença entre ambas pelo teor de lipídios determinados na semente.

De acordo com a magnitude de variação encontrada, tanto dentro (amplitude de variação) como entre as variedades, sugere-se que plantas de variedades com boas características morfo-agronômicas, associada à maior concentração desse composto em suas sementes sejam utilizadas em futuros programas de melhoramento da espécie, tendo em vista o aumento desta substância, bem como um possível ganho na qualidade de sua bebida.

Segundo Montagnon et al. (1998a) a quantidade de lipídios possui uma herdabilidade muito alta indicando a possibilidade de seleção nas primeiras gerações e, conseqüentemente, um alto índice de eficiência durante o processo. Este componente químico, entretanto, possui correlação genética negativa com sacarose, ou seja, o aumento do teor de um deles ocasiona a diminuição do outro. Este conhecimento sugere que seus metabolismos estejam diretamente interligados. Neste caso, deve-se fazer a seleção de cafeeiros para maximizar os ganhos genéticos, uma vez que estas variáveis (sacarose e lipídios) apresentam efeitos benéficos na qualidade da bebida do café.

### 2.3.1.3 Trigonelina

A importância da trigonelina do café está relacionada tanto ao aspecto nutricional, pois durante a torração parte dela transforma-se em ácido nicotínico, especificamente em niacina, uma vitamina do complexo B, a qual aumenta em até dez vezes a sua concentração, como também com a qualidade da bebida do café, pois são formados inúmeros produtos a partir dela durante a torração, dos quais nove deles são encontrados no aroma do café arábica (Viani e Horman 1975).

O teor de trigonelina em sementes de cafeeiros varia sensivelmente entre as diferentes espécies do gênero *Coffea*. No entanto, entre as variedades de *C. canephora* avaliadas, as diferenças na concentração deste alcalóide são bastante reduzidas, indicando que este componente químico não é adequado para a discriminação entre variedades dessa espécie (Tabela 2). De maneira geral, os resultados obtidos são bastante semelhantes aos descritos por Macrae (1988).

Observa-se pelos resultados que as diferentes variedades não se diferiram entre si, a 5% de probabilidade, sendo o menor valor encontrado na variedade Kouilou 66, com média de 0,98% e amplitude de variação de 56,1%. Matiello et al. (1987), estudaram a variação do teor de trigonelina em plantação comercial de café Kouilou (Conilon), tendo os autores detectado valores extremos de 0,77% a 1,21%, quantidades que corroboram os dados do presente estudo. Deve-se ressaltar a grande variabilidade no teor desse alcalóide entre as plantas da variedade Kouilou 66, comprovado pela alta amplitude de variação.

Em posição intermediária, encontram-se as variedades Bukobensis, Guarini, Laurentii e Robusta, caracterizadas por apresentar valores médios entre 0,99% e 1,06%. No estudo realizado por Mazzafera (1990) o autor encontrou valor bastante elevado para Guarini, com média de 3,08%, teor muito superior ao observado no presente estudo.

Nos estudos envolvendo cafeeiros da variedade Robusta de *C. canephora* realizado por Ky et al. (2001b), os autores verificaram a presença de grande variabilidade para o teor desse alcalóide nas sementes das plantas, com valores extremos entre 0,75% a 1,24%, corroborando, portanto, os teores médios observados no presente estudo (0,99%).

A variedade Apoatã caracterizou-se por apresentar o maior valor para a trigonelina, com média de 1,10% e também a maior amplitude de variação 70,9%. Em estudo realizado por Aguiar et al. (2001) foram encontrados teores médios de 0,67%. No entanto, essa variação observada

entre os diferentes estudos deve-se as diferenças genéticas entre os materiais estudados, conforme afirmam Mazzafera e Guerreiro Filho, (1988), para os quais as sementes dessa espécie apresentam variabilidade genética, pois são constituídas predominantemente por endosperma triplóide (sendo  $2n$  cromossomos provenientes da planta mãe e  $1n$  da planta doadora do gameta masculino).

Embora as variedades não tenham diferido entre si, observou uma considerável variação dentro das progênies das diferentes variedades, com amplitudes de variação de 4,0% a 70,9%, respectivamente, para Robusta e Kouilou 66, o que indica que esta característica é passível de seleção em programas de melhoramento do cafeeiro. Os maiores valores de trigonelina em cafeeiros para cada uma das seis variedades foram: 1,59% para Apatã; 1,01% para Robusta; 1,27% para Bukobensis; 1,31% para Laurentii; 1,33% para Guarini e 1,28% para Kouilou 66.

#### **2.3.1.4 Ácidos clorogênicos**

Segundo Amorim e Silva (1968) os compostos fenólicos, principalmente os ácidos clorogênicos exercem uma ação protetora, antioxidante dos aldeídos. Assim, em virtude de condição adversa aos grãos (colheita inadequada e processamento), as polifenoloxidasas agem sobre os polifenóis diminuindo sua ação e facilitando sua oxidação, interferindo no sabor e no aroma do café após a torração.

As variedades estudadas considerando os teores de ácidos clorogênicos encontrados poderiam ser divididas em dois grupos: (i) Apatã, Robusta, Bukobensis, Laurentii e Guarini e (ii) Kouilou 66. Os maiores valores dos teores de ácidos clorogênicos para cada uma das variedades de *C. canephora* foram: 5,99% para Apatã; 5,68% para Robusta; 5,89% para Bukobensis; 6,04% para Laurentii; 6,30% para Guarini e 5,70% para Kouilou 66.

As variedades Apatã, Robusta, Bukobensis, Laurentii e Guarini apresentaram os maiores valores para a quantidade de ácidos clorogênicos, com valores médios de 5,48% a 5,55%, respectivamente para as variedades Apatã, Robusta e Guarini. As amplitudes de variação observadas entre as variedades variaram entre 7,5% a 51,3%, respectivamente para Robusta e Kouilou 66. As variedades Apatã, Bukobensis, Laurentii e Guarini apresentaram, em geral, teores médios de ácidos clorogênicos muito semelhantes entre si, provavelmente por serem materiais genéticos aparentados, pois são cafeeiros selecionados a partir da variedade Robusta.

Em investigação sobre a variação dos teores químicos em cafeeiros da variedade Robusta, Martín et al. (1998) detectaram valores médios de 3,3% a 5,6% para essa variável, corroborando os resultados do presente trabalho. Outros estudos envolvendo a variedade Robusta foram realizados por Anthony et al. (1993), Clifford et al. (1989) e Anthony et al. (1989). No entanto, os autores detectaram teores médios pouco superiores aos obtidos no presente estudo, com teores médios de 8,29% a 8,67%. Aguiar et al. (2001) determinaram os teores desse componente químico na variedade Apoatã de *C. canephora* proveniente do município de Mococa, SP e encontraram valores médios de 7,69%. Essas diferenças observadas entre os diferentes grupos, devem-se as diferenças genéticas entre os materiais, a sua interação com o ambiente e também a metodologia adotada.

No que se refere à variedade Kouilou 66 (grupo ii), esta ficou caracterizada por apresentar o menor teor de ácidos clorogênicos, com média de 4,68%, e amplitude de variação de 51,3%, diferindo estatisticamente das variedades do grupo (i). Essa variedade é do grupo Guineano e ocorre numa região diferente das demais variedades, fato que poderia explicar a diferença observada entre os diferentes grupos.

### **2.3.1.5 Cafeína**

A cafeína é um dos principais componentes das sementes do cafeeiro, sendo a sua concentração no endosperma extremamente variável entre as variedades e as formas botânicas das espécies estudadas. As espécies do gênero *Coffea* nativas de Madagascar apresentam, em sua grande maioria, sementes desprovidas de cafeína (Anthony et al. 1993). Na espécie *C. arabica* os teores são bastante reduzidos, próximos de 0,6%, como foi determinado na variedade Laurina (Carvalho et al. 1965), assim como teores de 0,076% são encontrados em plantas silvestres provenientes da Etiópia (Silvarolla et al. 2004).

A espécie *C. canephora* por sua vez apresenta teores bem mais elevados, sendo conhecidos casos de clones com cerca de 3,5% de cafeína nas sementes. Ky et al. (2001a), estudaram cafeeiros selvagens provenientes de diferentes países do continente africano e segundo os autores foram determinados teores médios de 2,54%, com variação de 1,51% a 3,33%.

No presente estudo a concentração desse alcalóide variou entre 2,12% e 2,89%, respectivamente para as variedades Robusta, Bukobensis e Guarini. Observou-se também grande

variação entre as plantas das diferentes variedades analisadas, com amplitudes de variação de 10,4% a 45,5%, nessa ordem para as variedades Robusta e Kouilou 66. Esta constatação indica que há possibilidade de selecionar plantas de *C. canephora* com baixo ou alto teor de cafeína em suas sementes, de acordo com a exigência do mercado, quer seja para indústrias de café torrado com o objetivo de fazer “blends” ou para aquelas com a finalidade de produzir estimulantes. Os menores e os maiores valores de cafeína em cafeeiros para cada uma das variedades de *C. canephora* avaliadas no presente trabalho foram respectivamente: 1,97% e 2,69% para Apoatã; 2,00% e 2,22% para Robusta; 2,60% e 3,14% para Bukobensis; 2,22% e 3,26% para Laurentii; 2,58% e 3,29% para Guarini e 1,94% e 3,04% para Kouilou 66.

A cafeína apresenta uma alta herdabilidade, o que pode significar tratar-se de uma característica com poucos genes envolvidos na sua expressão, o que possibilita uma eficiente seleção. Segundo Montagnon et al. (1998a), a cafeína e os ácidos clorogênicos possuem correlação genética positiva. Esse conhecimento facilita o melhoramento de *C. canephora* tendo em vista a obtenção de cafeeiros tanto com baixos quanto altos teores de cafeína em suas sementes.

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo referentes aos teores de cafeína, as variedades analisadas poderiam ser divididas em três grupos: (i) Bukobensis, Guarini e Laurentii (ii) Kouilou 66 e Apoatã e (iii) Robusta.

As variedades Bukobensis, Guarini e Laurentii (grupo i), apresentaram os maiores teores para este alcalóide, com teores médios de 2,89% e 2,68%, respectivamente. Esses dados médios corroboram os resultados encontrados na literatura, em que os diferentes autores citam valores de 1,77% a 2,87% para Bukobensis, 0,93% a 2,36% para Guarini e 0,81% a 2,56% para Laurentii (Mazzafera et al. 1997; Mazzafera e Magalhães, 1991; Carvalho e Sondahl, 1983). Observe-se que a variedade Bukobensis apresentou a menor variação entre essas variedades, com amplitude de variação de 18,7%, o que pode estar relacionado com o número de genótipos analisados ou genótipos bem aparentados.

As variedades Apoatã e Kouilou 66 constituíram um grupo intermediário (grupo ii), com valores médios de 2,35% e 2,42% e amplitude de variação de 30,6% e 45,5%, respectivamente. Aguiar et al. (2001) estudaram as características químicas das variedades de *C. arabica* e *C. canephora*, tendo encontrado teores médios de 1,79% de cafeína para a variedade Apoatã. Já Carvalho e Sondahl (1983), determinaram valores médios de 2,07% para esta mesma variedade.

Essas diferenças se devem ao fato de que foram utilizadas plantas de diferentes locais, além do que os autores adotaram metodologias de extração e quantificação distintas.

A variedade Kouilou vem sendo objeto de estudo por diferentes pesquisadores, com destaque para os trabalhos de Anthony et al. (1993), Clifford et al. (1989), Mazzafera et al. (1997), Mazzafera e Magalhães, (1991), Matiello et al. (1987); Carvalho e Sondahl (1983). Nestes diferentes estudos, os valores médios para o teor de cafeína variaram de 1,41% a 3,26%, semelhante a variação observada no presente estudo, que foi de 1,94% a 3,04%. Esses dados indicam a grande variabilidade existente entre as plantas dessa variedade. Os menores valores foram quantificados na variedade Robusta (grupo iii), com média de apenas 2,12% e amplitude de variação de 10,4%, tendo sido quantificado 1,80% para a mesma variedade no estudo realizado por Mazzafera et al. (1997).

Dos diversos estudos envolvendo a variedade Robusta, podem ser citados os trabalhos de Mazzafera e Magalhães (1991); Carvalho e Sondahl, (1983); Clifford et al. (1989); Anthony et al. (1993), os quais determinaram teores médios de 1,71%, 1,97%, 2,29% e 2,48%, respectivamente. Esses valores também corroboram os resultados obtidos no presente trabalho.

Com a finalidade de identificar a existência de eventuais correlações entre as variáveis na discriminação das variedades de *C. canephora* foi feita uma análise em componentes principais (ACP).

A distribuição das seis variedades de *C. canephora* em função das características químicas das sementes estão apresentadas na Figura 1: 65,4% da variabilidade total do experimento é representada no plano  $\frac{1}{2}$ . O eixo 1, representa os ácidos clorogênicos e trigonelina, responsável por 36,3% da variabilidade total, enquanto o eixo 2, caracterizado pelos sólidos solúveis responde por 29,1% da variabilidade total. As variáveis trigonelina (TR) e ácidos clorogênicos (AC), situadas à esquerda no eixo 1, revelam alto índice de correlação entre si.

Como discutido, as características: sólidos solúveis, lipídios, ácidos clorogênicos e cafeína são eficientes para a discriminação das variedades de *C. canephora*, sendo possível observar a presença de grupos entre as variedades em função das diferentes características químicas analisadas.

As variedades Apotã, Bukobensis, Guarini e Laurentii, localizadas a esquerda da figura 1, formaram um grupo, e as variedades Robusta e Kouilou 66 por sua vez, localizadas à direita da figura 1, sendo a Robusta na parte superior e a Kouilou 66 na parte inferior, constituem outros

grupos distintos (2). É importante ressaltar que a variedade Robusta encontra-se mais próxima do grupo formado pelas variedades que foram originadas à partir de seleções em *C. canephora* var. Robusta, o que reforça a sua semelhança em relação às elas.

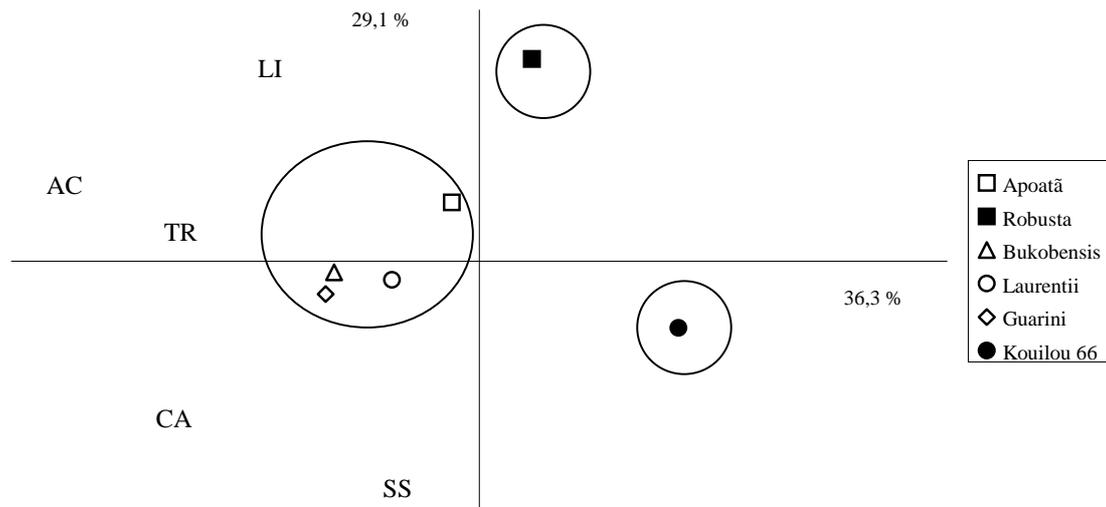


Figura 1 - Análise em componentes principais. Associação entre as variáveis sólidos solúveis (SS); lipídios (LI); cafeína (CA); trigonelina (TR) e ácidos clorogênicos (AC). Representação no plano 1-2 de seis variedades de *Coffea canephora*, situadas no Centro Experimental do IAC, em Campinas (SP)

Os dados foram também submetidos à análise fatorial de discriminação, tendo em vista a verificação se os grupos representados pelas variedades que foram estabelecidos pela ACP foram classificados adequadamente (Tabela 3).

Em média, 61,70% do total de determinações referentes às plantas das seis variedades foram classificadas nas respectivas variedades (Tabela 3), conforme estabelecida pela análise fatorial de discriminação (AFD). Em geral, esta classificação obtida para as diferentes variedades é bastante aceitável, confirmando com boa fidelidade os resultados obtidos e apresentados na Figura 1. Verifica-se que as plantas das variedades Apoatã e Kouilou 66 apresentaram as melhores classificações entre as diferentes variedades, com 87,5% e 84,6%, respectivamente, indicando que do total de determinações feitas para essas variedades, grande parte (>84%) foi

classificada como sendo da própria variedade (Tabela 3). Apesar da variedade Apoatã ter apresentado 87,5% de determinações classificadas em sua própria variedade, a mesma também apresentou determinações pertencentes a outras variedades (Robusta e Laurentii). Isto confirma a sua similaridade com a variedade Robusta. Já as variedades Guarini e Robusta apresentaram classificação intermediária (68,75% e 50%, respectivamente) e, especificamente, no caso da variedade Robusta, metade de suas determinações foram classificadas como pertencentes à variedade Apoatã, corroborando os resultados já observados para esta variedade. Por outro lado, as determinações referentes às variedades Laurentii e Bukobensis não foram bem classificadas (7,2% e 0%, respectivamente). Observa-se para a variedade Laurentii que apenas uma determinação foi classificada como sendo da própria variedade e as demais determinações como pertencentes às variedades Apoatã (6), Bukobensis (1) e Guarini (6). Com relação às determinações da variedade Bukobensis, estas foram classificadas como sendo das variedades Laurentii (2) e Guarini (6). Em geral, estes resultados evidenciaram a grande similaridade existente entre as variedades Bukobensis, Laurentii, Guarini, Apoatã e Robusta do grupo Congolês, assim como a divergência quando comparadas com a variedade Kouilou 66 do grupo Guineano, uma vez que nenhuma das determinações referentes à estas variedades foram classificadas como pertencentes à variedade Kouilou 66.

Tabela 3 - Matriz de classificação e número de determinações de seis variedades de *C. canephora*

Variedades	% Classificação	Número de determinações em seis variedades de <i>C.canephora</i>					
		Apoatã	Robusta	Bukobensis	Laurentii	Guarini	Kouilou 66
Apoatã	87,5	21	2	0	1	0	0
Robusta	50,0	3	3	0	0	0	0
Bukobensis	0	0	0	0	2	6	0
Laurentii	7,2	6	0	1	1	6	0
Guarini	68,8	2	0	0	3	11	0
Kouilou 66	84,6	2	0	0	2	0	22
Total	61,7	34	5	1	9	23	22

### 2.3.2 Componentes químicos em *C. liberica*

Os resultados obtidos referentes aos componentes químicos: sólidos solúveis, lipídios, trigonelina, ácidos clorogênicos e cafeína nas seis variedades de *C. liberica* estão apresentados na Tabela 4.

Os coeficientes de variação obtidos a partir da análise da variância, variaram de 1,42% a 8,72%, respectivamente para os teores de sólidos solúveis e trigonelina. Como observado no item anterior, esses valores indicam uma boa precisão experimental.

#### 2.3.2.1 Sólidos solúveis

De acordo com os resultados de sólidos solúveis foi constatada uma considerável variação nos teores dos componentes químicos analisados dentro das variedades estudadas (Tabela 4). Essa variabilidade nos cafeeiros das referidas variedades pode ser explicada pela natureza da reprodução da espécie (alogamia).

Observou-se também variações significativas entre as variedades Dewevrei, quando comparadas com a variedade Liberica. Essas variações se devem em função da ampla região de ocorrência da espécie, muito parecida com a espécie *C. canephora*. Essa espécie (*C. liberica*) também pode ser agrupada em dois grupos distintos, sendo eles: (a) grupo Guineano, o qual engloba plantas da Guiné, Libéria e Costa do Marfim, representado por *C. liberica* var. Liberica e (b) grupo Congolês, que compreende plantas da região que se estende de Angola, Zaire, Congo, Gabão até Camarões, representado por *C. liberica* variedades Dewevrei excelsa, Dewevrei de wild e Dewevrei dibowiskii (Dussert et al. 1999).

Tabela 4 - Composição química de sementes de quatro variedades de *C. liberica*

Variedades	Coleção	Sólidos Solúveis*	Lipídios*	g / 100 g		
				Trigonelina*	Acidos Clorogênicos*	Cafeína*
Dewevrei excelsa	63	26,22	13,54	0,58	3,19	0,86
	4	28,33	12,55	0,40	3,07	1,03
	5	30,46	12,39	0,32	3,71	0,98
	6	29,67	14,50	0,43	3,02	0,93
	7	27,41	15,11	0,39	3,15	0,87
	8	30,65	14,12	0,49	3,21	1,06
	9	29,57	12,95	0,61	3,98	1,13
	13	28,51	14,52	0,61	3,23	0,90
	15	30,35	14,07	0,65	3,08	0,92
	<b>Média**</b>	29,02	13,75 a	0,50	3,29	0,96
Dewevrei de wild	5	28,56	14,95	0,54	3,40	1,00
	12	29,97	14,03	0,53	3,59	1,04
	13	29,80	12,24	0,44	3,14	0,96
	15	28,67	12,77	0,37	2,58	0,98
		<b>Média**</b>	29,25	13,50 a	0,47	3,18
Dewevrei dibowiskii	1	30,66	13,05	0,46	3,08	0,93
	3	29,71	13,54	0,61	3,00	0,98
		<b>Média**</b>	30,19	13,30 a	0,53	3,04
Liberica	1	26,49	8,58 b	0,35	3,43	1,03
<b>C.V.(%)</b>		1,42	3,19	8,72	3,90	4,36

\* Média de duas repetições;

\*\* Médias seguidas de letras diferentes diferem ao nível de 5% de probabilidade.

C.V.(%) = Coeficiente de variação.

Os teores médios de sólidos solúveis encontrados neste trabalho variaram entre 26,49% e 30,19%, respectivamente para as variedades Liberica e Dewevrei dibowiskii. O valor médio do teor de sólidos solúveis para a variedade Liberica foi sempre inferior ao grupo das variedades

Dewevrei. Alguns autores consideram que são espécies distintas (Chevalier, 1947; Carvalho, 1946; Fazuoli, 1986). Atualmente taxonomistas consideram a espécie como *C. liberica*, tendo as variações Dewevrei e Liberica. A amplitude de variação entre as variedades de *C. liberica* ficou entre 3,1% e 15,3%, para Dewevrei *dibowiskii* e Dewevrei *excelsa*, respectivamente. Observa-se que a variedade Dewevrei *dibowiskii* apresentou a menor amplitude de variação em função do reduzido número de plantas analisadas. Por outro lado, a variedade Dewevrei *excelsa* mostrou grande variabilidade para o teor de sólidos solúveis entre as suas plantas, com valores extremos de 26,22% a 30,65%, fato que não foi observado nas demais variedades de Dewevrei.

Embora as diferenças apresentadas entre as variedades não sejam significativas é interessante notar que as variedades de Dewevrei, em geral, mostraram valores de sólidos solúveis muito próximo, podendo ser materiais genéticos bastante aparentados, pois apresentam a mesma região de ocorrência, denominado grupo Congolês (Dussert et. al. 1999).

### 2.3.2.2 Lipídios

Os resultados médios obtidos para o teor de lipídios nas quatro variedades de *C. liberica* (Tabela 4) evidenciaram a existência de dois grupos, sendo eles: (i) Dewevrei *excelsa*, Dewevrei de wild e Dewevrei *dibowiskii*; (ii) Liberica.

As variedades do grupo (i) apresentaram os maiores teores de lipídios, com valores entre 13,30% e 13,75%, respectivamente para Dewevrei *dibowiskii* e Dewevrei *excelsa*. No estudo realizado por Mazzafera et al. (1998), os autores encontraram teores pouco inferiores para a variedade Dewevrei *excelsa* (9,35%) quando comparados aos obtidos no presente estudo. Essa diferença deve-se, em parte, às diferenças genéticas entre as plantas estudadas.

Com relação as amplitudes de variação, as mesmas variaram entre 3,7% para Dewevrei *dibowiskii* e 20,1% para Dewevrei de wild. Embora as variedades Dewevrei *excelsa*, Dewevrei de wild e Dewevrei *dibowiskii* possuam a mesma região de ocorrência e características fenotípicas semelhantes, as diferenças observadas no teor de lipídios podem ser explicadas por serem plantas que se reproduzem por alogamia (Berthaud e Charrier, 1988).

O teor de lipídio do grupo composto pela variedade Liberica (ii) apresentou valor médio de 8,58%, diferindo-se estatisticamente das variedades de Dewevrei. Esses resultados corroboram os resultados obtidos por Mazzafera et al. (1988), cujo valor médio encontrado foi de 8,87%.

Como observado para a variável sólidos solúveis, essa diferença no teor de lipídios entre a variedade Liberica e as variedades de Dewevrei deve-se ao fato de pertencer à outra região de ocorrência, denominada grupo Guineano.

Os resultados obtidos para o teor de lipídios são concordantes com as informações referentes às características morfológicas e agronômicas da espécie, a qual separa as variedades em dois grupos distintos, sendo eles (i) grupo Dewevrei e (ii) grupo Liberica. Conforme observações, a espécie *C. liberica* var. Liberica são plantas multicaulnares com porte alto de até 5 metros, moderadamente resistentes a ferrugem, sendo pouco produtivas e com características foliares (tamanho de folha) distintas comparativamente, das variedades de Dewevrei, distinguíveis, portanto, fenotipicamente (Fazuoli, comunicação pessoal). Este fato indica que as variedades de Dewevrei talvez possam estar classificadas de forma inadequada como pertencente a espécie *C. liberica*, contrariando as informações prévias de pertencerem a *C. dewevrei*, desde quando foram introduzidas no Banco de Germoplasma de *Coffea* do IAC. Estudos moleculares devem ser efetuados para esclarecer esta dúvida, confirmando ou não a existência de duas espécies distintas: *C. liberica* e *C. dewevrei*.

### 2.3.2.3 Trigonelina

Com os dados obtidos do teor de trigonelina em *C. liberica* de maneira semelhante ao teor de lipídios e sólidos solúveis é possível separar dois grupos.

As diferentes variedades analisadas apresentaram valores médios entre 0,35% e 0,53%, respectivamente para Liberica e Dewevrei *dibowiskii*. Embora as variedades não sejam diferentes entre si, observou-se uma considerável variação nas mesmas. Aspecto semelhante foi constatado entre as plantas pertencentes às variedades Dewevrei, as quais apresentaram amplitudes de variação entre 28,3% e 66,0%, para Dewevrei *dibowiskii* e Dewevrei *excelsa*, respectivamente. Ressalta-se a grande variabilidade que existe entre as plantas da variedade Dewevrei *excelsa*. Em um estudo realizado por Ky et al. (2001b), os autores observaram teores médios de trigonelina de 0,57% para a variedade Dewevrei. No trabalho desenvolvido por Mazaffera (1999), estudando o teor de trigonelina em diferentes espécies de café, o autor observou teores médios de 0,84% para Dewevrei *dibowiskii*, 0,77% para Dewevrei *excelsa*, corroborando os resultados obtidos no presente estudo. Com relação à Liberica, os mesmos autores detectaram

teores médios de 1,01%, sendo superiores aos encontrados neste estudo. Deve-se salientar que essas pequenas diferenças observadas entre os diferentes trabalhos devem-se, principalmente, a variabilidade genética existente entre os materiais avaliados pelos diferentes grupos de pesquisadores.

As variedades de Dewevrei em geral mostraram valores médios do alcalóide trigonelina muito semelhantes talvez por serem materiais genéticos bastante aparentados e da mesma região de ocorrência.

#### **2.3.2.4 Ácidos clorogênicos**

As diferentes variedades analisadas apresentaram valores médios para esse componente de 3,04% a 3,43%, respectivamente para as variedades Dewevrei dibowiskii e Liberica (Tabela 4), não havendo diferenças a 5% de probabilidade. Diferente do que ocorreu com as variáveis sólidos solúveis, lipídios e trigonelina, a variedade Liberica apresentou o maior teor de ácidos clorogênicos.

As amplitudes de variação dos teores de ácidos clorogênicos variaram de 2,6% a 31,8% para Dewevrei dibowiskii e Dewevrei de wild, respectivamente. Anthony et al. (1993) estudaram a diversidade bioquímica no gênero *Coffea*, tendo sido determinado teores de 7,48% de ácidos clorogênicos para a Liberica e 7,67% para a Dewevrei. Portanto, os resultados do presente estudo são inferiores aos teores obtidos nos estudos efetuados por Anthony et al. (1989; 1993) e Clifford et al. (1989), fato que poderia ser explicado pelas diferenças entre os materiais analisados, assim como a própria metodologia adotada.

#### **2.3.2.5 Cafeína**

Os teores de cafeína variou entre 0,95% e 1,03%, respectivamente para Dewevrei dibowiski e Liberica (Tabela 4), corroborando os resultados encontrados na literatura.

Como ocorreu com o teor de ácidos clorogênicos, a variedade Liberica possui o maior valor para esse alcalóide. Já a amplitude de variação das variedades de Dewevrei ficou entre 5,3% e 28,1%, respectivamente para dibowiski e excelsa.

Em estudo realizado por Anthony et al. (1993), os autores encontraram valores de 1,81% para Liberica e 1,84% para Dewevrei. Mazzafera e Magalhães (1991) estudaram o teor de cafeína em sementes de *C. liberica* e encontraram teores de 0,78% para Dewevrei dibowiski, 1,20% para Dewevrei excelsa e 1,36% para Liberica, portanto, teores semelhantes aos obtidos no presente estudo. Em trabalho mais recente, Mazzafera et al. (1997), avaliaram diferentes variedades e espécies do gênero *Coffea*, tendo detectado teores médios de 0,86% para Dewevrei dibowiski com valores extremos de 0,57% a 1,03%; 0,74% para Dewevrei excelsa e valores extremos de 0,44% a 1,10% e 1,11% para Liberica, com valores extremos de 0,73 a 1,43%. Deve-se ressaltar que, provavelmente, a variação encontrada no presente estudo e dos trabalhos publicados relacionados anteriormente se deve aos diferentes métodos empregados na dosagem de cafeína tais como: espectrofotométrico, gravimétrico e o de cromatografia líquida de alta eficiência, assim como as constituições genéticas dos materiais avaliados.

Na Figura 2 pode ser visualizado a distribuição das quatro variedades de *C. liberica* analisadas em função das características químicas das sementes: 65,1% da variabilidade total do experimento encontra-se representada no plano 1/2, sendo o eixo 1 denominado eixo dos lipídios, o qual foi responsável por 33,5% da variabilidade total e, o eixo 2 caracterizado essencialmente pelos sólidos solúveis e trigonelina, foi responsável por 31,6% da variabilidade total. As variáveis cafeína (CA) e ácidos clorogênicos (AC), situadas à esquerda no eixo 1, indicam alto índice de correlação entre si.

Como observado, as variáveis sólidos solúveis, lipídios e trigonelina podem ser utilizadas na discriminação de variedades de café da espécie *C. liberica*, fato bastante evidente na Figura 2. As variedades de Dewevrei ficaram agrupadas entre si, e apresentaram bem relacionadas com todas as variáveis analisadas, enquanto a Liberica ficou agrupada isoladamente, mostrando-se pouco correlacionada com as variáveis estudadas. Estes estudos corroboraram os dados obtidos para outros caracteres, que sugerem a existência de duas espécies distintas ou seja: *C. liberica* e *C. dewevrei* (Figura 2).

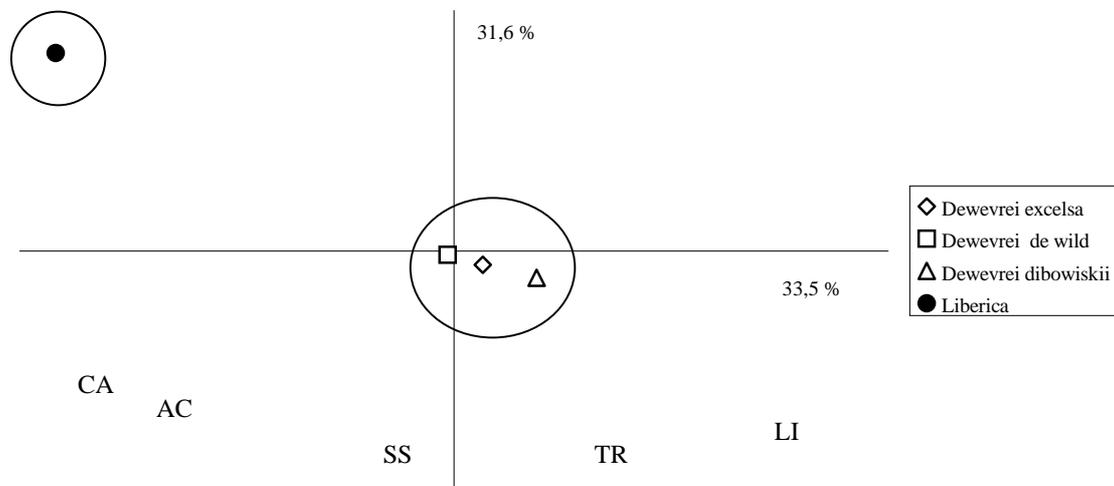


Figura 2 - Análise em componentes principais. Associação entre as variáveis sólidos solúveis (SS); lipídios (LI); cafeína (CA); trigonelina (TR) e ácidos clorogênicos (AC). Representação no plano 1-2 de quatro variedades de *C. liberica*, situadas no Centro Experimental do IAC, em Campinas (SP)

Em média, cerca de 62,50% do total de determinações referentes às plantas das quatro variedades foram classificadas nas respectivas variedades conforme estabelecido pela análise fatorial de discriminação (AFD) (Tabela 5). Esta classificação obtida para as diferentes variedades pode ser considerada muito boa, uma vez que os materiais estudados são bastante similares, como as variedades Dewevrei excelsa, Dewevrei dibowiski e Dewevrei de wild.

Pelos dados da Tabela 5, observa-se que a variedade Liberica apresentou a melhor classificação entre as diferentes variedades, com 100,0%, indicando que todas as plantas pertencem à própria variedade.

A classificação das variedades Dewevrei excelsa, Dewevrei de wild e Dewevrei dibowiskii, apresentaram valores bastante variáveis, entre 25,0% e 77,78%. A variedade Dewevrei excelsa apresentou uma ótima classificação (77,78%), sendo que de todas as determinações, apenas quatro não pertenceram à própria variedade, sendo duas classificadas como pertencentes à Dewevrei de wild e duas como Dewevrei dibowiskii.

A variedade Dewevrei dibowiskii mostrou uma classificação intermediária, com 50,0%, sendo que metade de suas determinações (duas) classificaram-se como pertencentes à Dewevrei

excelsa. Por outro lado, a variedade Dewevrei de wild não ficou bem classificada (25%), sendo que do total de suas determinações, 75,0% classificaram-se como pertencentes à Dewevrei excelsa.

Esses resultados indicam que há uma grande similaridade entre as diferentes variedades de Dewevrei, assim como suas divergências genéticas com relação à Liberica. Esta afirmação pode ser comprovada pelo fato de que nenhuma das determinações obtidas para as variedades de Dewevrei foram classificadas como Liberica, o mesmo ocorrendo com as determinações da Liberica (Tabela 5).

Tabela 5 - Matriz de classificação e número de determinações em quatro variedades de *C. liberica*

Variedades	% Classificação	Número de determinações em quatro variedades de <i>C. liberica</i>			
		Dewevrei excelsa	Dewevrei de wild	Dewevrei dibowiskii	Liberica
Dewevrei excelsa	77,8	14	2	2	0
Dewevrei de wild	25,0	6	2	0	0
Dewevrei dibowiskii	50,0	2	0	2	0
Liberica	100,0	0	0	0	2
Total	62,5	22	4	4	2

### 2.3.3 Componentes químicos em sete espécies de *Coffea*

Os dados obtidos referentes aos componentes químicos: sólidos solúveis, lipídios, trigonelina, ácidos clorogênicos e cafeína em sete espécies de *Coffea* utilizadas no presente trabalho, estão apresentados na Tabela 6. Deve-se ressaltar que, para efeito de análises das espécies *C. canephora* e *C. liberica*, considerou-se as variedades mais representativas de cada uma das referidas espécies. Dessa maneira, as variedades analisadas foram a Robusta e a Dewevrei excelsa, como representantes das espécies *C. canephora* e *C. liberica*, respectivamente.

Os coeficientes de variação obtidos a partir da análise da variância ficaram entre 1,60% e 4,59%, respectivamente para os teores de sólidos solúveis e trigonelina. Como observado nos itens anteriores, esses valores indicam uma boa precisão experimental.

#### 2.3.3.1 Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis encontrados na Tabela 6 indica que as sete espécies podem ser divididas em dois grupos: (i) *C. liberica*, *C. stenophylla*, *C. congensis*, *C. kapakata* e *C. racemosa* e (ii) *C. canephora* e *C. eugenioides*.

As espécies do grupo (i) caracterizaram por apresentarem os maiores teores de sólidos solúveis, com valores entre 27,24% e 29,02% para *C. racemosa* e *C. liberica*, respectivamente. Com relação às amplitudes de variação, as mesmas variaram entre 4,1% e 18,0% para *C. stenophylla* e *C. racemosa*, respectivamente.

Os resultados do presente trabalho não puderam ser comparados com dados da literatura pela falta de informações referentes aos teores de sólidos solúveis nas espécies de *Coffea* analisadas.

As espécies do grupo (ii) mostraram valores médios estatisticamente inferiores às espécies do grupo (i), com exceção às espécies *C. kapakata* e *C. racemosa*. Neste grupo, os valores observados variaram entre 24,91% e 25,52% para *C. eugenioides* e *C. canephora*, com amplitudes de 6,7% e 9,3%, respectivamente.

Tabela 6 - Composição química de sementes em sete espécies de *Coffea*

Espécies	Coleção	Sólidos Solúveis*	Lipídios*	Trigonelina*	Ácidos Clorogênicos*	Cafeína*
<i>C. canephora</i>	5	26,91	10,82	1,01	5,27	2,15
var. Robusta	10	25,12	12,27	1,01	5,49	2,00
	12	24,53	9,64	0,97	5,68	2,22
	<b>Média**</b>	25,52 c	10,91 cd	0,99 d	5,48 b	2,12 a
<i>C. liberica</i>	63	26,22	13,54	0,58	3,19	0,86
var. Dewevrei	4	28,33	12,55	0,40	3,07	1,03
excelsa	5	30,46	12,39	0,32	3,71	0,98
	6	29,67	14,50	0,43	3,02	0,93
	7	27,41	15,11	0,39	3,15	0,87
	8	30,65	14,12	0,49	3,21	1,06
	9	29,57	12,95	0,61	3,98	1,13
	13	28,51	14,52	0,61	3,23	0,90
	15	30,35	14,07	0,65	3,08	0,92
	<b>Média**</b>	29,02 a	13,75 b	0,50 e	3,29 e	0,96 d
<i>C. congestis</i>	11	26,57	11,78	1,32	4,75	1,93
	12	25,76	10,20	1,34	5,14	1,54
	14	27,81	10,98	1,13	4,84	1,78
	15	26,62	10,44	1,22	4,48	2,05
	83	29,05	12,10	1,38	4,86	2,01
	84	27,99	8,89	1,23	4,52	2,50
	85	27,68	10,50	1,31	5,00	1,81
	86	30,17	8,68	1,52	5,77	2,49
	87	29,59	11,80	1,34	5,46	2,26
	106	28,05	11,14	1,24	4,97	2,31
	107	29,81	11,63	1,63	4,57	1,97
	110	26,12	10,18	1,31	3,97	1,65
	<b>Média**</b>	27,94 ab	10,69 d	1,33 c	4,86 c	2,03 a
<i>C. eugenioides</i>	1	24,13	16,68	1,85	5,27	0,95
	2	25,41	17,30	1,76	4,75	1,22
	3	25,79	16,59	1,70	4,57	0,82
	4	24,34	17,49	2,09	4,79	0,92
	8	24,12	16,69	1,96	4,73	0,80
	10	25,64	15,74	1,91	4,64	0,89
	<b>Média**</b>	24,91 c	16,75 a	1,88 b	4,76 cd	0,93 d
<i>C. stenophylla</i>	2	29,15	12,09	1,72	6,23	1,59
	9	29,32	12,03	2,13	6,38	1,97
	10	28,14	12,40	1,79	6,05	1,47
	<b>Média**</b>	28,87 ab	12,17 c	1,88 b	6,22 a	1,68 b
<i>C. racemosa</i>	2 <sup>a</sup>	24,93	9,73	1,45	5,10	1,49
	2b	25,64	13,29	1,31	5,41	1,53
	5a	28,23	12,50	1,15	3,97	1,17
	9 <sup>a</sup>	27,55	11,54	1,44	4,77	1,07
	9c	29,84	9,54	1,29	2,91	1,08
	<b>Média**</b>	27,24 bc	11,32 cd	1,33 c	4,43 d	1,27 c
<i>C. kapakata</i>	7	27,27 abc	16,05 ab	2,15 a	4,09 d	1,13 d
C.V.(%)		1,60	2,98	4,59	3,20	3,26

\* Média de duas repetições;

\*\* Médias seguidas de letras diferentes diferem ao nível de 5% de probabilidade.

C.V.(%) = Coeficiente de variação.

### 2.3.3.2 Lipídios

De acordo com os resultados para o teor de lipídios as sete espécies analisadas poderiam ser divididas em dois grupos: (i) *C. eugenioides*, *C. kapakata* e *C. liberica* (ii) *C. stenophylla*, *C. racemosa*, *C. canephora* e *C. congensis*.

As espécies do grupo (i) apresentaram os maiores teores de lipídios com 13,75% a 16,75% para *C. liberica* e *C. eugenioides*. Já as amplitudes de variação foram de 10,4% a 19,8% para *C. eugenioides* e *C. liberica*, respectivamente.

Chassevent et al. (1973) analisaram os teores de lipídios em sementes de diferentes espécies de *Coffea* e observaram valores superiores a 20% para as espécies *C. resinosa* e *C. buxifolia*. Com relação às espécies estudadas no presente trabalho, os autores trabalharam apenas com a *C. eugenioides* e encontraram teores médios de 19,2% muito semelhante aos resultados obtidos pelo presente estudo.

Em estudo com as espécies do gênero *Coffea*, Mazzafera et al. (1998) determinaram valores médios de 13,25% para *C. eugenioides* e 12,97% para *C. kapakata*, teores um pouco inferiores aos obtidos no presente estudo. Com relação à *C. liberica*, os resultados são mais elevados do que os obtidos por Mazzafera et al. (1998), onde os autores detectaram valores médios de 9,35% com amplitude de variação de 18,45%. Provavelmente as diferenças observadas se deve a metodologia utilizada naquele estudo e também as diferenças entre os cafeeiros utilizados na realização do referido trabalho.

O grupo constituído pelas espécies *C. stenophylla*, *C. racemosa*, *C. canephora* e *C. congensis* (grupo ii) apresentaram os menores teores desse componente, variando entre 10,69% para *C. congensis* e 12,17% para *C. stenophylla*, com amplitudes de variação de 3,0% a 33,1% para *C. stenophylla* e *C. racemosa*, respectivamente. Os valores obtidos neste estudo corroboram os resultados obtidos por Wilbaux, (1956) e Mazzafera et al. (1998), em que os autores observaram valores de 9,83% para *C. canephora*, 10,39% para *C. racemosa* e 12,02% para *C. stenophylla*. Chassevent et al. (1973), determinaram teores médios de 10,3% para *C. canephora*, semelhante ao resultado obtido no presente trabalho. Ressalta-se que o teor de lipídios tem sido eficaz na discriminação de espécies do gênero *Coffea*.

### 2.3.3.3 Trigonelina

Os resultados obtidos para o teor de trigonelina nas sementes de cafeeiros das sete diferentes espécies evidenciam a presença de cinco grupos: (i) *C. kapakata*, (ii) *C. stenophylla* e *C. eugenioides*, (iii) *C. congensis* e *C. racemosa*, (iv) *C. canephora* e (v) *C. liberica*.

A espécie do grupo (i) apresentou a maior concentração de trigonelina com valor médio de 2,15%, sendo 2,2 e 4,3 vezes maior que os teores obtidos para as espécies dos grupos iv e v, respectivamente.

Em posição intermediária encontram-se as espécies pertencentes ao grupo (ii), com valores médios para esse alcalóide de 1,88% e amplitude de variação de 20,7% a 21,8%, para *C. eugenioides* e *C. stenophylla*, respectivamente. Os teores determinados no presente estudo para a *C. stenophylla* corroboram os dados obtidos por Mazzafera (1990), em cujo trabalho o autor encontrou valor de 1,98% para a espécie.

Em posição intermediária, porém inferior ao grupo (ii), foram classificadas as espécies *C. racemosa* e *C. congensis* (grupo iii). Os valores médios do teor de trigonelina foi de 1,33%, com amplitudes de variação de 22,6% a 37,6%, respectivamente para *C. racemosa* e *C. congensis*. No trabalho feito por Mazzafera (1990), o autor obteve teor médio de 2,31% de trigonelina para *C. racemosa*, portanto superior aos 1,33% encontrados no presente estudo. Como essa espécie apresenta grande variabilidade genética entre suas plantas é possível que as diferenças observadas entre os diferentes grupos seja em função das diferenças genéticas das plantas.

A espécie *C. canephora* (grupo iv) apresentou teor médio de 0,99% e amplitude de variação de 4,0%. Esta amplitude observada para esta espécie também pode ser considerada muito baixa.

Por outro lado, a espécie *C. liberica* (grupo v) caracterizou-se pelo menor conteúdo de trigonelina entre as espécies, com média de 0,50%. Sua amplitude de variação foi a maior com 66,0%, o que indica haver uma grande variabilidade genética para as plantas representantes desta espécie. Os valores obtidos neste estudo corroboram os resultados dos trabalhos feitos por Macrae (1988) e Mazzafera (1990). Para este autor o teor médio de trigonelina foi de 0,77% para a mesma espécie (*C. liberica*). No trabalho realizado por Ky et al. (2001a), os autores encontraram teores médios de 0,57% para a espécie *C. liberica* variedade Dewevrei, semelhante aos resultados do presente estudo.

#### 2.3.3.4 Ácidos clorogênicos

Em relação ao teor dos ácidos clorogênicos, as sete espécies diferiram entre si a 5% de probabilidade (Tabela 6), podendo ser divididas em quatro grupos: (i) *C. stenophylla*, (ii) *C. canephora*, (iii) *C. congensis*, *C. eugenioides*, *C. racemosa* e *C. kapakata*, (iii) *C. liberica*.

A espécie do grupo (i) apresentou o maior teor de ácidos clorogênicos, com valor médio de 6,22% e amplitude de variação de 5,3%, a qual foi a menor observada entre as diferentes espécies. Esses dados corroboram os resultados obtidos por Clifford et al. (1989) e Anthony et al. (1989, 1993), cujos autores encontraram valores médios de 6,66% para esta característica.

A espécie *C. canephora* (grupo ii) caracterizou-se por apresentar teor médio de 5,48% de ácidos clorogênicos em suas sementes e amplitude de variação de 7,5%. Essa espécie tem sido muito investigada em relação aos componentes químicos de suas sementes. Na literatura são encontrados trabalhos como por exemplo, de Correia et al. (1995), em que os autores encontraram valores médios de 6,08% a 7,18% e de Martin et al. (1998), cujos autores obtiveram teores de 3,3% a 5,6% para ácidos clorogênicos em sementes de cafeeiros da variedade Robusta (*C. canephora*). Entretanto, nos trabalhos desenvolvidos por Chassevent et al. (1973), Anthony et al. (1989), Clifford et al. (1989), Anthony et al. (1993), Ky et al. (2001a) e Guerrero e Suarez (2001) os autores determinaram teores de ácidos clorogênicos superiores com valores médios de (9,2% a 9,6%), (7,39% a 8,67%), (7,39% a 8,67%), (6,57% a 8,29%), (7,88% a 14,4%) e (12,09% a 13,50%), respectivamente. Estas diferenças se devem as diferenças na metodologia de trabalho, assim como às diferenças genéticas dos cafeeiros estudados.

As espécies do grupo (iii) foram classificadas em posição intermediária entre as espécies analisadas, com valores médios de 4,09% a 4,86% para *C. kapakata* e *C. congensis*, respectivamente. Já as amplitudes de variação foram de 14,7% a 56,4%, para *C. eugenioides* e *C. racemosa*, respectivamente. Deve ser ressaltada a grande variabilidade observada entre as plantas da espécie *C. racemosa*.

Nos estudos realizados por Anthony et al. (1989, 1993) e Clifford et al. (1989), com sementes de espécies de *Coffea*, os autores determinaram valores médios de 4,56% para *C. eugenioides*, 4,91% a 5,41% para *C. racemosa* e 5,06% a 5,12% para *C. kapakata*, semelhante, portanto, aos resultados obtidos no presente estudo.

A espécie *C. liberica* pertencente ao grupo iv caracterizou-se por apresentar o menor conteúdo de ácidos clorogênicos nas sementes entre as sete espécies analisadas, assim como também havia ocorrido com a variável trigonelina. O teor médio de ácidos clorogênicos desta espécie foi de 3,29% e a amplitude de variação de 29,2%. Estes dados são inferiores aos obtidos por Anthony et al. (1993), cujos investigadores observaram teores médios de 7,67% a 7,69%. Estas diferenças encontradas estão relacionadas com o genótipo dos materiais genéticos, com a mudança da metodologia, assim como à própria origem da espécie *C. libeica*, a qual é dissiminada numa região bastante ampla (Dusset et al. 1999).

Deve ser ressaltado nesta tese que os frutos imaturos apresentam teores de ácidos clorogênicos mais elevados em comparação com os frutos no estágio de cereja, cuja explicação foi dada por Berthaud et al. (2003), como resultado da diluição e consumo. A diluição se dá pela diminuição da massa seca do fruto, enquanto o consumo deve-se a utilização dessa substância durante a lignificação das paredes celulares. Portanto, as diferenças observadas entre o presente estudo e os dados publicados na literatura, podem ser explicados também pela diferença do estágio de maturação dos frutos no momento da colheita, desde que esta pode não ser feita adequadamente.

### 2.3.3.5 Cafeína

De acordo com os resultados obtidos, as sete espécies ficaram separadas em quatro grupos (i) *C. canephora* e *C. congensis*, (ii) *C. stenophylla*, (iii) *C. racemosa*, (iv) *C. kapakata*, *C. liberica* e *C. eugenioides*. Como citado anteriormente, a cafeína é extremamente variável entre as sete espécies estudadas, e os resultados obtidos no presente estudo destacam esta afirmação.

As espécies do grupo (i) apresentaram as maiores concentrações desse alcalóide, variando de 2,03% para *C. congensis* a 2,12% para *C. canephora*. Já as amplitudes de variação dentro das espécies variou entre 10,4% e 47,3%, para *C. canephora* e *C. congensis*, respectivamente. Os valores de cafeína obtidos para as espécies do grupo i, corroboram os resultados obtidos por Ky et al. (2001a) que estudaram diferentes cafeeiros da variedade Robusta de *C. canephora* e detectaram teores médios de 1,51% a 3,33% para essa característica. No estudo feito por Martin et al. (1998) os autores observaram valores médios de 1,97% para a variedade Robusta de *C. canephora*, semelhante ao resultado obtido (2,12%) no presente estudo. Mazzafera et al. (1997)

trabalharam com treze plantas da variedade Robusta e encontraram teores médios de 1,80% e extremos de 1,13% a 2,88%, o que mostra a grande variação entre as plantas dessa variedade.

Em outro estudo feito por Mazzafera e Magalhães (1991) os autores determinaram teores médios de 1,71% para Robusta, apresentando muita semelhança com os resultados determinados neste estudo.

Clifford et al. (1989) e Anthony et al. (1993) obtiveram teores médios de 2,48% e 2,13% para a variedade Robusta de *C. canephora* e *C. congensis*, respectivamente. Com base nos resultados obtidos e também nas informações publicadas as espécies *C. congensis* e *C. canephora* apresentam grande variação para o teor de cafeína nas sementes das plantas analisadas, sugerindo que a mesma pode ser utilizada em programas de melhoramento do cafeeiro.

A espécie *C. stenophylla* (grupo ii), classificada em posição intermediária, foi estatisticamente inferior às espécies do grupo (i) e superior as do grupo (iii) e (iv), com teores médios de 1,68% de cafeína nas sementes e amplitude de variação de 29,8% entre as plantas.

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam a semelhança com os dados publicados na literatura, tais como os estudos efetuados por Mazzafera e Magalhães (1991) (1,65%), Mazzafera et al. (1997) (1,12%), Clifford et al. (1989) (1,62%) e Anthony et al. (1993) (1,53%).

A espécie *C. racemosa* também foi classificada em posição intermediária entre as espécies, constituindo o grupo (iii). Seu teor médio de cafeína foi de 1,27%, com amplitude de variação de 36,7%. Esta espécie apresentou a maior variabilidade para o teor de cafeína entre os materiais analisados. Os dados deste estudo corroboram os valores citados na literatura, onde diferentes investigadores determinaram teores que variaram de 0,48% a 1,16% (Carvalho e Sondahl, 1983; Mazzafera e Magalhães, 1991; Mazzafera et al. 1997; Clifford et al. 1989; Anthony et al. 1993).

As espécies do grupo (iv) caracterizaram-se por apresentarem os menores valores para esta característica, com teores médios de 0,93% para *C. eugenoides*, 0,96% para *C. liberica* e 1,03% para *C. kapakata*. As amplitudes de variação foram de 28,1% a 45,2% para *C. liberica* e *C. eugenoides*, respectivamente. Na literatura são verificados resultados para estas três espécies que variam de 0,53% a 1,31% para *C. kapakata* (Mazzafera e Magalhães, 1991; Mazzafera et al. 1997; Clifford et al. 1989; Anthony et al. 1993); 0,44% a 2,15% para *C. liberica* (Mazzafera e Magalhães, 1991; Mazzafera et al. 1997; Clifford et al. 1989; Anthony et al. 1993) e 0,29% a

0,68% para *C. eugenoides* (Mazzafera e Magalhães, 1991; Mazzafera et al. 1997; Clifford et al. 1989; Anthony et al. 1993).

Com base nos dados da literatura, observa-se que a espécie *C. liberica* apresenta as maiores variações entre as plantas, indicando a existência de grande variabilidade genética para o teor de cafeína, fato que pode ser explicado pela própria origem da espécie, bem como pelo modo de reprodução (alogamia).

A Figura 3 apresenta o perfil dos padrões trigonelina, ácidos clorogênicos e cafeína com picos bem característicos obtidos pela cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), em comprimento de onda de 272nm.

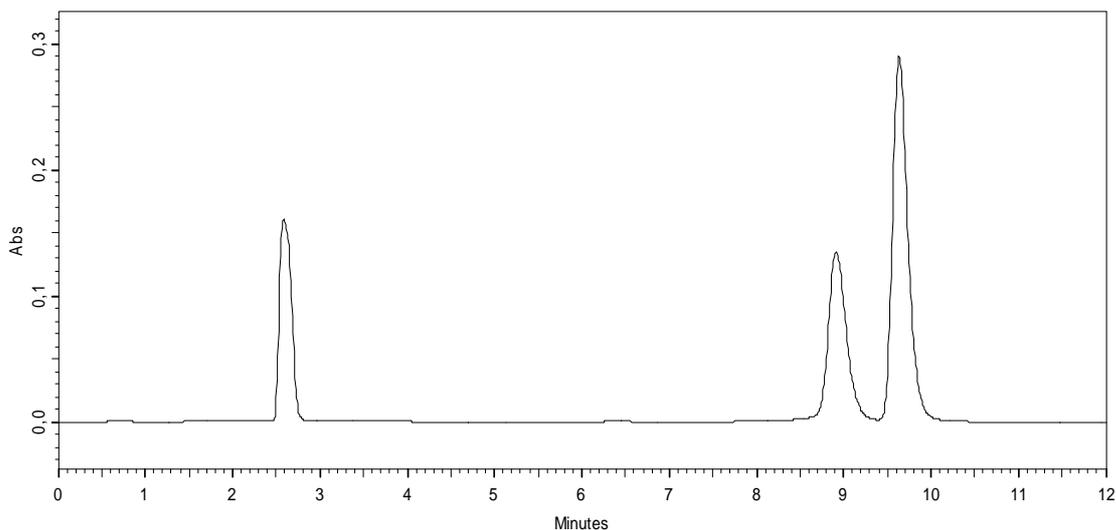


Figura 3 - Perfis dos padrões trigonelina, ácidos clorogênicos e cafeína por CLAE, em comprimento de onda de 272nm

A distribuição de sete espécies de *Coffea* em função das características químicas das sementes pode ser visualizadas na Figura 4. Observa-se que 79,3% da variabilidade total do experimento encontram-se representadas no plano 1/2, sendo o eixo 1, denominado eixo dos ácidos clorogênicos e da cafeína, responsável por 43,4% da variabilidade total e, o eixo 2, representado essencialmente pelos sólidos solúveis, foi responsável por 35,9% da variabilidade total. Nota-se que as variáveis ácidos clorogênicos e cafeína apresentaram-se correlacionadas.

As variáveis lipídios, ácidos clorogênicos, trigonelina e cafeína foram eficientes na discriminação de espécies do gênero *Coffea*, indicando a presença de agrupamentos entre as sete espécies analisadas.

Com base na figura 4, verifica-se que as espécies localizadas na parte inferior à direita (*C. eugenioides* e *C. kapakata*) formaram um grupo, as espécies localizadas na parte superior à esquerda (*C. congensis*, *C. canephora*, *C. stenophylla* e *C. racemosa*) constituíram outro grupo, assim como a espécie *C. liberica* localizada na parte superior à direita, porém um pouco distante das demais espécies. Esses resultados corroboram os dados publicados, onde os diferentes autores distinguem as espécies em três grupos (Bridson, 1994; Carvalho e Mônaco, 1967; Clifford et al. 1989; Anthony et al. 1993; Mazzafera e Guerreiro Filho, 1998). Deve-se ressaltar que na investigação realizada por Mazzafera e Guerreiro Filho (1998), os autores trabalharam com a polpa dos frutos no estágio de maturação cereja para detectarem a presença de componentes químicos por meio da cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), visando diferenciar as espécies, enquanto os demais trabalhos utilizaram sementes.

Anthony et al. (1993) agruparam as espécies do continente Africano por meio da análise em componentes principais de algumas variáveis químicas (ácidos clorogênicos e cafeína), sendo um grupo constituído pelas espécies *C. racemosa*, *C. eugenioides* e *C. kapakata* e o outro por *C. canephora*, *C. congensis*, *C. stenophylla* e *C. liberica*. Esses agrupamentos foram bastante semelhantes aos obtidos no presente estudo. Estes autores afirmam a existência de dois caminhos metabólicos existentes entre espécies do gênero *Coffea*, sendo um responsável pela síntese da alta concentração de ácidos clorogênicos (> 4%) e cafeína (> 0,4%) e outro caracterizado pela baixa presença desses compostos, com teores de ácidos clorogênicos < 2,5% e cafeína < 0,3%.

No presente estudo, investigou-se apenas as espécies que se enquadram no grupo que apresentam a rota metabólica para altas concentrações desses compostos.

De maneira geral, os resultados evidenciaram que as espécies provenientes da África Central e Oeste apresentaram os maiores teores de cafeína (*C. canephora*, *C. congensis*, e *C. stenophylla*), com exceção à *C. kapakata* e *C. liberica*, em contraste às espécies da África do Leste (*C. eugenioides* e *C. racemosa*). Os teores de cafeína encontrados nas espécies *C. kapakata* e *C. liberica* poderiam ser explicados pela seguinte maneira:

(i) *C. kapakata*, com base em critérios taxonômicos, as plantas de *C. kapakata* possuem afinidades com as espécies da África do Leste e sua história poderia estar ligada a uma rota

migratória durante o Pleistoceno, gerando assim variações quantitativas no teor desse alcalóide (Bridson, 1982 e Leroy, 1982), citados por Anthony et al. (1993).

(ii) *C. liberica*, a diferença observada entre o presente estudo e os dados de literatura devem-se as diferenças genéticas existentes entre os materiais estudados, uma vez que essa espécie possui uma ampla região de ocorrência no continente Africano, estendendo desde a Guiné (Oeste) até o Zaire (Centro) (Dussert et al. 1999).

Um fato a ser ressaltado é que a distribuição da diversidade genética em função das variáveis químicas analisadas no presente estudo coincide com a distribuição geográfica das sete espécies e de acordo com o centro de origem (Continente Africano), corroborando com os resultados obtidos por Clifford et al. (1989), Anthony et al. (1993) e Mazzafera e Guerreiro Filho (1998). Esses resultados indicam a possibilidade de utilização dessas variáveis químicas como possíveis descritores para a identificação de espécies de *Coffea*.

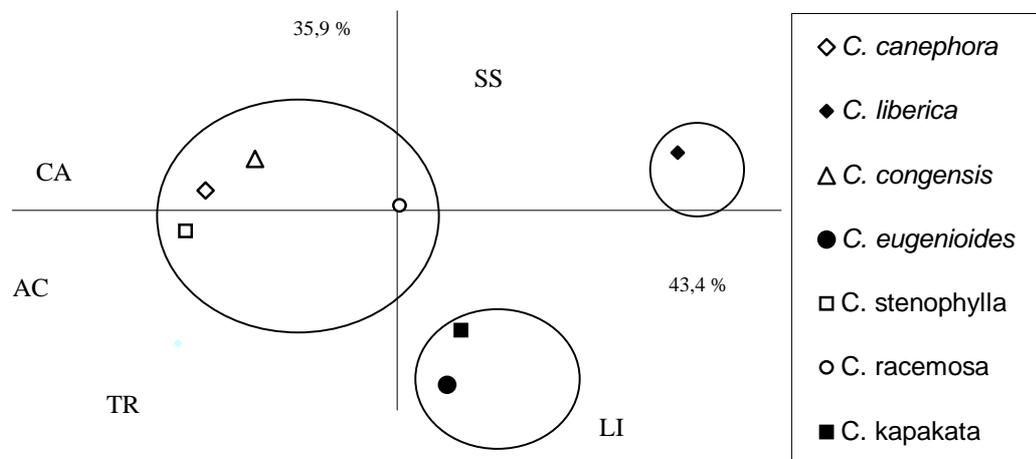


Figura 4 - Análise em componentes principais. Associação entre as variáveis sólidos solúveis (SS); lipídios (LI); cafeína (CA); trigonelina (TR) e ácidos clorogênicos (AC). Representação no plano 1-2 de sete espécies de *Coffea*, situadas no Centro Experimental do IAC, em Campinas (SP)

Do total de determinações referentes às espécies cerca de 97,4%, em média, foram classificadas nas respectivas espécies conforme evidencia os dados da Tabela 7, estabelecido pela análise fatorial de discriminação (AFD). Em geral, esta classificação obtida para as espécies foi muito boa, uma vez que trabalhou-se com materiais distintos.

No que se concerne a classificação das diferentes espécies do gênero *Coffea*, estas apresentaram valores pouco variáveis (92,0% a 100,0%).

Com base nos dados da Tabela 7, as espécies *C.canephora*, *C.liberica*, *C.eugenioides*, *C.stenophylla*, *C.racemosa* e *C.kapakata* apresentaram 100% de classificação, indicando que do total de determinações das plantas, todas sem exceção, classificaram-se como pertencentes à própria espécie.

Em posição intermediária, porém muito bem classificada, encontram-se a espécie *C.congensis*, que apresentou 92,0%. Nota-se que do total de determinações das plantas de *C.congensis*, apenas duas determinações não são das mesmas, mas pertencente à *C.racemosas*. Esses resultados mostram a grande diversidade genética existente entre os diferentes materiais analisados.

Tabela 7 - Matriz de classificação e número de determinações em sete espécies de *Coffea*

Variedades	% Classificação	Número de determinações em sete espécies de <i>Coffea</i>						
		<i>C. canephora</i>	<i>C. liberica</i>	<i>C. congensis</i>	<i>C. eugenioides</i>	<i>C. stenophylla</i>	<i>C. racemosa</i>	<i>C. kapakata</i>
<i>C. canephora</i>	100,0	6	0	0	0	0	0	0
<i>C. liberica</i>	100,0	0	18	0	0	0	0	0
<i>C. congensis</i>	92,0	0	0	22	0	0	2	0
<i>C. eugenioides</i>	100,0	0	0	0	12	0	0	0
<i>C. stenophylla</i>	100,0	0	0	0	0	6	0	0
<i>C. racemosa</i>	100,0	0	0	0	0	0	10	0
<i>C. kapakata</i>	100,0	0	0	0	0	0	0	2
Total	97,4	6	18	22	12	6	12	2

### 2.3.4 Componentes químicos em *C. canephora* e *C. congensis*

Esse capítulo foi elaborado com intuito de testar a hipótese elaborada por vários pesquisadores segundo os quais “os materiais introduzidos como *C. congensis* variedades Uganda e Bangelan são provavelmente híbridos interespecíficos entre as espécies *C. congensis* e *C. canephora* e não pertencem à espécie *C. congensis*”.

Em função do presente estudo foram incluídos os prováveis parentais desses materiais e realizou-se uma análise separada dos componentes químicos nas seis variedades de *C. canephora*, *C. congensis*, *C. congensis* var. Bangelan e var. Uganda, visando a verificação da referida hipótese. Muitos estudos envolvendo esses materiais já foram realizados, tais como alguns relacionados às características agronômicas e morfológicas, resistência à ferrugem, resistência ao bicho-mineiro, sistema radicular, porte, características de folhas, frutos e sementes (Aguiar et al. 2003; Matos, 2001; Laureano, 2003). O mesmo germoplasma vem sendo também caracterizado por meio da utilização de marcadores moleculares do tipo RAPD, AFLP e microsátélites. Estes estudos visam conhecer a adaptabilidade desses materiais sob as condições brasileiras, como também determinar as suas principais características, para que possam ser correlacionadas com seus prováveis parentais. Até agora não foram obtidos resultados que permitam aceitar esta hipótese. Dessa maneira, neste capítulo, tentou-se por meio das variáveis químicas de sementes, correlacionar os resultados obtidos com a provável genealogia dos materiais Uganda e Bangelan, introduzidas no IAC como *C. congensis*.

Os dados obtidos referentes aos componentes químicos: sólidos solúveis, lipídios, trigonelina, ácidos clorogênicos e cafeína de variedades de *C. canephora* utilizadas no presente trabalho, juntamente com os verdadeiros cafeeiros de *C. congensis* de introdução mais recente no IAC e os cafeeiros *C. congensis* var. Bangelan e *C. congensis* var. Uganda são mostrados na Tabela 8.

Tabela 8 - Composição química de sementes de seis variedades de *C. canephora*, de *C. congensis*, e das variedades Uganda e Bangelan de *C. congensis*

(continua)

Variedades	Coleção	Sólidos Solúveis*	g / 100 g				Cafeína*
			Lipídios*	Trigonelina*	AcidosClorogênicos*		
Apoatã	1	27,46	9,80	1,25	5,90	2,49	
	2	25,40	8,79	1,00	5,06	2,28	
	3	28,34	8,13	1,04	5,58	2,46	
	4	25,22	10,49	1,13	5,99	2,30	
	5	30,68	9,00	1,59	5,12	2,55	
	6	26,19	8,73	1,33	5,68	2,22	
	7	27,95	8,55	1,10	6,08	2,50	
	8	26,43	9,31	1,02	5,31	2,36	
	9	27,46	10,36	0,94	4,89	2,10	
	10	28,37	9,18	1,14	5,50	2,69	
	11	30,56	9,57	0,81	5,66	1,97	
	12	27,07	10,41	0,89	4,95	2,26	
		<b>Média**</b>	27,59 b	9,36 c	1,10 b	5,48 ab	2,35 cd
Robusta	5	26,91	10,82	1,01	5,27	2,15	
	10	25,12	12,27	1,01	5,49	2,00	
	12	24,53	9,64	0,97	5,68	2,22	
	<b>Média**</b>	25,52 c	10,91 ab	0,99 b	5,48 ab	2,12 d	
Bukobensis	1	27,19	8,76	1,09	5,89	3,14	
	2	27,09	10,58	1,27	5,39	2,97	
	3	28,55	10,19	1,01	5,49	2,85	
	5	29,71	8,20	0,87	5,37	2,60	
	<b>Média**</b>	28,13 ab	9,44 bc	1,06 b	5,53 ab	2,89 a	
Laurentii	2	28,58	9,80	1,31	5,95	2,57	
	3	26,63	8,87	1,08	5,79	2,22	
	4	29,12	8,13	1,03	5,07	3,11	
	7	28,87	7,61	0,83	6,04	3,26	
	10	30,28	9,17	0,93	4,96	2,56	
	11	26,95	10,98	0,95	5,03	2,53	
	13	29,72	8,92	1,14	5,87	2,48	
	<b>Média**</b>	28,59 ab	9,07 c	1,04 b	5,53 ab	2,68 ab	
Guarini	3	26,94	9,45	0,97	5,15	2,63	
	4	30,66	8,63	0,94	5,51	3,29	
	7	29,43	8,89	0,89	5,20	2,61	
	9	27,95	8,18	1,09	5,35	3,08	
	12	28,11	10,22	1,20	6,30	2,58	
	13	30,46	8,80	1,33	5,47	3,01	
	14	27,03	9,59	1,15	5,57	2,77	
	15	28,63	10,40	0,93	5,86	3,15	
	<b>Média**</b>	28,65 ab	9,27 c	1,06 b	5,55 a	2,89 a	
Kouilou	1	27,36	7,75	1,28	5,70	2,41	
	2	27,05	7,29	1,17	4,64	2,62	
	3	28,63	6,89	1,10	5,23	3,04	
	4	28,06	7,36	1,13	5,33	2,81	
	5	26,72	6,79	0,88	3,91	2,13	
	6	27,09	6,80	0,78	4,58	2,17	
	7	27,17	7,30	1,04	4,63	2,07	
	8	28,28	6,61	1,14	4,69	2,82	
	9	29,59	8,53	0,73	5,48	2,54	
	10	30,28	8,83	0,96	3,96	2,23	
	11	26,02	7,12	0,74	3,30	1,94	
	13	30,14	7,32	1,05	4,97	2,54	
	14	28,00	6,70	0,76	4,46	2,12	
		<b>Média**</b>	28,03 b	7,33 d	0,98 b	4,68 c	2,42 bcd

\* Média de duas repetições;\*\* médias seguidas de letras diferentes diferem ao nível de 5% de probabilidade; C.V.(%) = Coeficiente de variação.

Tabela 8 - Composição química de sementes de seis variedades de *C. canephora*, de *C. congensis*, e das variedades Uganda e Bangelan de *C. congensis*

(conclusão)

Variedades	Coleção	Sólidos Solúveis*	Lípidios*	Trigonelina*	Acidos Clorogênicos*	Cafeína*
			g / 100 g			
<i>C. congensis</i>	11	26,57	11,78	1,32	4,75	1,93
	12	25,76	10,20	1,34	5,14	1,54
	14	27,81	10,98	1,13	4,84	1,78
	15	26,62	10,44	1,22	4,48	2,05
	83	29,05	12,10	1,38	4,86	2,01
	84	27,99	8,89	1,23	4,52	2,50
	85	27,68	10,50	1,31	5,00	1,81
	86	30,17	8,68	1,52	5,77	2,49
	87	29,59	11,80	1,34	5,46	2,26
	106	28,05	11,14	1,24	4,97	2,31
	107	29,81	11,63	1,63	4,57	1,97
	110	26,12	10,18	1,31	3,97	1,65
	<b>Média**</b>	27,94 b	10,69 a	1,33 a	4,86 bc	2,03 e
Uganda	1	27,74	10,69	1,12	4,53	1,98
	3	25,42	8,89	0,77	4,20	1,80
	4	28,06	8,71	1,24	4,53	2,22
	5	25,28	10,66	1,00	5,38	2,05
	8	29,78	10,40	1,15	5,20	2,09
	10	28,32	10,59	0,87	4,86	1,98
	11	26,72	11,30	1,05	3,95	1,91
	13	27,48	11,50	0,81	4,27	1,88
	14	27,93	11,93	1,15	4,56	2,29
	<b>Média**</b>	27,42 bc	10,52 ab	1,02 b	4,61 c	2,02 e
Bangelan	1	29,25	8,92	1,29	4,81	2,72
	2	29,22	9,03	1,27	4,88	2,62
	3	31,00	9,69	0,95	4,46	2,13
	4	30,77	8,86	0,84	4,42	2,27
	5	30,62	9,37	0,90	5,70	2,69
	6	27,65	7,95	0,99	5,07	2,07
	7	30,94	9,67	1,16	5,32	2,44
	8	30,41	8,97	1,63	6,28	2,24
	9	29,50	8,21	1,20	4,90	2,29
	11	29,02	7,53	0,97	3,20	1,58
	14	29,34	9,28	0,87	4,95	2,15
	<b>Média**</b>	29,79 a	8,86 c	1,10 b	4,91 bc	2,29 d
C.V.%		2,13	3,22	3,67	10,76	3,10

\* Média de duas repetições;

\*\* médias seguidas de letras diferentes diferem ao nível de 5% de probabilidade;

C.V.(%) = Coeficiente de variação.

#### 2.3.4.1 Sólidos solúveis

De acordo com os resultados obtidos para o teor de sólidos solúveis (Tabela 8), a variedade Bangelan de *C. congensis* apresentou o maior valor para a característica, com média de 29,79%, não diferindo das variedades Guarini, Laurentii e Bukobensis, da espécie *C. canephora*, o que mostra sua similaridade com essas variedades. O mesmo não ocorreu em relação às variedades Apoatã e Robusta de *C. canephora* e também à *C. congensis*.

O material identificado como variedade Uganda de *C. congensis* caracterizou-se por possuir teores médios de sólidos solúveis de 27,42%, valores bem próximos aos obtidos para a maioria das variedades, diferenciando-se apenas da variedade Bangelan de *C. congensis*. Esta variedade posicionou-se bem próxima a *C. congensis* e também às variedades de *C. canephora*. Os resultados mostram a grande similaridade dos materiais analisados para a característica em questão, o que evidêcia uma provável semelhança entre as populações e espécies analisadas.

#### 2.3.4.2 Lipídios

Com relação aos teores de lipídios (Tabela 8), a variedade Bangelan de *C. congensis* apresentou uma alta porcentagem em suas sementes, com média de 10,52% e amplitude de variação de 18,78%, valores próximos aos obtidos na variedade Robusta de *C. canephora* e em *C. congensis*.

Por outro lado, a variedade Uganda de *C. congensis*, apresentou teores médios bem inferiores àqueles obtidos na variedade Bangelan de *C. congensis*, com 8,86%. No entanto, esses dados são semelhantes aos obtidos para as variedades Guarini, Laurentii, Bukobensis e Apoatã de *C. canephora*.

#### 2.3.4.3 Trigonelina

O teor de trigonelina variou pouco entre as diferentes variedades analisadas. De maneira geral, os teores variaram entre 0,98% a 1,33% para a variedade Kouilou 66 e *C. congensis*, respectivamente. Nota-se que apenas *C. congensis* apresentou teores estatisticamente superiores as demais variedades. Deve-se salientar que o teor desse alcalóide nas variedades Bangelan e

Uganda de *C. congensis* foram semelhantes entre si e com as diferentes variedades de *C. canephora*.

#### 2.3.4.4 Ácidos clorogênicos

A variedade Uganda apresentou o menor valor para o teor de ácidos clorogênicos com média de 4,61%, não se diferenciando das variedades Kouilou 66 de *C. canephora*, de *C. congensis* e *C. congensis* var. Bangelan (Tabela 8).

A variedade Bangelan apresentou teor médio de 4,91%, parecido ao obtido na variedade Uganda e também nas demais variedades de *C. canephora* e *C. congensis*, com exceção à variedade Guarini de *C. canephora*.

#### 2.3.4.5 Cafeína

A variedade Uganda de *C. congensis* apresentou teor médio (2,02%) de cafeína em suas sementes, valores semelhantes aos obtidos para *C. congensis*, porém inferior aos determinados nas diferentes variedades de *C. canephora* (Tabela 8). A variedade Bangelan de *C. congensis* por sua vez, apresentou um teor intermediário, com média de 2,29%, aproximando-se dos valores obtidos nas variedades Apoatã, Robusta e Kouilou 66 de *C. canephora*.

A distribuição das variedades Apoatã, Robusta, Guarini, Bukobensis, Laurentii e Kouilou 66 de *C. canephora*, de *C. congensis*, das variedades Uganda e Bangelan de *C. congensis* em função das características químicas das sementes, está apresentada na Figura 5. De acordo com os resultados 62,1% da variabilidade total encontram-se representadas no plano 1/2, sendo o eixo 1, denominado eixo da cafeína e dos sólidos solúveis, responsável por 34,7% da variabilidade enquanto o eixo 2, caracterizado essencialmente pela trigonelina, foi responsável por 27,4% da variabilidade total. Nota-se pela Figura 5 que apenas as variáveis cafeína e sólidos solúveis mostraram-se correlacionadas e todas as variáveis foram eficientes na discriminação das variedades analisadas, indicando a presença de agrupamentos entre os diferentes materiais.

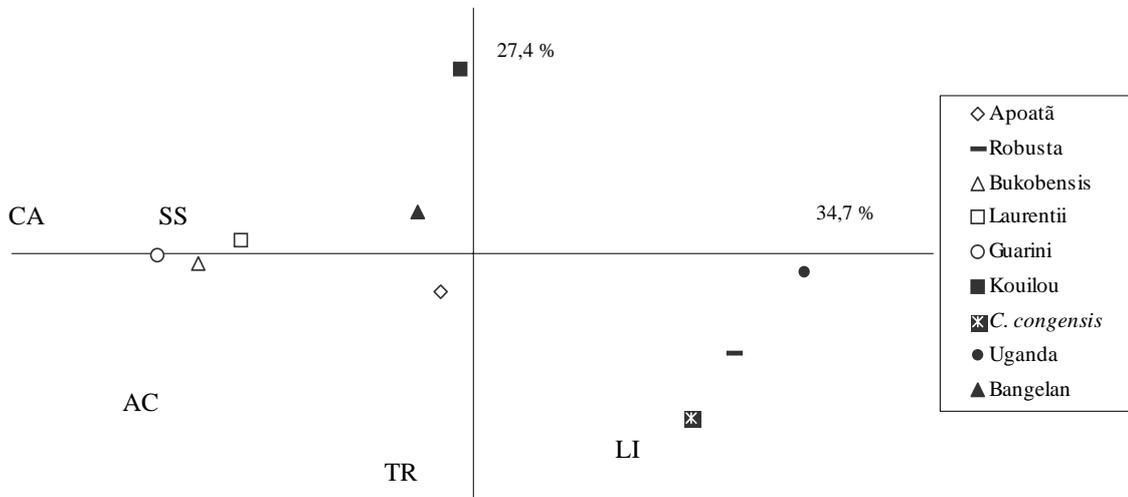


Figura 5 - Análise em componentes principais. Associação entre as variáveis sólidos solúveis (SS); lipídios (LI); cafeína (CA); trigonelina (TR) e ácidos clorogênicos (AC). Representação no plano 1-2 de seis variedades de *C. canephora*, de *C. congensis* e das variedades Uganda e Bangelan de *C. congensis*, situadas no Centro Experimental do IAC, em Campinas (SP)

Após esta análise os dados foram submetidos também à análise fatorial de discriminação, com a finalidade de verificar se os grupos de variedades estabelecidos pela ACP foram bem classificados (Figura 6).

Pela distribuição das plantas dos respectivos materiais, de acordo com a análise fatorial discriminante (Figura 6), verifica-se a existência de grupos obtidos entre as plantas das diferentes variedades e também evidencia a similaridade das plantas das variedades Bangelan e Uganda de *C. congensis* com seus prováveis parentais (*C. canephora* e *C. congensis*).

As plantas pertencentes às variedades localizadas na parte inferior tanto à esquerda, centro e direita (variedades Laurentii, Guarini, Bukobensis, Apoatã e Robusta) formaram um grupo, enquanto as variedades localizadas na parte superior à esquerda (Kouilou 66) e à direita (*C. congensis*) formaram outros dois grupos, e por fim, as variedades Bangelan e Uganda apresentaram posições intermediárias entre os diferentes grupos, porém próximas entre si.

Deve-se ressaltar que embora as plantas das variedades Laurentii, Apoatã e Bukobensis tenham sido classificadas como pertencentes ao grupo formado na parte inferior da Figura 6

(variedades Laurentii, Guarini, Bukobensis, Apoatã e Robusta), exceções em relação às plantas observadas. O mesmo ocorreu nos grupos formados pelas variedades Kouilou 66 e *C. congensis*.

A variedade Uganda de *C. congensis* encontra-se entre as variedades localizadas na parte inferior da Figura 6, especificamente próxima às plantas das variedades Robusta e Apoatã de *C. canephora* assim como às plantas de *C. congensis*, situadas na parte superior à direita da figura, apresentando uma proximidade com as plantas da variedade Bangelan de *C. congensis*.

A variedade Bangelan de *C. congensis* de acordo com a análise de componentes principais (Figura 5) foi classificada na parte central superior da figura, isto é, próxima as plantas da variedade Kouilou 66 (grupo localizado na parte superior à esquerda da figura), assim como às plantas das variedades Laurentii e Apoatã (grupo posicionado na parte inferior da figura) e as plantas da variedade Uganda.

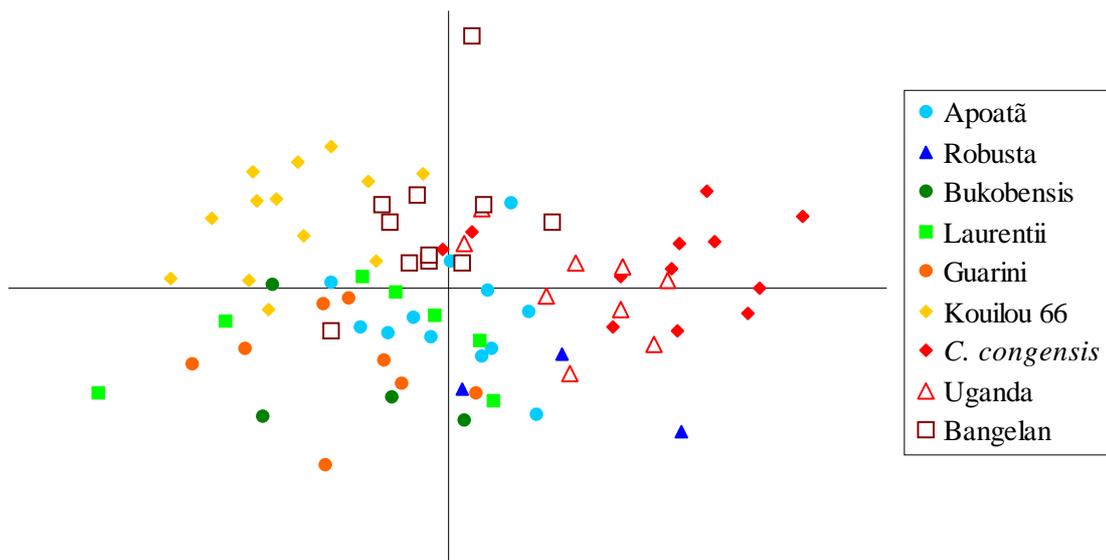


Figura 6 - Análise fatorial discriminante. Representação no plano 1-2 de seis variedades de *C. canephora*, de *C. congensis* e das variedades Uganda e Bangelan de *C. congensis*, situadas no Centro Experimental do IAC, em Campinas (SP)

A Tabela 9 apresenta a distância de Mahalanobis entre os diferentes materiais analisados estabelecidas pela AFD. De acordo com os dados, observa-se a relação genética existente entre as diferentes variedades, ou seja, quanto maior for a distância, mais divergentes são os materiais.

No geral, as variedades de *C. canephora* analisadas apresentam-se bem próximas uma das outras, com exceção à variedade Kouilou 66, concordando com os resultados prévios deste estudo. Nota-se que a Robusta ficou bem próxima às variedades selecionadas à partir de suas plantas, e, por outro lado, bem distante das variedades Bangelan de *C. congensis* e Kouilou 66 de *C. canephora*.

Com relação a *C. congensis* observa-se que a mesma caracterizou-se por possuir uma pequena distância para as variedades Uganda e Robusta e grande quando comparada com a variedade Kouilou 66 de *C. canephora*.

A variedade Bangelan de *C. congensis* apresentou valores bem próximos das variedades de *C. canephora* (Laurentii, Apoatã, Bukobensis e Kouilou 66) o que indica a grande contribuição da espécie *C. canephora* na constituição genética desse material, evidenciado pelas características químicas das sementes.

A variedade Uganda de *C. congensis* apresentou distâncias relativamente pequenas quando comparada com as variedades Robusta e Apoatã de *C. canephora* e *C. congensis* e, por outro lado, ficou distante da variedade Kouilou 66 de *C. canephora*.

De acordo com os valores obtidos entre os diferentes materiais para a distância de Mahalanobis, ressalta-se a proximidade genética entre os materiais analisados, tanto para as variedades Uganda e Bangelan de *C. congensis* quando são comparadas com as diferentes variedades de *C. canephora* e *C. congensis*, e também entre si.

Esses resultados evidenciam que esses materiais podem ser híbridos entre *C. congensis* e alguma variedade de *C. canephora*, as quais se localizaram mais próximas a elas (Robusta, Apoatã, Bukobensis, Laurentii e Kouilou 66).

Existe, portanto, a necessidade de se empregar outros parâmetros, tais como técnicas citológicas e marcadores moleculares, que possam dar novas evidências na identificação de qual população de *C. canephora* tenha participado do surgimento desses materiais genéticos.

Tabela 9 - Distância de Mahalanobis entre seis variedades de *C. canephora*, *C. congensis* e as variedades Uganda e Bangelan de *C. congensis*

Variedades	<i>C. canephora</i>						<i>C. congensis</i>		
	Apoatã	Robusta	Bukobensis	Laurentii	Guarini	Kouilou 66	Uganda	Bangelan	
Apoatã	0	4,55	5,42	3,53	8,65	17,98	18,34		
Robusta	4,55	0	6,76	7,70	9,76	18,37	9,15	4,57	13,99
Bukobensis	5,42	6,76	0	1,29	0,19	11,47	19,01	11,46	10,94
Laurentii	3,53	7,70	1,29	0	1,19	10,91	24,11	13,18	8,42
Guarini	8,65	9,76	0,19	1,19	0	17,31	31,90	18,67	15,10
Kouilou 66	17,98	18,37	11,47	10,91	17,31	0	47,82	27,67	12,11
<i>C. congensis</i>	18,34	9,15	19,01	24,11	31,90	47,82	0	6,84	19,19
Uganda	9,37	4,57	11,46	13,18	18,67	27,67	6,84	0	12,31
Bangelan	10,21	13,99	10,94	8,42	15,10	12,11	19,19	12,31	0

### 3 CONCLUSÕES

1. Há grande variação entre e dentro das variedades de *C. canephora*, *C. liberica* e espécies de *Coffea* para todos os componentes químicos analisados, indicando a possibilidade de selecionar plantas com potencial para o melhoramento das espécies *C. arabica* e *C. canephora*.
2. Com a utilização das variáveis químicas de sementes, como: lipídios, sólidos solúveis, ácidos clorogênicos e cafeína foi possível agrupar as variedades de *C. canephora* em três grupos: (i) Apoatã, Bukobensis, Guarini e Laurentii; (ii) Robusta e (iii) Kouilou 66.
3. As variedades de *C. canephora* não apresentaram diferenças relacionadas ao teor de trigonelina, da mesma maneira que os teores de ácidos clorogênicos e cafeína não variaram nas variedades de *C. liberica*.
4. A utilização dos componentes químicos sólidos solúveis, lipídios e trigonelina foi possível agrupar as variedades de *C. liberica* em dois grupos: (i) Dewevrei excelsa, Dewevrei de wild e Dewevrei dibowiski e (ii) Liberica.
5. Os componentes químicos lipídios, ácidos clorogênicos, trigonelina e cafeína auxiliaram o agrupamento das espécies de *Coffea* em três grupos: (i) *C. congensis*, *C. canephora*, *C. stenophylla* e *C. racemosa*; (ii) *C. eugenoides* e *C. kapakata* e (iii) *C. liberica*, enquanto a variável sólidos solúveis foi ineficiente na discriminação dessas espécies.
6. O conjunto dos dados obtidos para as variáveis químicas estudadas (sólidos solúveis, lipídios, trigonelina, ácidos clorogênicos e cafeína) indica que há probabilidade das variedades Uganda e Bangelan serem híbridos entre as espécies *C. congensis* e *C. canephora*.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. T. E.; GUERREIRO FILHO, O.; MALUF, M. P.; GALLO, P. B.; FAZUOLI, L. C. Caracterização de cultivares de *Coffea arabica* mediante a utilização de descritores mínimos. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.2, p.179-192, 2004.

AGUIAR, A. T. E.; FAZUOLI, L. C.; GUERREIRO FILHO, O.; SILVAROLLA, M. B.; FAVARIN, J. L. Características morfológicas e agronômicas de espécies de café. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2003. Porto Seguro. **Anais...** Brasília: Embrapa-Café, 2003. p.225-226.

AGUIAR, A. T. E.; MALUF, M. P.; BRAGAGNOLO, N.; FAZUOLI, L. C.; GUERREIRO FILHO, O. Características químicas de sementes de cultivares de café selecionadas pelo IAC. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA AMÉRICA LATINA E CARIBE, 2001. Londrina. **Anais...** Londrina: Cenargen, 2001. p.73-75.

AGUIAR, A. T. E.; MALUF, M. P.; GALLO, P. B.; FAZUOLI, L. C.; GUERREIRO FILHO, O. Caracterização agronômica e tecnológica de linhagens comerciais de café selecionadas pelo IAC. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2000. Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: Embrapa Café/ Minasplan, 2000. p.469-472.

AMORIM, H. V. ; SILVA, O. M. Relationship between the polyphenoloxidase activity of coffee beans and the quality of the beverage. **Nature**, London, n.219, p.381-382, 1968.

ANTHONY, F. **Les ressources génétiques des caféiers. Collecte, gestion d`un conservatoire et evaluation de la diversité génétique.** l'ORSTROM, 1992. 320p. Tese (Doutorado) – Universidade de l'Orstrom.

ANTHONY, F.; CLIFFORD, M. N.; NOIROT, M. La diversité biochimique dans les genres *Coffea* et *Psilanthus*. In: ASSOCIATION SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE du CAFÉ, 1989. Paris. **Anais...** Paris, 1989. p.474-484.

ANTHONY, F.; CLIFFORD, M. N.; NOIROT, M. Biochemical diversity in the genus *Coffea* L.: chlorogenic acids, caffeine and mozambioside contents. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Netherlands, v.40, p.61-70, 1993.

ANTHONY, F.; BERTRAND, B.; QUIROS, O.; WILCHES, A.; LASHERMES, P.; BERTHAUD, J.; CHARRIER, A. Genetic diversity of wild coffee (*Coffea arabica* L.) using molecular markers. **Euphytica**, Wageningen, v.118, n.1, p.53-65, 2001.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. Washington: AOAC, 1997. 726p.

BANCO DE DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. **Diagnóstico da cafeicultura capixaba – o café robusta no Espírito Santo**. Espírito Santo, 1987. 88p.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal:Funep, 1995. 247p.

BARBOSA, R. L.; PIEROZZI, N. I.; LOMBELLO, R. A.; SILVAROLLA, M. B.; PINTO-MAGLIO, C. A. F. Caracterização citomolecular de três espécies de *Coffea* L.: *C. eugenioides*, *C. canephora* e *C. dewevrei*. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2001. Vitória. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2001. p.293-298.

BARRE, P., AKAFFOU, S., LOUARN, J., CHARRIER, A., HAMON, S., NOIROT, M. Inheritance of caffeine and heteroside contents in an interspecific cross between a cultivated coffee species *Coffea liberica* var *dewevrei* and a wild species caffeine-free *C. pseudozanguebariae*. **Theoretical Applied Genetics**, Berlin, v.96, p.306-311, 1998.

BERTHAUD, J. L'incompatibilité chez *Coffea canephora*: méthode de test et déterminisme génétique. **Café Cacao e Thé**, Paris, v.24, p.267-274, 1980.

BERTHAUD, J. **Les ressources génétiques pour l'amélioration des caféiers africains diploïdes**. Paris: ORSTROM, 1986. 379p. (Collection "Travaux et Documents", 188).

BERTHAUD, J.; CHARRIER, A. Genetic resources of *Coffea*. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. **Coffee: Agronomy**. London: Elsevier Applied Science, 1988. v. 4, p.1-42.

BERTRAND, C.; NOIROT, M.; DOULBEAU, S.; KOCHKO, A.; HAMON, S.; CAMPA, C. Chlorogenic acid content swap during maturation in *Coffea pseudozanguebariae* - qualitative comparison with leaves. **Plant Science**, Emporia, v.165, p.1355-1361, 2003.

BRIDSON, D. M. Additional notes on *Coffea* (Rubiaceae) from Tropical East Africa. **Kew Bulletin**, London, v.49, n.2, p.331-342, 1994.

BRIDSON, D. M.; VERDCOURT, B. Flora of Tropical East Africa. In: POLHILL R. M. **Rubiaceae**. London: Polhill R. M. (Ed), 1988. 727 p.

CARVALHO, A. Distribuição geográfica e classificação botânica do gênero *Coffea* com referência especial à espécie Arabica. **Separata dos Boletins da Superintendência dos Serviços do Café**, p.226-230, 1946.

CARVALHO, A. Principles and practice of coffee plant breeding for productivity and quality factors. *Coffea arabica*. In: CLARK, R. J.; MACRAE, R. **Coffee: Agronomy**. London: Elsevier Applied Science, 1988. v.4, p.129-165.

CARVALHO, A.; MÔNACO, L. C. Genetic relationships of selected *Coffea* species. **Ciência e cultura**, São Paulo, v.19, n.1, p.151-165, 1967.

CARVALHO, A.; SONDAHL, M. R. Teor de cafeína em seleções de café. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 1983. Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: Setor de Programação Visual e gráfica/IBC/GERCA, 1983. p.111-113.

CARVALHO, A.; TANGO, J. S.; MÔNACO, L. C. Genetic control of caffeine content in coffee. **Nature**, London, v.205, p.314, 1965.

CARVALHO, A.; MEDINA FILHO, H. P.; FAZUOLI, L. C.; GUERREIRO FILHO, O.; LIMA, M. M. Aspectos genéticos do cafeeiro. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.14, n.1, p.135-183, 1991.

CASAL, S.; OLIVEIRA, B.; FERREIRA, M. A. HPLC/diode-array applied to the thermal degradation of trigonelline, nicotinic acid and caffeine in coffee. **Food Chemistry**, Barking, v.68, n.4, p.481-485, 2000.

CHAGAS, S. J. de R. **Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais**. 1994. 83p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 1994.

CHASSEVENT, F.; DALGER, G.; GERWIG, S.; VINCENT, J. C. Contribution a l'étude des Mascaro-coffeea. In: ASSOCIATION SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE du CAFÉ, 1973. **Anais...** Paris: Elsevier, 1973. p.147-154.

CHEVALIER, A. Les caféiers du globe. III Systématique des caféiers et faux caféiers. Maladies et insectes nuisibles. **Encyclopédie Biologique**, 28. 1947. Montpellier, 356p.

CLIFFORD, M. N.; KAZI, T. The influence of coffee bean maturity on the content of chlorogenic acids, caffeine and trigonelline. **Food Chemistry**, Barking, v.26, p.59-69, 1987.

CLIFFORD, M. N.; JARVIS, T. The chlorogenic acids content of green Robusta coffee beans as a possible index of geographic origin. **Food chemistry**, Barking, v. 29, p.291-298, 1988.

CLIFFORD, M. N.; WILLIAMS, T.; BRIDSON, D. Chlorogenic acids and caffeine as possible taxonomic criteria in *Coffea* and *Psilanthus*. **Phytochemistry**, Oxford, v.28, p.829-838, 1989.

CONAGIN, C. H. T. M.; MENDES, A. J. T. Pesquisas citológicas e genéticas em três espécies de *Coffea*. Auto-incompatibilidade em *Coffea canephora* Pierre Exfroehner. **Bragantia**, Campinas, v.20, n.34, p.787-804, 1961.

CORREIA, A. M. N. G.; LEITÃO, M. C. A.; CLIFFORD, M. N. Caffeoyl-tyrosine and Angola II as characteristic markers for Angolan robusta coffees. **Food Chemistry**, Barking, v.53, p.309-313, 1995.

DUSSERT, S.; LASHERMES, P.; ANTHONY, F.; MONTAGNON, C.; TROUSLOT, P.; COMBES, M-C.; BERTHAUD, J; NOIROT, M.; HAMON, S. Le caféier, *Coffea canephora*. In: HAMON, P; SEGUIN, M.; PERRIER, X.; GLASZMANN, J. C. **Diversité génétique des plantes tropicales cultivées**. France: CIRAD, 1999. p.175-194.

ENCARNAÇÃO, R. O.; LIMA, D. R. **Café e saúde humana**. Brasília: Embrapa café, 2003. 64p. Embrapa – Documentos, 1).

FAZUOLI, L. C. **Avaliação de progênies do café Mundo Novo (*Coffea arabica* L.)**. Piracicaba, 1977. 146p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 1977.

FAZUOLI, L. C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do cafeeiro**. Piracicaba: Potafós, 1986. p.87-113.

FAZUOLI, L. C.; MASAKO, T. B.; GONÇALVES, W. Seleção de plantas matrizes (clones) com elevada produção derivadas do porta-enxerto Apoatã (IAC 2258). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 1999. Franca. **Anais...** Rio de Janeiro: MAA/PROCAFÉ, 1999. p.303-305.

FAZUOLI, L. C.; GALLO, P. B.; CERVELLINI, G. S.; BARROS, I. de; RAIJ, B. V. Café: *Coffea arabica* L. In: FAHL, J. I.; CAMARGO, M. B. P. de; PIZZINATTO, M. A.; BETTI, J. A.; MELO, A. M. T. de; DeMARIA, I. C.; FURLANI, A. M. C. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Campinas: Instituto Agronômico, 1998. p.59-63.

FAZUOLI, L. C.; MALUF, M. P.; GUERREIRO FILHO, O.; MEDINA FILHO, H. P.; SILVAROLLA, M. B. Melhoramento Clássico do Cafeeiro relacionado com a Biotecnologia moderna. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROINDÚSTRIA CAFEIEIRA, 1999. Londrina. **Anais...** Londrina: Elsevier, 1999. p.217-229.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G. Banco ativo de germoplasmas de *Coffea canephora*, variedade Conilon, no Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2000. Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: Embrapa Café/ Minasplan, 2000. p.405-408.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Agrianual 2005**, Anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2005. p.241-256.

FREITAS, S. P.; LAGO, R. C. A. Estudo dos parâmetros de extração de lipídios de café verde com metanol comercial. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2003. Porto Seguro. **Anais...** Embrapa Café, 2003. p.173.

GUERRERO, G.; SUÁREZ, M. Chlorogenic acids as a potencial criterion in *Coffee* genotype selections. **Food Chemistry**, Barking, v.49, p.2454-2458, 2001.

GUERREIRO FILHO, O. *Coffea racemosa* Lour: une revue. **Café Cacao e Thé**, Paris, v.36, n.3, p.171-186, 1992.

HARLAN, J. R.; DEWET, J. M. J. Toward a rational classification of cultivated plants. **Taxon**, Vienna, v.20, n.4, p.509-517, 1971.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. **Cultura do café no Brasil**: manual de recomendações. Rio de Janeiro, 1977. 36p.

JACINTHO, M. I. M. **Efeito do modo de preparo na composição química de grãos de café cru e torrado. Relação da composição química com a qualidade da bebida**, 2002. 89p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2002.

JACINTHO, M. I. M. ; SALVA, T. J. ; GUERREIRO FILHO, O.; BRAGAGNOLO, N. Efeito do modo de preparo na composição de sementes de cafés robustas. In : CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2002. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre:FRCA, 2002. p.2459-2463.

KRUG, C. A.; MENDES, J. E. T.; CARVALHO, A. **Taxonomia de *Coffea arabica* L. Descrição das variedades e formas encontradas no Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1938. 57p. (Boletim Técnico, 62).

KY, C. L.; LOUARN, J.; DUSSERT, S.; GUYOT, B.; HAMON, S.; NOIROT, M. Caffeine, trigonelline, chlorogenic acids and sucrose diversity in wild *Coffea arabica* L. and *C. canephora* P. accessions. **Food Chemistry**, Barking, v.75, p.223-230, 2001a.

KY, C. L.; GUYOT, B.; LOUARN, J.; HAMON, S.; NOIROT, M. Trigonelline inheritance in the interspecific *Coffea pseudozanguebariae* x *C. liberica* var. Dewevrei cross. **Theoretical Applied Genetics**, Berlin, v.102, p.630-634, 2001b.

LASHERMES, P.; CROS, J.; MARMEY, P.; CHARRIER, A. Use of random amplified DNA markers to analyse genetic variability and relationships of *Coffea* species. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Netherlands, v.40, p.91-99, 1993.

LASHERMES, P.; COMBES, M.C.; ROBERT, J.; TROUSLOT, P.; D'HONT, A.; ANTHONY, F.; CHARRIER, A. Molecular characterisation and origin of the *Coffea arabica* L. **Genome Molecular Genetic**, Netherlands, v.261, p.259-266, 1999.

LAUREANO, E. A. **Avaliação do potencial para porta-enxerto de genótipos de *Coffea*, por meio de características fisiológicas de crescimento, trocas gasosas fotossintéticas e nutrição mineral**. 2003. 87p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola) – Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas, 2003.

LEFER, J. C. E. **Implications phylogénétiques des variations de L'DNA chloroplastique chez les caféiers (genres *Coffea* L. et *Psilanthus* Hook. F.)**. 1994. 160p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade de Montpellier. Montpellier, 1994.

MACRAE, R. Nitrogenous components. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Ed) **Coffee**. London: Elsevier Applied Science, v.1, 1988. p.115-149.

MALUF, M. P.; SILVESTRINI, M.; RUGGIERO, L. M. C.; GUERREIRO FILHO, O.; COLOMBO, C. A. Caracterização da diversidade genética de linhagens comerciais de *Coffea arabica* através de marcadores moleculares RAPD, AFLP e SSR. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, p.366-373, 2005.

MARTÍN, J. M.; PABLOS, F.; GONZÁLEZ, A. G. Discrimination between arabica and robusta green coffee varieties according to their chemical composition **Talanta**, Elmont, v.46, p.1259-1267, 1998.

MATIELO, N. N. **Café conilon**. Rio de Janeiro: MAA/SDR/PROCAFÉ/PNFC, 1998. 162p.

MATIELO, B.; CORTEZ, G.; PEREIRA, J. B. D.; PINHEIRO, M. R. Variação do teor de cafeína em plantação comercial de café robusta (*Coffea canephora*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 1987. Campinas. **Anais...** Campinas:COTEC/DIPRO/IBC, 1987. p.209-210.

- MATOS, J. W. **Resistência de populações de *Coffea canephora* ao bicho-mineiro do cafeeiro**. 2001. 75p. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético Vegetal) – Instituto Agronômico de Campinas. Campinas, 2001.
- MAZZAFERA, P. Trigonelina em espécies de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 1990. Espírito Santo do Pinhal. **Anais...** Campinas:Seção Gráfica do IBC, 1990. p.54-55.
- MAZZAFERA, P. Trigonelline in coffee. **Phytochemistry**, Oxford, v.30, n.7, p.2309-2310, 1991.
- MAZZAFERA, P. Chemical composition of defective coffee beans. **Food Chemistry**, Barking, v.64, p.547-554, 1999.
- MAZZAFERA, P.; MAGALHÃES, A. C. N. Cafeína em folhas e sementes de espécies de *Coffea* e *Paracoffea*. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.14, p.157-160, 1991.
- MAZZAFERA, P.; GUERREIRO FILHO, O. Ultraviolet HPLC-derived profiles as a tool in *Coffea* (Rubiaceae) taxonomy. **Journal of Comparative Biology**, Firenze, v.3, n.1, p.15-20, 1998.
- MAZZAFERA, P.; SILVAROLLA, M. B. ; LIMA, M. M. A. ; MEDINA FILHO, H. P. Caffeine content of diploid coffee species. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.49, n.3, p.216-218, 1997.
- MAZZAFERA, P.; SOAVE, D.; ZULLO, M. A. T.; GUERREIRO FILHO, O. Oil content of green beans from some *Coffea* species. **Bragantia**, Campinas, v.57, n.1, p.45-48, 1998.
- MEDINA FILHO, H. P.; CARVALHO, A.; MÔNACO, L. C. Observações sobre a resistência do cafeeiro ao bicho-mineiro. **Bragantia**, Campinas, v.36, p.131-137, 1977.

MEDINA FILHO, H. P.; CARVALHO, A.; SONDAHL, M. R.; FAZUOLI, L. C.; COSTA, W. M. Coffee breeding and related evolutionary aspects. In: JANICK, J. **Plant breeding Reviews**. Westport: Avi Publishing, 1984. p157-193.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA. **Manual de análise de sementes**. Brasília, 1992. p.183-190.

MÔNACO, L. C.; CARVALHO, A. Melhoramento de *Coffea canephora* e *C. congensis*. I- Determinação de compatibilidade. **Bragantia**, Campinas, v.31, p.401-409, 1972.

MONTAGNON, C.; LEROY, T.; ESKES, A. B. Varietal improvement of *Coffea canephora* - I. Criteria and breeding methods. **Plantations, recherche, developpement**, Montpellier, v.5, p.18-33, 1998a.

MONTAGNON, C.; GUYOT, B.; CILAS, C. LEROY, T. Genetic parameters of several biochemical compounds from green coffee, *Coffea canephora*. **Plant Breeding**, Berlin, v.117, p.576-578, 1998b.

PEREIRA, R. G. F. A.; BARBOSA, F. C. R.; LOPES, L. M. V.; CASTRO, D. P. Composição química do café obtido pela mistura em diferentes proporções da arábica (*Coffea arabica* L.), bebida riada e conilon (*C. canephora* Pierre) In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2000. Poços de Caldas. **Anais...** Brasília:Embrapa Café/Minasplan, 2000. p.669-672.

PEZZOPANE, C. G.; MEDINA-FILHO, H. P., BORDIGNON, R. Variabilidade genética do rendimento intrínseco de grãos em germoplasma de *Coffea*. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.1, p.39-54, 2004.

PIEROZZI, N.I.; PINTO-MAGLIO, C.A.F.; CRUZ, N.D. Characterization of somatic chromosomes of two diploid species of *Coffea* L. with acetic orcein and C-bands techniques. **Caryologia**, Firenze, v.52, p.1-8, 1999.

PINILLA, J. C. H.; RUIZ, G. M.; CÓRDOBA, B. C. Discriminación de grupos de ploidía em café mediante el análisis multivariado de indicadores morfológicos indirectos. **Cenicafé**, Chinchiná, v.51, n.3, p.207-215, 2000.

PINTO, N. A. V. D.; BOAS, B. M. V.; FERNANDES, S. M.; PEREIRA, R. G. F. A.; CARVALHO, V. D. Composição química de diferentes padrões de bebida para preparo de café expresso provenientes da região sul de Minas Gerais In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2000. Poços de Caldas. **Anais...** Brasília:Embrapa Café/Minasplan, 2000. p.665-668.

PINTO-MAGLIO, C.A.F.; CRUZ, N.D. Pachytene chromosome morphology in *Coffea* L. II. *C. arabica* L. complement. **Caryologia**, Firenze, v.51, p.19-35, 1998.

PINTO-MAGLIO, C.A.F. e CRUZ, N.D. Pachytene chromosome morphology in *Coffea* L. I. Nucleolar chromosomes. **Caryologia**, Firenze, v.40, p.7-23, 1987.

PIMENTA, C. J. **Qualidade do café**. Lavras: Editora UFLA, 2003. 304p.

RAINA, S.N.; MUKAI, Y.; YAMAMOTO, M. In situ identifies the diploid progenitor species of *Coffea arabica* (Rubiaceae). **Theoreticall Applied Genetics**, Berlin, v.97, p.1204-1209, 1998.

RUAS, P. M.; DINIZ, L. E. C.; RUAS, C. F.; SERA, T. Variabilidade genética obtida por marcador RAPD em espécies e híbridos de *Coffea*. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROINDÚSTRIA CAFEEIRA, 1999. Londrina. **Anais...** Londrina: Elsevier, 2000. p.165-170.

SAIKI, R.K.; GELFOND, D.H.; STOFFEL, S.; SCHARF, S.J.; HIGUCHI, R.; HORN, B.T.; MULLIS K.B.; EALICH, H. Primer directed enzymatic amplification of DNA with a thermosTableau DNA polymerase. **Science**, Washington, v.239, p.487-491, 1988.

SCHOLZ, M. B. S.; PRETE, C. E. C.; CRUDI, E.; MAGRI, T. B. Composição química de variedades de café (*Coffea arabica*). In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2000. Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: Embrapa Café/ Minasplan, 2000. p.673-676.

SILVAROLLA, M. B., GUERREIRO FILHO, O., LIMA, M. M .A. de, FAZUOLI, L. C. Avaliação de progênies derivadas do Híbrido de Timor com resistência ao agente da ferrugem. **Bragantia**, Campinas, v.56, n.1, p.47-58, 1997.

SILVAROLLA, M. B., MAZZAFERA, P.; FAZUOLI, L. C. A naturally decaffeinated arabica coffee. **Nature**, London, v.429, p.826, 2004.

STREULI, H. Der heutige stand der kaffeechemie. In: ASSOCIATION SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE du CAFÉ, 1973. Bogotá. **Anais...** Paris:Asic, 1973. p.61-72.

TEIXEIRA-CABRAL, T. A.; SAKIYAMA, N. S.; ZAMBOLIN, L.; PEREIRA, A. A.; SAKIYAMA, C. H. Uso de marcadores RAPD na avaliação da diversidade genética entre acessos de *Coffea*. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2000. Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: Embrapa Café/ Minasplan, 2000. p.606-609.

THOMPSON, J. D. Incompatibility alleles in *Corylus avellana* L. cultivars. **Theoretical Applied Genetics**, Berlin, v.55, p.29-33, 1979.

VENEZIANO, W.; FAZUOLI, L. C. Avaliação de cultivares de cafeeiros robusta (*Coffea canephora*) em Rondônia. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2000. Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: Embrapa Café/ Minasplan, 2000. p.459-461.

VIANI, R.; HORMAN, I. Determination of trigonelline in Coffee. In: ASSOCIATION SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE du CAFÉ, 1975. Hamburg. **Anais...** Paris:Asic, 1975. p.273-275.

WILBAUX, R. Les caféiers au Congo Belge: technologie du café Arabica et Robusta. Bruxelles, 1956. 213p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade de Bruxelles. Bruxelles, 1956.

**APÊNDICE**

## Apêndice A - Teores de umidade das sementes de cafeeiros analisados

(continua)

Espécie	Variedade	Planta	Número de introdução	% umidade
<i>C. canephora</i>	Apoatã	1	3597-1	11,0
		2	3597-2	11,2
		3	3597-3	11,6
		4	3597-4	10,3
		5	3597-5	10,8
		6	3597-6	10,6
		7	3597-7	11,4
		8	3597-8	10,6
		9	3597-9	10,6
		10	3597-10	9,8
		11	3597-11	10,7
		12	3597-12	10,4
	Robusta	5	1564	10,1
		10	801	9,7
		12	784	10,3
	Bukobensis	1	451	10,2
		2	-	10,4
		3	-	10,5
		5	-	10,4
		Laurentii	2	-
	3		-	10,9
	4		-	11,3
	7		1549	11,0
	10		786	10,9
	11		238	11,3
	Guarini	13	-	11,3
		3	782	10,1
		4	1500	10,2
		7	979	10,3
		9	756	10,2
12		783	10,0	
13		-	10,3	
14		1598	10,9	
15	-	10,6		

## Apêndice A - Teores de umidade das sementes de cafeeiros analisados

(continuação)

Espécie	Variedade	Planta	Número de introdução	% umidade	
<i>C. canephora</i>	Kouillou 66	1	66-1	10,4	
		2	66-2	10,6	
		3	66-3	10,3	
		4	66-4	10,2	
		5	66-5	11,4	
		6	66-6	11,0	
		7	66-7	10,8	
		8	66-8	10,9	
		9	66-9	11,0	
		10	66-10	10,0	
		11	66-11	10,6	
		13	66-13	10,5	
		14	66-14	10,3	
		<i>C. liberica</i>	Dewevrei excelsa	63	63
4	999			9,8	
5	766			9,1	
6	1000			9,7	
7	1001			9,7	
8	767			9,5	
9	751			9,6	
13	769			10,4	
15	798			9,7	
Dewevrei de wild	5		762	10,1	
	12		1025	9,4	
	13		763	9,3	
	15		781	9,8	
	Dewevrei dibowiskii		1	1009	10,0
			3	775	9,8
<i>C. congensis</i>	Liberica	1	254	10,3	
		11	4349	11,6	
		12	4349	11,0	
		14	4349	9,1	
		15	4349	11,2	
		83	4349	8,9	
		84	4349	10,3	
		85	4349	10,6	
		86	4349	10,0	
		87	4349	10,2	
		106	4349	10,3	
107	4349	9,7			
		110	4349	10,9	

## Apêndice A - Teores de umidade das sementes de cafeeiros analisados

(conclusão)

Espécie	Variedade	Planta	Número de introdução	% umidade	
	Uganda	1	758	10,7	
		3	797	10,7	
		4	1934	10,2	
		5	1934	10,5	
		8	1933	10,8	
		10	1933	10,7	
		11	1469	10,6	
		13	1469	10,7	
		14	623	10,5	
		Bangelan	1	239	10,0
			2	239	10,4
			3	239	10,2
			4	576	10,3
			5	794	10,4
	6		794	10,9	
	7		794	10,4	
	8		794	11,4	
	9		794	10,7	
	11		789	10,2	
	14	792	10,1		
<i>C. eugenoides</i>		1	1140-24	10,0	
		2	1140-24	10,0	
		3	1098-7	10,1	
		4	1098-7	8,9	
		8	-	10,3	
		10	2252	10,1	
<i>C. stenophylla</i>		2	1070-13	11,1	
		9	1070-13	10,8	
		10	1070-13	10,9	
<i>C. racemosa</i>		2a	H 6608	11,9	
		2b	H 6608	11,4	
		5a	H 6612	10,4	
		9a	H 6593	10,9	
		9c	H6593	11,5	
<i>C. kapakata</i>		7	1102-8	10,4	