

CRISTIANE PIRES SAMPAIO

DETERMINAÇÃO DA FORÇA REQUERIDA PARA O DESPRENDIMENTO  
DE FRUTOS DE CAFÉ EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

Tese apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como parte das  
exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia Agrícola,  
para obtenção do título de *Magister  
Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
NOVEMBRO – 2000

## **AO MEU PAI DANIEL**

De sua existência restam comigo o exemplo, a saudade intensa e o eterno agradecimento, além do pesar por não poder abraçá-lo e partilharmos juntos a alegria desta tarefa cumprida.

Com você, quero dividir a alegria de chegar ao fim de mais uma caminhada da minha vida. Com certeza, ela teria sido menos dura se o tivesse todo tempo ao meu lado.

Mesmo assim, segui em frente de cabeça erguida e consegui, certa de que você estava todo o tempo olhando por mim.

Por isso, tenho certeza de que, mesmo não fazendo mais parte deste plano, você me acompanhou e sonhou tanto em viver este dia e que agora, em algum lugar muito bonito, está feliz pela minha vitória.

Sei que está com Deus...

## **AGRADECIMENTO**

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Engenharia Agrícola, pela acolhida e oportunidade de realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.

Ao Professor Paulo César Corrêa, pela orientação deste trabalho.

Aos Conselheiros Daniel Marçal de Queiroz e Jadir Nogueira da Silva, pelas valiosas sugestões e pela colaboração.

Ao Professor Tetuo Hara, pelo estímulo e pela atenção, dedicação e amizade.

À minha mãezinha, pela vida, pelo exemplo de coragem, pelos ensinamentos e pelo apoio e entusiasmo durante toda a minha vida.

Ao meu irmão, pelo carinho, pelo orgulho e pela admiração e responsabilidade.

Ao Agnaldo, pelo companheirismo e pela cumplicidade.

À sempre amiga Cátia, pelos momentos de ajuda e pela certeza da amizade sincera.

Aos amigos de pós-graduação, em especial a Solenir, Adriana, Izabel, Wederson, Paulo César, Eduardo, Cláudia, Fabrícia, Cardoso e Sérgio, pelo companheirismo.

Aos funcionários Silas, Gallinari, Chiquinho, Edna, D. Maria, Fernanda e Daniel Mill, pela colaboração no desenvolvimento desta pesquisa.

Aos professores do Departamento de Engenharia Agrícola, pela acolhida.

A todos que, de alguma forma, deram sua parcela de contribuição a este trabalho.

## **BIOGRAFIA**

Cristiane Pires Sampaio, filha de Daniel Souto Sampaio e Maria Aparecida Pires Sampaio, nasceu em Guaxupé, sul de Minas Gerais, no dia 8 de julho de 1974.

Em março de 1993, iniciou o Curso de Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG, colando grau em dezembro de 1997.

Em março de 1998, iniciou o Programa de Mestrado em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, na área de Armazenamento e Processamento de Produtos Vegetais, submetendo-se à defesa de tese em fevereiro de 2000.

## CONTEÚDO

	Página
EXTRATO .....	viii
ABSTRACT .....	x
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1. Fatores relacionados à qualidade do café .....	5
2.2. Colheita de café no Brasil .....	5
2.3. Desprendimento dos frutos .....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	10
3.1. Colheita .....	11
3.2. Força de tração para o desprendimento dos frutos de café .....	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	14
4.1. Análise de variância dos dados obtidos no experimento .....	17
4.2. Forças de desprendimento dos frutos em função da sua posição na planta e do estágio de maturação dos frutos da variedade Mundo Novo .....	18
4.3. Forças de desprendimento dos frutos em função da sua posição na planta e do estágio de maturação dos frutos da variedade Catuaí Amarelo .....	20

	Página
4.4. Forças de desprendimento dos frutos em função da sua posição na planta e do estágio de maturação dos frutos da variedade Conillon .....	21
4.5. Forças de desprendimento dos frutos em função da sua posição na planta e do estágio de maturação dos frutos da variedade Catuaí Vermelho .....	23
4.6. Forças de desprendimento dos frutos em função da sua posição na planta e do estágio de maturação dos frutos da variedade Catimor .....	24
5. RESUMO E CONCLUSÕES .....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28
APÊNDICE .....	31

## EXTRATO

SAMPAIO, Cristiane Pires, M.S., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2000. **Determinação da força requerida para o desprendimento de frutos de café em diferentes estádios de maturação.** Orientador: Paulo César Corrêa. Conselheiros: Jadir Nogueira da Silva e Daniel Marçal de Queiroz.

Este trabalho foi realizado nos laboratórios do DEA/CCA/UFV e do CENTREINAR, no “campus” da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, e teve como objetivo determinar a força de tração necessária para o desprendimento do fruto de café da planta, em cinco variedades comercialmente cultivadas no Brasil. Foram também estudados o efeito de diferentes estádios de maturação do fruto e a posição deste na planta. A determinação da força de tração para o desprendimento dos frutos de café foi realizada, usando-se o aparelho universal de teste modelo TA Hdi Texture Analyser. O estádio de maturação e a posição dos frutos na planta das variedades estudadas apresentaram efeito significativo sobre o módulo da força de desprendimento destes. O valor médio da força de desprendimento (em newtons) em todas as variedades foi de 3,3 no café cereja, 5,6 no café verde cereja e 8,8 no café verde. O valor médio da força de desprendimento (em newtons) em todas as variedades foi de 5,7 no fruto de café posicionado na base da planta, 5,9 no fruto de café



posicionado no meio e 6,0 no fruto posicionado no topo da planta. A análise estatística dos resultados indicou, também, que existe diferença significativa da força de desprendimento nas variedades estudadas, em relação ao estágio de maturação dos frutos. O fator pesquisado posição dos frutos de café na planta apresentou efeito significativo apenas em algumas variedades.

## ABSTRACT

SAMPAIO, Cristiane Pires, M. S., Universidade Federal de Viçosa, November 2000. **Determination of the force needed for the detachment of coffee fruits of different ripeness conditions.** Adviser: Paulo Cesar Corrêa. Committee Members: Jadir Nogueira da Silva and Daniel Marçal de Queiroz.

This work was accomplished at the CENTREINAR and DEA/ CCA/ UFV laboratories both located in the campus of the Federal University of Viçosa, in Viçosa, Minas Gerais state. The main objective of this work was to determine the traction force necessary for the detachment of the coffee fruit, for five commercial varieties cultivated in Brazil. The effects of the different ripeness conditions and the location of the fruits in the plant in the detachment force were also studied. To evaluate the traction force necessary for the detachment of the coffee fruits, it was used the Test Model Universal apparatus, TA Hdi, texture analyzer. The ripeness condition and the location of the fruits in the plant showed to have a significant effect on the detachment force, for the studied varieties. The mean values of the detachment force in all studied varieties were of 3.3 N for cherry fruits, 5.6 N for cherry-green fruits and 8.8 N for green fruits. The mean values of the detachment force in all studied varieties were of 5.7 N for fruits located on the lower part of the plant; 5.9 N for fruits located in the middle part

of the plant and 6.0 N for fruits located on the upper part of the plant. The statistics analysis of the results showed that there is a significant difference of the detachment force among the studied varieties, related to the ripeness condition of the fruits. However, the position of the fruits on the plants showed to have a significant effect only for some of the studied varieties.

## 1. INTRODUÇÃO

O café é cultivado no Brasil em vários estados, principalmente em Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Paraná.

Produzido e exportado por países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, o café é importado por países ricos. Por essa razão, a demanda mundial do café tem crescimento lento e, em consequência, pequenas mudanças na oferta resultam em grandes flutuações de preços.

Historicamente, no início do século, o Brasil era responsável por 77% do mercado cafeeiro mundial. Hoje, responde por apenas 25% do café exportado. Diversos fatores contribuíram para essa perda de mercado, mas, sem dúvida, a qualidade e a produtividade devem merecer especial atenção (CAIXETA, 1998).

O Brasil, no ano de 1961, era responsável por 36,78% das exportações mundiais de café, índice que caiu, em 1995, para 20,1%. No entanto, ocupa a posição de maior produtor e exportador de café no mercado internacional, sendo o segundo maior consumidor mundial deste produto.

A cultura do café teve grande influência na colonização e no desenvolvimento do país e assume, hoje, importante papel econômico e social (COFFEE BUSINESS, 1996).

Segundo WIEZEL (1981), para a sobrevivência da cafeicultura, o Brasil tem que seguir o caminho da qualidade. Assim, o amplo conhecimento das

técnicas de produção de café de alta qualidade é indispensável para uma cafeicultura moderna.

Alguns produtos agrícolas têm seus preços baseados em parâmetros qualitativos, e, dentre eles, destaca-se o café, cujo valor cresce significativamente com a melhoria da qualidade, a qual é também fator limitante da exportação.

Embora várias tecnologias de cultivos venham sendo utilizadas pelos cafeicultores, visando à melhoria da produção e da produtividade, muitos têm dado importância aos aspectos qualitativos do produto, acompanhando as exigências dos mercados nacional e internacional. O descaso durante o processo produtivo traz, como consequência, perda de preço de 10 a 20% quanto ao aspecto do produto, de 40% em função da bebida e de 60% quanto ao produto de aspecto ruim (FERREIRA et al., 1989).

Com o aumento da produção e a melhoria da qualidade do café de outros países produtores, associados a crescentes demandas por cafés especiais de bebida superior pelos países importadores, a participação brasileira no mercado internacional tem sofrido queda. Isso tem levado os pesquisadores a buscar novas técnicas que permitem a obtenção de um produto final de melhor qualidade.

A qualidade do café depende, nas fases de pré e pós-colheita, da interação entre fatores que garantam a expressão final das características de sabor e aroma e enquadram os cafés produzidos nos melhores padrões de qualidade (FERIA-MORALES, 1990).

Com o crescimento das áreas cultivadas com café e a redução da disponibilidade de mão-de-obra, os cafeicultores têm na fase de colheita suas maiores dificuldades. Isso requer, para o futuro próximo, grande expansão da mecanização nessa atividade, principalmente com o desenvolvimento de equipamentos eficientes para a colheita mecânica.

O conhecimento da força necessária para o desprendimento do fruto da planta será útil no dimensionamento e na regulação de equipamentos de colheita mecânica desse produto ou, ainda, no desenvolvimento de máquinas para pré-colheita e colheita seletiva de frutos de café.

Tendo em vista o crescente interesse que os cafeicultores vêm tendo em relação à colheita mecanizada do café e à carência de informações que permitam realizar o projeto de máquinas de colheita, este trabalho teve por objetivo determinar a força de tração necessária para o desprendimento do fruto de café, em diferentes estádios de maturação e diferentes posições na planta, de cinco variedades mais cultivadas no Brasil.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

O Brasil iniciou sua produção de café após a Proclamação da Independência e, em 1845, já colhia 45% da produção mundial, sendo a partir dessa data o maior produtor de café do Planeta (COFFEE BUSINESS..., 1995).

O café pertence à família Rubiaceae, da qual faz parte o gênero *Coffea*. As espécies cultivadas em grandes escalas em todo o mundo, representando praticamente 100% de todo o café comercializado, são *Coffea arábica* e *Coffea canephora* (MATIELO, 1987).

Atualmente, o Brasil ocupa a posição de maior produtor e exportador de café no mercado internacional, além de ser o segundo maior consumidor desse produto. Entretanto, a posição privilegiada do país como principal produtor de café pouco tem favorecido a comercialização do produto brasileiro no concorrido mercado internacional, devido, principalmente, à qualidade inferior do produto, em relação ao café produzido pelos concorrentes.

Dados recentes têm evidenciado que o Brasil está apresentando preço muito competitivo lá fora, e a qualidade também está conquistando o comprador. A importância do café fica explícita quando se observa que ele foi o principal produto exportado para a Alemanha no ano passado, quando 17% da receita das importações alemãs de produtos brasileiros foi gerada pelo café, segundo os

dados mais recentes da Secretaria de Comércio Exterior (COFFEE BUSINESS..., 1999).

## **2.1. Fatores relacionados à qualidade do café**

A realidade atual da cafeicultura brasileira indica que a agroindústria nacional tem capacidade para abastecer os mercados interno e externo com um produto de qualidade, para o que depende de um estímulo em torno da revitalização da cultura em busca da produtividade com qualidade (TÔRRES, 1997).

A qualidade do café não é determinada somente por características físicas e químicas do grão, mas também por fatores de pré-colheita que interferem nessa qualidade (VILELA, 1997).

Conforme SOUZA (1996), um dos fatores determinantes do declínio brasileiro no mercado internacional foi a falta de um padrão de qualidade do produto nacional. Os principais concorrentes brasileiros perceberam mais cedo a importância de ofertar produto de melhor qualidade e introduziram modificações significativas em seu produto, como foi o caso da Colômbia, do México e de países da América Central, que, ao produzirem café arábica suave, alcançaram sempre melhores preços no mercado internacional.

## **2.2. Colheita de café no Brasil**

Tradicionalmente, a colheita de café no Brasil tem sido feita de forma manual. Atualmente, a escassez de mão-de-obra para a colheita tem sido um dos maiores problemas enfrentados pelos cafeicultores. Diante disso, fez-se necessário o desenvolvimento de sistemas de colheita mecânica ou sistemas de colheita mistos, tendo em vista a solução dos problemas relacionados com a operação de colheita.



A colheita de café é, comparativamente, mais difícil de ser executada do que a de outros produtos agrícolas, em virtude da arquitetura da planta, da desuniformidade de maturação e do teor de umidade elevada dos frutos maduros.

SALVADOR et al. (1997) afirmaram que a colheita manual do café é feita predominantemente pelo processo denominado “derriça no chão”. Nesse caso, o café é derrubado no chão, rastelado, abanado e posto para secar em terreiros ou secadores mecânicos. Outro processo bastante comum de colheita é a derriça no pano, que impede o contato dos frutos com a terra. Uma terceira forma é a colheita dos frutos “a dedo” ou em cestos. Por este processo são colhidos apenas os frutos maduros, sendo melhor a qualidade final do produto.

Segundo MOREIRA (1999), a mão-de-obra envolvida na colheita manual representa 33% do custo de produção do café. Com as máquinas colhedoras, reduz-se esse número para 17%.

Para SALVADOR et al. (1997), a hora de colher a safra não é apenas uma das etapas mais importantes, mas aquela que mais pesa no custo de produção do café. Diante dessa conta alta e da pressão do mercado sobre os preços, o gerenciamento da colheita e o conhecimento das principais propriedades físicas do fruto de café determinam, muitas vezes, a rentabilidade do processo produtivo. Os referidos autores relataram também que, com o crescimento das áreas cultivadas com café e a redução da disponibilidade da mão-de-obra, que é também utilizada na colheita de outras culturas, a expansão da mecanização agrícola desta atividade é de grande importância. O plantio desta rubiácea, por se tratar de cultura perene, não é operação tão problemática para os produtores. Já a colheita mecanizada, mesmo que empregada em propriedades com topografia mais favorável, ainda é modesta, considerando-se a área total cultivada; a colheita tem sido vista pelos produtores como um ponto de estrangulamento na exploração da cultura.

Embora as máquinas colhedoras de café tenham aparecido somente na década de 80, adaptadas de colhedoras mecânicas de amoras nos EUA desde o final da década de 60 e início da década de 70, a colheita mecanizada de produtos por meio de vibração mecânica vem sendo estudada por diversos pesquisadores.

Um dos fatores importantes no desenvolvimento de máquinas de colheita por vibração é a determinação das frequências naturais. A utilização de frequências de vibração iguais às frequências naturais possibilita o desprendimento dos frutos.

### **2.3. Desprendimento dos frutos**

PARCHOMCHUK e COOKE (1971) informaram que o desprendimento dos frutos de café ocorre quando as forças inerciais, devido ao movimento do fruto, tornam-se maiores do que a força de tração necessária para causar a remoção.

A força para remoção de frutos verdes de café é geralmente maior do que a força necessária para remoção de frutos maduros (TONGUMPAI, 1993).

HONDA et al. (1979), estudando o efeito do estágio de maturação dos frutos na colheita mecânica do café, concluíram que, na fase inicial da colheita, a máquina derriçou 83,5% dos frutos da planta e, no final, foi capaz de colher 97,0% dos frutos nos estádios passa e cereja.

CRISOSTO e NAGAO (1991) afirmaram que existe diferença significativa na força de remoção de frutos verdes e cerejas em diferentes variedades de café. Eles observaram que a força para remoção dos frutos verdes foi semelhante em cinco variedades testadas, mas essa força foi, aproximadamente, o dobro daquela requerida para remoção dos frutos maduros. HOOD e WEBB (1968) relataram que, quanto mais maduros os frutos de tomates, mais fácil é o seu desprendimento.

CRISOSTO et al. (1992) e SCHUCH et al. (1990) relataram que a produção de café do Hawái, comparada com a de outras áreas produtoras de café do mundo, permite que as colhedoras mecânicas só colham frutos cerejas, devido ao período uniforme de florescimento das plantas.

INAMASU e ANDRADE (1997), realizando testes com uma máquina acionada por motor de dois tempos acoplados diretamente a uma haste para

derriçar café, concluíram que o desempenho da máquina foi influenciado por dois fatores predominantes: carga de fruto e estágio de maturação.

É importante e necessário conhecer a força de remoção de frutos para compreender o processo de separação entre o fruto e o galho da planta.

BLEDSOE e SWINGLE (1972), avaliando a força de tração para o desprendimento de vagens de feijão de duas variedades, concluíram que existem diferenças significativas da força de remoção das vagens de feijão entre as variedades nas determinações de laboratório e de campo, entre as diferentes direções de aplicação da força de tração e entre os diversos tamanhos das vagens.

Ensaio conduzido por SHOWALTER (1970) indicaram que a colheita de feijão mais eficiente foi conseguida pelo movimento vertical dos dentes de uma garra presa a um cabo de aço que envolvia a vagem do feijão. Esse autor realizou os testes, utilizando um aparelho, montado em laboratório, que aplicava força nas vagens.

Estudos realizados por BARNES (1969) evidenciaram que, para estabelecer uma base em programas futuros de desenvolvimento de sistemas mecanizados para colheita de limão, seria necessário estudar as características de desprendimento do fruto das diferentes variedades e a média de condições climáticas encontradas nas áreas de produção de limão da Califórnia. Quando a força é aplicada na fruta como esforço para removê-la da árvore, a fruta solta-se em resposta a algumas falhas estruturais no sistema pedúnculo-fruta. Quando a fruta alcança o pleno desenvolvimento e atinge a maturação, a força de desprendimento diminui rapidamente. De fato, limões mais maduros desprendem-se e caem da árvore em resposta ao seu próprio peso. Em todas as posições estudadas do limoeiro, a maioria dos frutos foi desprendida por falha do pedicelo, pedúnculo e ramo.

Na colheita mecânica dos frutos cítricos, baseada no princípio de vibração, o desprendimento da fruta é diretamente influenciado pela magnitude, direção e frequência da força que atua sobre a articulação do pedúnculo-fruta (ALPER e FOUX, 1976).

Na cultura do tomate, FLUCK (1968) afirmou que as características de desprendimento dos frutos não são bem conhecidas; mas essas características influenciam qualquer tipo de colheita, afetando a maneira pela qual o fruto é desprendido quando colhido à mão ou determinando as exigências dos vários métodos de remoção mecânica. HIELD et al. (1967) encontraram correlações lineares entre a força de desprendimento e o tamanho do fruto e o diâmetro do talo. Os efeitos variedades, maturidade, teor de umidade e tamanho do fruto foram significativos no estudo do desprendimento de tomates.

A energia absorvida pelo sistema fruto-pedúnculo tem sido investigada como parâmetro de desprendimento. BREWER (1964), postulando a facilidade de medição do desprendimento, propôs um parâmetro, que é a razão entre o produto da força aplicada e o tempo de aplicação, tanto de uma força constante quanto de uma força crescente linearmente. Esse parâmetro é uma função do trabalho realizado durante o desprendimento.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado nos Laboratórios de Armazenamento e Processamento de Produtos Vegetais do Departamento de Engenharia Agrícola (DEA)/Centro de Ciências Agrárias (CCA)/UFV e Propriedades Físicas e Qualidade de Produtos Agrícolas do Centro Nacional de Treinamento em Armazenagem (CENTREINAR), ambos no “campus” da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG.

As amostras foram coletadas no Campo Experimental e no Viveiro de Café do Departamento de Fitotecnia do CCA, ambos localizados no “campus” da UFV.

Foram utilizados ramos de café da espécie *Coffea arabica* L., variedades Catimor (UFV-3880), Catuaí Amarelo, Catuaí Vermelho e Mundo Novo, e, ainda, da espécie *Coffea robusta* L., variedade Conillon (clonal precoce e linhagens mediana, média e alta da ENCAPER).

A coleta de dados se iniciou em meados do mês de março, coincidindo com o início do amadurecimento dos frutos de café, e terminou em junho de 1999. Nesse período foi possível obter resultados de força de tração para o desprendimento dos frutos de café nos três estádios de maturação.

### **3.1. Colheita**

Foram colhidos ramos de café que continham frutos nos três estádios de maturação, ou seja, verde, verde-cereja e cereja. Os ramos foram colocados em sacos de plástico para o transporte desde o campo até o laboratório. As coletas eram feitas na parte da manhã e os testes da força de desprendimento, realizados no mesmo dia.

Foram selecionados, no campo, 10 pés de café para cada variedade em estudo, de acordo com a homogeneidade dos frutos e o seu estágio de maturação. Para cada pé de café foram definidas três posições dos frutos em relação ao solo: base, meio e topo da planta. Em cada uma dessas posições foram colhidos ramos da planta que continham frutos de café nos estádios verde, verde cereja e cereja. Em cada estágio de maturação e cada posição dos frutos foram feitos testes com 10 frutos de café.

Os frutos de café que se encontravam no estágio de maturação cereja tiveram seu desprendimento pelo rompimento da casca com o pedúnculo. No desprendimento dos frutos verdes ocorre rompimento do pedúnculo com a planta, de acordo com a sua morfologia mostrada no esquema da Figura 1.

### **3.2. Força de tração para o desprendimento dos frutos de café**

A força de tração para o desprendimento dos frutos de café foi determinada, utilizando-se o aparelho universal de teste modelo TA Hdi Texture Analyser. Este aparelho, de origem inglesa, é apropriado para se fazerem testes de textura de alimentos e frutos; em razão disso, o aparelho foi adaptado (Figura 2) para determinação da força de tração para o desprendimento do fruto de café. As curvas mostrando o processo do desprendimento do fruto de café foram determinadas através do programa “TEXTURE EXPERT”, versão 1.19, da “Stable Micro Systems Ltd”. A velocidade de deslocamento da força aplicada para o desprendimento dos frutos de café foi de 1,00 mm/s.

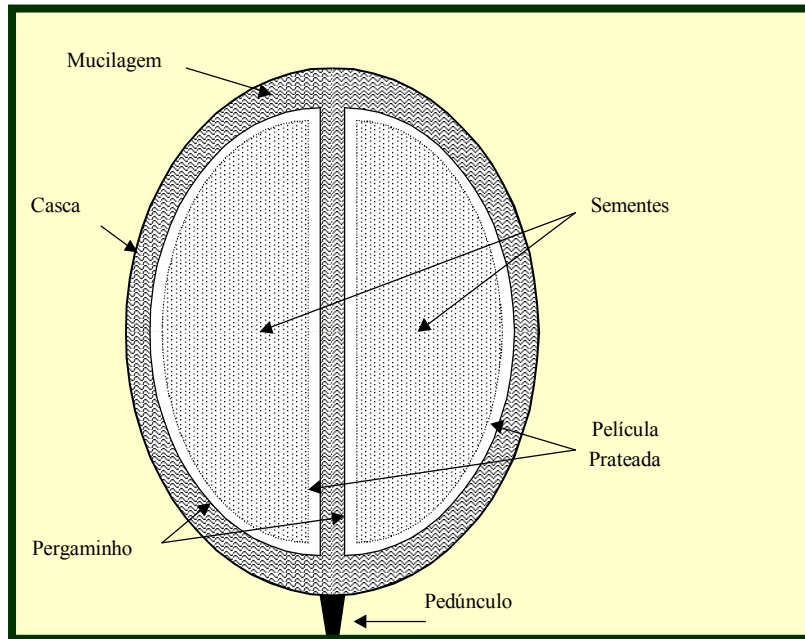


Figura 1 – Diagrama esquemático da morfologia do fruto de café.



Figura 2 – Aparelho universal de teste modelo TA Hdi Texture Analyser.

Os testes da força de tração para o desprendimento do fruto de café tiveram os seguintes procedimentos:

a) Foram selecionados ramos que continham frutos de café nos três estádios de maturação: verde, verde cereja e cereja. Ao chegarem ao laboratório, os ramos eram cortados em amostras de, aproximadamente, 10 cm de comprimento.

b) As amostras eram, então, fixadas na base do aparelho (Figura 3). Para o desprendimento do fruto, adaptou-se uma garra com mola, fixa a um cabo de aço, que possibilitava envolver o fruto de café.



Figura 3 – Fruto de café seguro pela garra com molas no momento do desprendimento.

c) Para determinação da força necessária para o desprendimento do fruto de café, o sistema era tracionado até ocorrer o desprendimento do fruto. Nesse momento, o programa do computador apresentava a curva da força *versus* o deslocamento, em mm, fornecendo a força para o desprendimento do café em newtons.

Após a determinação das forças de desprendimento dos frutos de café, foi feita a análise estatística dos dados. Aplicando-se o teste de média, foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade nos parâmetros variedades, estádios de maturação e posições dos frutos de café na planta.



#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas típicas do processo de desprendimento dos frutos são mostradas nas Figuras 4, 5, 6, 7 e 8 para cada uma das variedades estudadas.

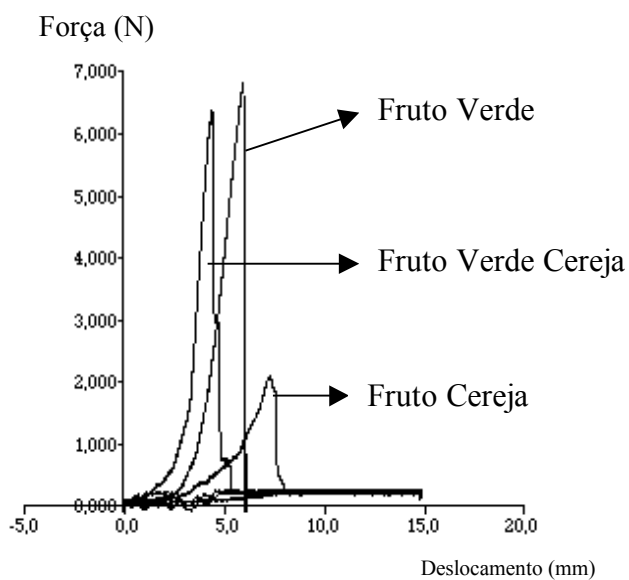


Figura 4 – Curvas características da força de tração para o desprendimento do fruto de café em função do seu deslocamento, nos três estádios de maturação (verde, verde cereja e cereja) da variedade Conillon.

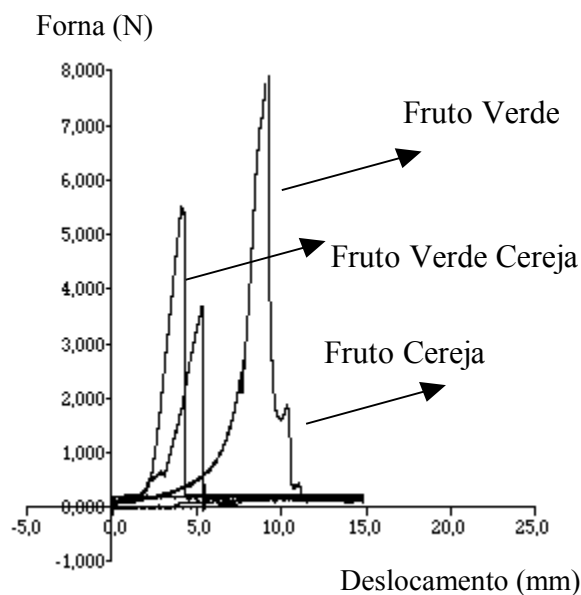


Figura 5 – Curvas características da força de tração para o desprendimento do fruto de café em função do seu deslocamento, nos três estádios de maturação (verde, verde cereja e cereja) da variedade Catuaí Amarelo.

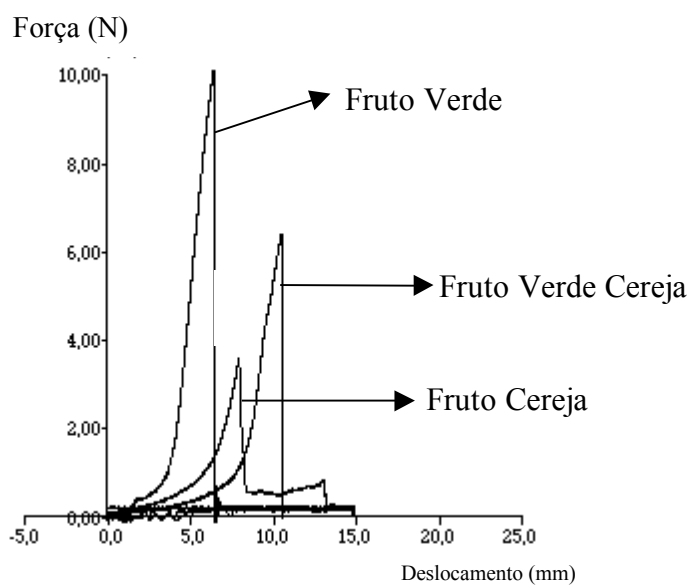


Figura 6 – Curvas características da força de tração para o desprendimento do fruto de café em função do seu deslocamento, nos três estádios de maturação (verde, verde cereja e cereja) da variedade Catuaí Vermelho.

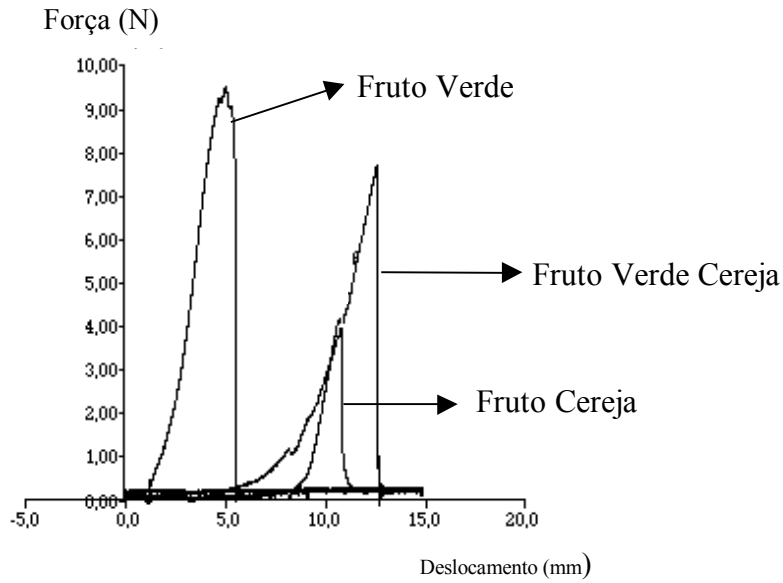


Figura 7 – Curvas características da força de tração para o desprendimento do fruto de café em função do seu deslocamento, nos três estádios de maturação (verde, verde cereja e cereja) da variedade Catimor.

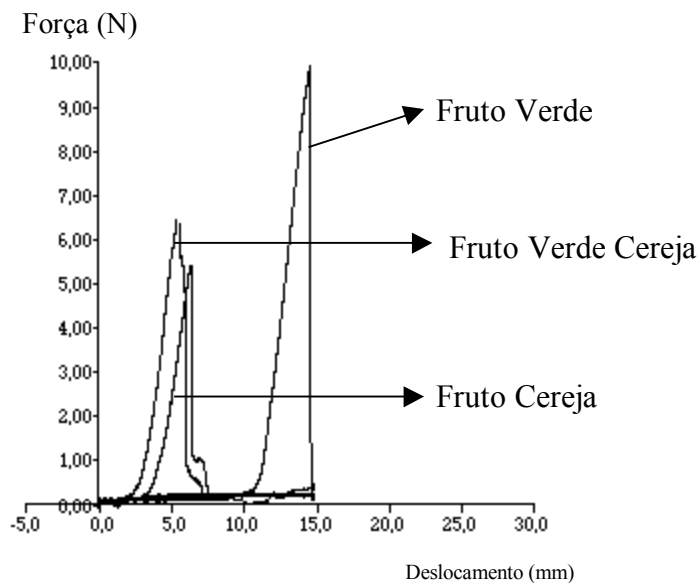


Figura 8 – Curvas características da força de tração para o desprendimento do fruto de café em função do seu deslocamento, nos três estádios de maturação (verde, verde cereja e cereja) da variedade Mundo Novo.

Observou-se a diferença entre os módulos da força de tração para o desprendimento do fruto nos diferentes estádios de maturação (verde, verde cereja e cereja).

Nas variedades estudadas, notou-se que os frutos verdes exigiam maior força de tração para o seu desprendimento, em comparação com os frutos verde cereja e cereja. Isso acontece devido ao fato de os frutos verdes apresentarem maior ligação do pedúnculo com a planta para a condução e o fornecimento de nutrientes. Os frutos de café verde cereja exigem força para o seu desprendimento menor do que a exigida pelos frutos verdes. Os frutos cerejas exigiram menor força de desprendimento de seus frutos e tiveram menor deslocamento para que seus frutos começassem a se desprender da planta, possivelmente devido ao fato de que esse desprendimento ocorre entre o fruto e o pedúnculo e de forma diferente do verde e do verde cereja, que se desprendem pela ruptura da ligação entre o pedúnculo e o ramo.

#### **4.1. Análise de variância dos dados obtidos no experimento**

Após a realização dos testes da determinação da força para o desprendimento dos frutos de café e depois de realizada a análise estatística dos dados, foi feito o quadro de ANOVA dos fatores estudados.

Os fatores em estudo foram altamente significativos ( $\alpha < 0,001$ ) em seus efeitos principais. Os fatores maturação e variedade foram os que se destacaram dentre os outros estudados, ou seja, esses fatores influenciaram, de forma significativa, o módulo da força de tração para o desprendimento dos frutos de café.

O fator posição dos frutos na planta não apresentou tendência clara referente aos seus resultados.

De acordo com o Quadro 1, foram comparados os valores médios das forças aplicadas (N) para cada posição dos frutos na planta (base, meio e topo) e estádio de maturação dos frutos de café (verde, verde cereja e cereja), em função das variedades estudadas.

Quadro 1 – Comparação dos valores médios das forças aplicadas (em newton) por estágio de maturação (VD, VD/CER e CER) e por posição (B, M e T) dos frutos na planta em função das variedades estudadas

Variedade	PERÍODO DE MATURAÇÃO								
	Verde			Verde Cereja			Cereja		
	Base	Meio	Topo	Base	Meio	Topo	Base	Meio	Topo
<b>Conillon</b>	7,51 A	6,97 B	7,34 A	5,01 A	5,01 A	4,92 A	2,87 A	2,79 AB	2,61 B
<b>Catuaí Amarelo</b>	9,22 A	9,16 A	9,35 A	5,53 B	5,97 A	5,50 B	2,84 B	3,07 A	3,04 A
<b>Catuaí Vermelho</b>	6,80 C	9,87 A	9,39 B	4,55 C	5,99 B	6,75 C	3,17 C	3,43B	3,63 A
<b>Catimor</b>	9,66 A	9,00 C	9,19 B	6,32 A	5,73 B	5,47 C	3,96 A	3,61 B	3,33 C
<b>Mundo Novo</b>	8,92 C	9,34 B	10,08 A	6,37 C	5,71 C	6,04 B	3,99 A	3,31 B	3,34 B

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas (nas colunas) e maiúsculas (nas linhas) não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Foram ainda comparados os valores médios das forças aplicadas (N) por estágio de maturação (verde, verde cereja e cereja) e por posição (base, meio e topo) dos frutos de café na planta conforme as variedades.

#### **4.2. Forças de desprendimento dos frutos em função da sua posição na planta e do estágio de maturação dos frutos da variedade Mundo Novo**

Como mostrado na Figura 9, os frutos verdes e verde cereja posicionados no topo da planta foram aqueles que exigiram maior força de desprendimento (10,05 N); em seguida, destacaram-se os frutos verdes posicionados no meio da planta e os frutos verdes posicionados na base da planta, exigindo forças de desprendimento de 9,34 e 8,92 N, respectivamente, os quais não se diferenciam, estatisticamente, entre si.

Os frutos de café que se encontravam no estágio de maturação cereja exigiram maior força (3,99 N) para o seu desprendimento, principalmente os posicionados na base da planta; em seguida, destacaram-se aqueles posicionados

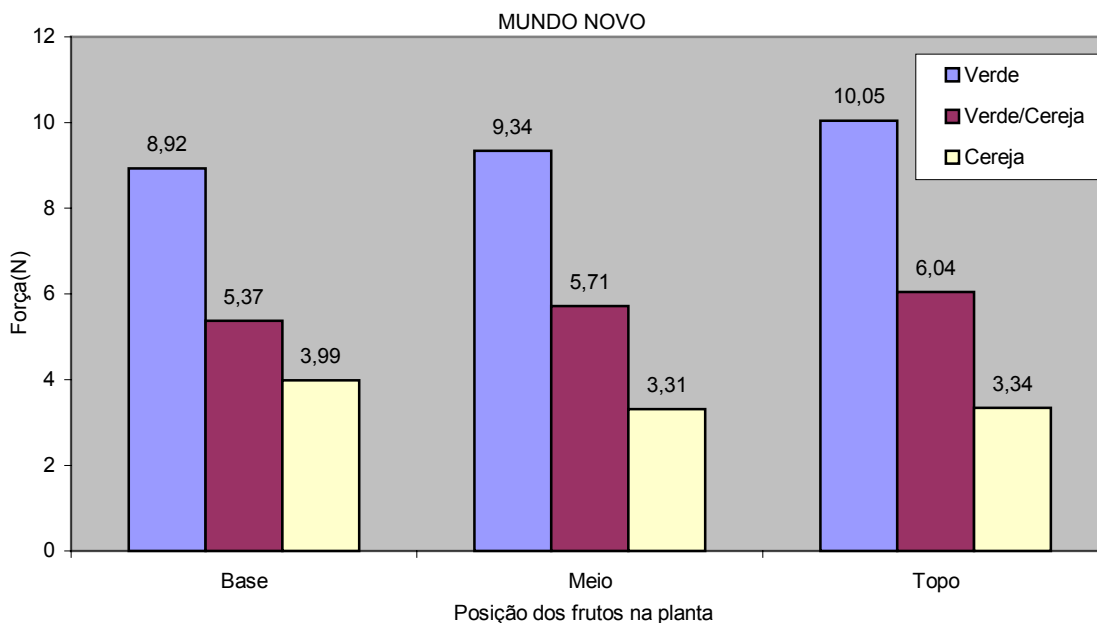


Figura 9 – Força de desprendimento dos frutos de café em função do estágio de maturação e da posição dos frutos na planta da variedade Mundo Novo.

no topo e no meio da planta, exigindo forças de 3,34 e 3,31 N, respectivamente, não se diferenciando estatisticamente entre si.

Os frutos de café que se encontravam no estágio de maturação verde cereja exigiram maior força (6,04 N) para o seu desprendimento, especialmente os posicionados no topo da planta; em seguida, destacaram-se os frutos posicionados no meio e na base da planta, exigindo forças de 5,71 e 5,37 N, respectivamente, diferenciando-se estatisticamente entre si.

Os frutos de café que se encontravam no estágio de maturação verde exigiram maior força (10,05 N) para o seu desprendimento, principalmente os posicionados no topo da planta; em seguida, destacaram-se os frutos posicionados no meio e na base da planta, exigindo força de 9,34 e 8,92 N, respectivamente, e diferenciando-se estatisticamente entre si.

Na base da planta, os frutos verdes cerejas de café exigiram força de desprendimento 28,58% menor do que os frutos verdes. Frutos cerejas exigiram força para o seu desprendimento 55,26% menor que os frutos verdes.

No meio da planta, os frutos verdes cerejas requereram força 38,86% menor que os frutos verdes. Frutos cerejas exigiram força de desprendimento 64,56% menor em relação aos frutos verdes. No topo da planta, os frutos verdes cerejas exigiram força de desprendimento 39,90% menor do que os frutos verdes. Frutos cerejas exigiram essa força 66,76% menor do que frutos verdes.

#### **4.3. Forças de desprendimento dos frutos em função da sua posição na planta e do estágio de maturação dos frutos da variedade Catuaí Amarelo**

Como se pode observar na Figura 10, os frutos de café que se encontravam no estágio de maturação verde e no topo da planta exigiram maior força de tração para o seu desprendimento (9,35 N). Em seguida, destacaram-se os frutos verdes localizados na base e no meio da planta, exigindo forças de 9,22 e 9,16 N, respectivamente, para seu desprendimento.

Com relação aos frutos que se encontravam no estágio de maturação verde cereja, os localizados no meio da planta exigiram maior força para o seu desprendimento, apresentando uma força de 5,97 N. Em seguida, destacaram-se os frutos verdes cerejas que se encontravam na base e no topo da planta, exigindo forças de tração para o seu desprendimento de 5,53 e 5,50 N, respectivamente.

Nos frutos que se encontravam no estágio de maturação cereja, os frutos posicionados no meio da planta se destacaram por exigir força de 3,07 N para o seu desprendimento. Em seguida, destacaram-se os frutos cerejas posicionados no topo e na base da planta, exigindo forças de 3,04 e 2,84 N, respectivamente.

Frutos verdes cerejas posicionados na base da planta exigiram força de tração para o seu desprendimento 40,02% menor do que os frutos verdes; os frutos cerejas, força 66,19% menor do que os verdes.

No meio da planta, os frutos verdes cerejas exigiram força 34,82% menor do que os verdes. Os frutos cerejas exigiram força 66,48% menor do que os verdes.

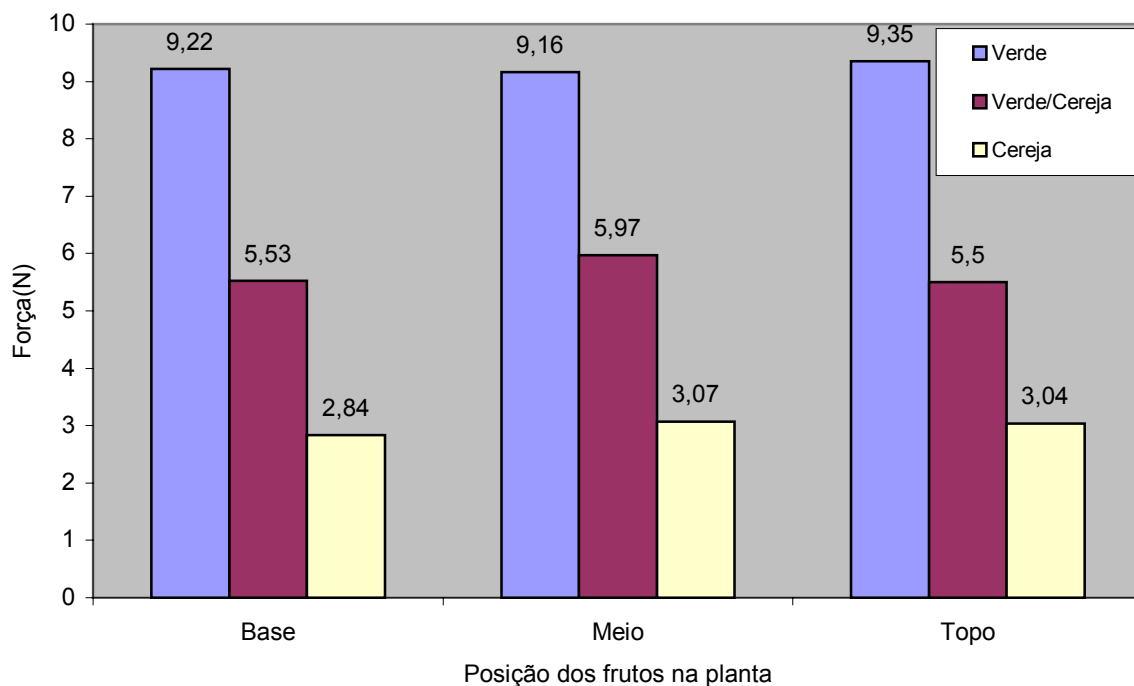


Figura 10 – Força de desprendimento dos frutos de café em função do estágio de maturação e da posição dos frutos na planta da variedade Catuai Amarelo.

No topo da planta, os frutos verdes cerejas exigiram força para o seu desprendimento 41,17% menor do que os verdes; os frutos cerejas, força 67,48% menor do que os verdes.

#### 4.4. Forças de desprendimento dos frutos em função da sua posição na planta e do estágio de maturação dos frutos da variedade Conillon

Como se pode observar na Figura 11, os frutos verdes posicionados na base da planta exigiram maior força para o seu desprendimento (7,51 N), não se diferenciando estatisticamente dos frutos verdes posicionados no topo, os quais apresentaram força de 7,34 N. Em seguida, destacaram-se estatisticamente os frutos verdes posicionados no meio da planta, exigindo força de 6,97 N.

Quando aos frutos de café que se encontravam no estágio de maturação verde cereja, os posicionados na base, no meio e no topo da planta não se



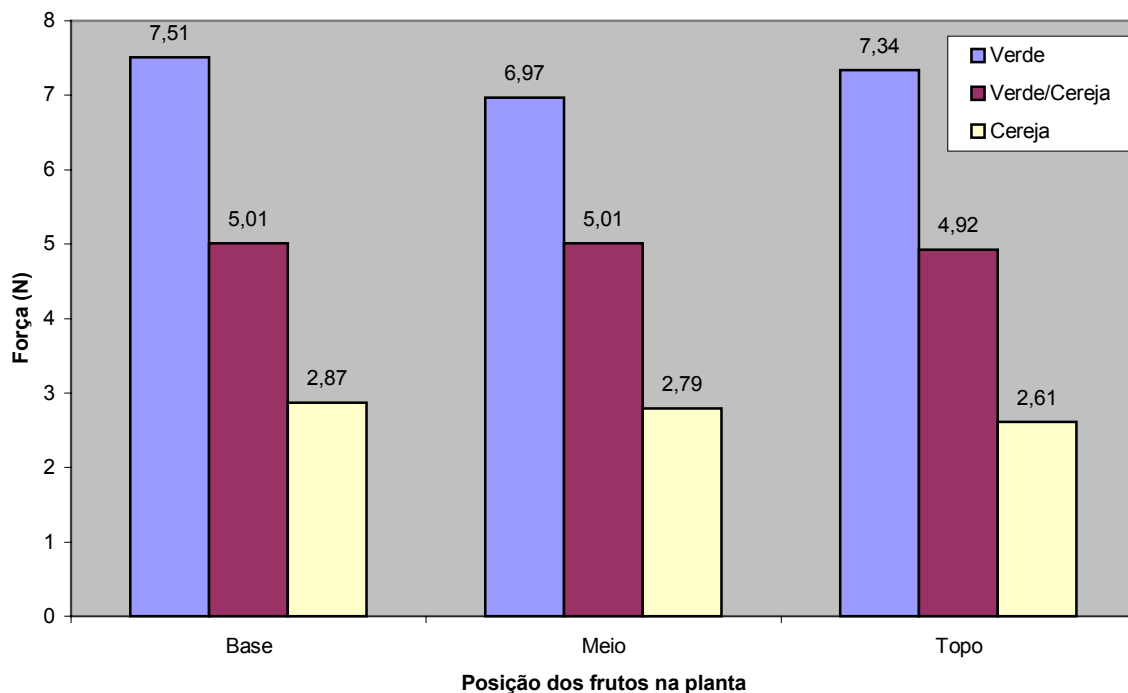


Figura 11 – Força de desprendimento dos frutos de café em função do estágio de maturação e da sua posição na planta da variedade Conillon.

diferenciaram estatisticamente entre si, exigindo forças de 5,01; 5,01; e 4,92 N, respectivamente, para o seu desprendimento.

Os frutos de café que se encontravam no estágio de maturação cereja, principalmente os posicionados na base e no meio da planta, foram os que exigiram maiores forças de tração para o seu desprendimento, ou seja, 2,87 e 2,79 N, respectivamente, não se diferenciando estatisticamente entre si. Em seguida, destacaram-se os frutos cerejas posicionados no meio e no topo da planta, exigindo forças de 2,79 e 2,61 N, respectivamente, para o seu desprendimento, não se diferenciando entre si, estatisticamente.

Na base da planta, os frutos verdes cerejas exigiram uma força para o seu desprendimento 33,28% menor do que os frutos verdes. Frutos cerejas exigiram uma força para o seu desprendimento 61,78% menor do que frutos verdes.

No meio da planta, os frutos verdes cerejas exigiram força para o seu desprendimento 28,12% menor do que os verdes. Os frutos cerejas exigiram força para o seu desprendimento 59,97% menor do que os frutos verdes.

No topo da planta, os frutos verdes cerejas exigiram força para o seu desprendimento 32,97% menor do que os verdes. Os frutos cerejas exigiram força para o seu desprendimento 64,44% menor do que os frutos verdes.

#### 4.5. Força de desprendimento dos frutos em função da sua posição na planta e do estágio de maturação dos frutos da variedade Catuaí Vermelho

Como se pode observar na Figura 12, os frutos verdes posicionados no meio da planta exigiram força de 9,87 N para o seu desprendimento, enquanto os frutos posicionados no topo e na base exigiram forças de 9,39 e 6,80 N, respectivamente.

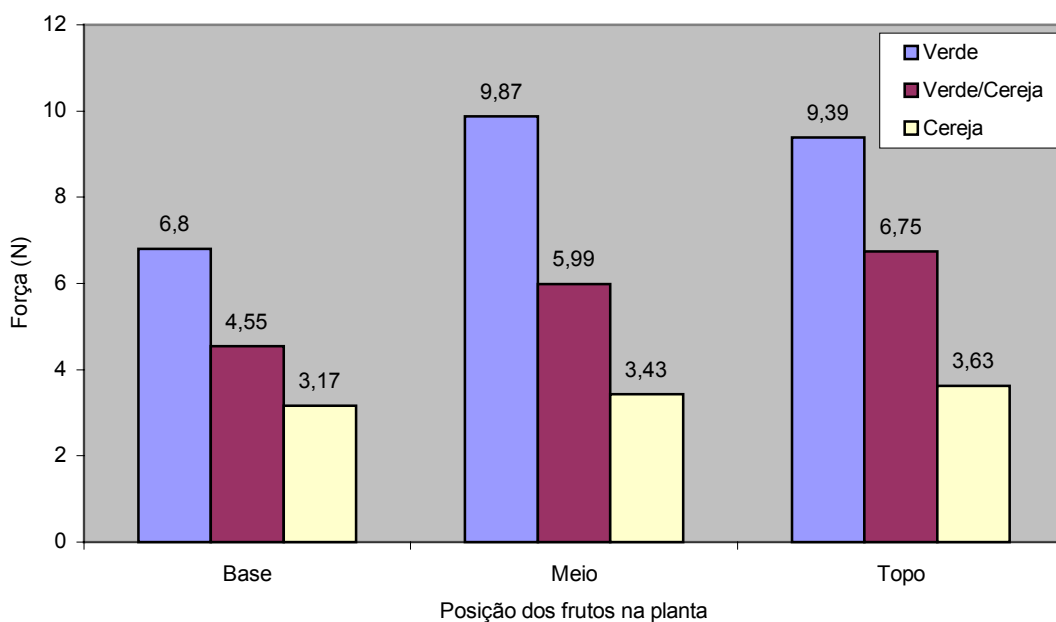


Figura 12 – Força de desprendimento dos frutos de café em função do estágio de maturação e da sua posição na planta da variedade Catuaí Vermelho.

Os frutos verdes cerejas posicionados no topo da planta exigiram maior força para o seu desprendimento. Em seguida, os frutos posicionados no meio e na base da planta exigiram forças de 5,99 e 4,55 N para seu desprendimento, respectivamente.

Os frutos cerejas posicionados no topo da planta exigiram maior força para o seu desprendimento (3,63 N). Em seguida, os frutos cerejas posicionados no meio e na base da planta exigiram forças de 3,43 e 3,17 N, respectivamente, para o seu desprendimento.

Os valores de força para o desprendimento dos frutos de café nos três estádios de maturação e na posição dos frutos apresentaram diferença significativa entre os seus valores, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na base da planta, os frutos verdes cerejas exigiram força para o seu desprendimento 33,08% menor que os frutos verdes. Os frutos cerejas exigiram força 53,38% menor que os verdes.

No meio da planta, os frutos verdes cerejas exigiram força para o seu desprendimento 39,31% menor que os frutos verdes. Os frutos cerejas exigiram força para o seu desprendimento 65,24% menor que os frutos verdes.

No topo da planta, frutos verdes cerejas exigiram força para o seu desprendimento 28,11% menor que frutos verdes. Os frutos cerejas exigiram força para o seu desprendimento 61,34% menor que os frutos verdes.

#### **4.6. Força de desprendimento dos frutos em função da sua posição na planta e do estágio de maturação dos frutos da variedade Catimor**

Como se pode observar na Figura 13, os frutos de café que se encontravam no estágio de maturação verde posicionados na base da planta se destacaram, exigindo força de 9,66 N para o seu desprendimento. Em seguida, os frutos de café verdes posicionados no topo e no meio da planta se destacaram, exigindo forças de 9,19 e 9,00 N, respectivamente, para se desprenderem.

Os frutos verdes cerejas posicionados na base da planta se destacaram por exigir força de 6,32 N para o seu desprendimento. Em seguida, frutos

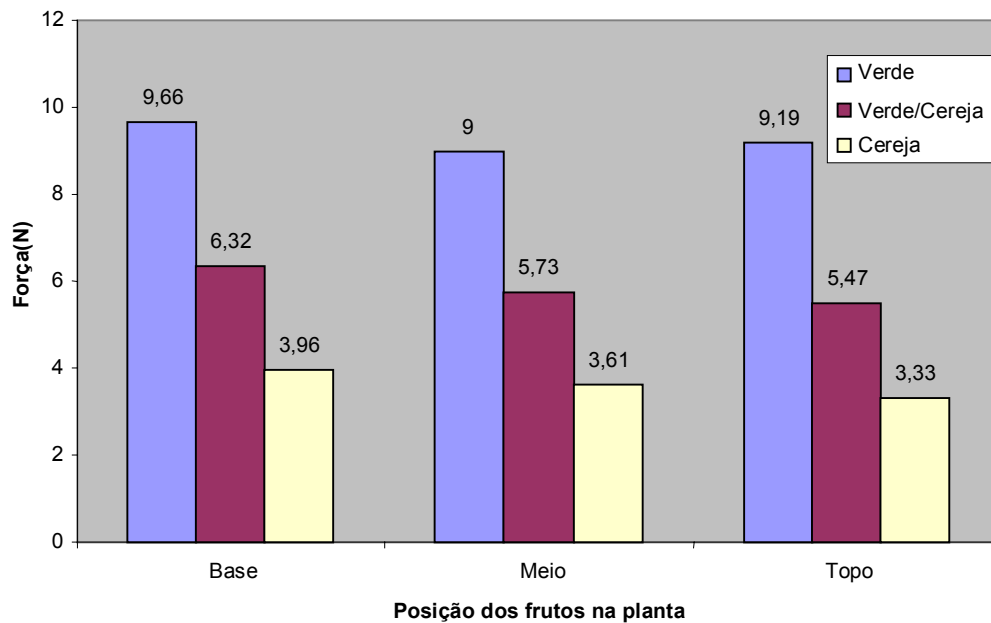


Figura 13 – Força de desprendimento dos frutos de café em função do estágio de maturação e da posição dos frutos na planta, da variedade Catimor.

verdes cerejas posicionados no meio e topo da planta se destacaram, exigindo forças de desprendimento de 5,73 e 5,47 N, respectivamente.

Os frutos cerejas posicionados na base da planta se destacaram por exigir maior força para o seu desprendimento (3,96 N). Em seguida, os frutos cerejas posicionados na base da planta se destacaram, exigindo forças de desprendimento de 3,61 e 3,33 N, respectivamente.

Na base da planta, os frutos verdes cerejas exigiram força de desprendimento 34,58% menor que os frutos verdes. Os frutos cerejas exigiram força 59% menor do que os verdes.

No meio da planta, os frutos verdes cerejas exigiram força para o seu desprendimento 36,33% menor do que os verdes. Os frutos cerejas exigiram força para o seu desprendimento 59,8% menor do que os verdes.

No topo da planta, os frutos verdes cerejas exigiram força para o seu desprendimento 40,47% menor que os verdes; os frutos cerejas, força 63,76% menor que os verdes.

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho foi realizado nos Laboratórios de Armazenamento e Processamento de Produtos Vegetais do DEA/CCA/UFV e de Qualidade e Propriedades Físicas do CENTREINAR, ambos no “campus” da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG.

As amostras foram coletadas no Campo Experimental e no Viveiro de Café do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias, ambos localizados no “campus” da UFV.

Foram utilizados ramos de café da espécie *Coffea arabica L.*, variedades Catimor, Catuaí Amarelo, Catuaí Vermelho e Mundo Novo, e da espécie *Coffea robusta L.*, variedade Conillon.

Depois de coletadas, as amostras foram transportadas para o laboratório, onde se realizaram os testes para determinação da força de desprendimento do fruto de café. Os testes foram obtidos, utilizando-se o aparelho universal de teste modelo TA Hdi Texture Analyser. As curvas mostrando o desprendimento dos frutos de café foram determinadas através do programa “TEXTURE EXPERT”, versão 1.19, da Stable Micro Systems Ltda.

A força de tração foi determinada em frutos com diferentes estádios de maturação (verde, verde cereja e cereja) e em diferentes posições do fruto na planta (base, meio e topo).

Com base nos resultados obtidos, concluiu-se que:

1. O estágio de maturação influencia significativamente a força de tração para o desprendimento do fruto de café.
2. A força de tração para o desprendimento dos frutos de café variou de acordo com as variedades pesquisadas.
3. No estágio de maturação verde, a variedade que exigiu maior força de tração para o desprendimento dos frutos foi a Mundo Novo.
4. No estágio de maturação verde cereja, as variedades que exigiram maior força de tração para o desprendimento dos frutos foram Mundo Novo e Catuaí Vermelho, não se diferenciando entre si, estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.
5. No estágio de maturação cereja, as variedades que exigiram maior força de tração para o desprendimento dos frutos foram Mundo Novo e Catimor, não se diferenciando entre si, estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.
6. A variedade Conillon exigiu os menores valores de força de tração para o desprendimento dos frutos nos três estágios de maturação estudados.
7. Na variedade Catuaí Vermelho, os frutos posicionados na base, no meio e no topo da planta apresentaram diferença significativa nos valores da força de desprendimento dos seus frutos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALPER, Y., FOUX, Y. Strength properties of orange fruit-stem joints. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, MI, EUA, v.19, n.19, p. 412-416, 1976.
- BARNES, K. K. Detachment characteristics of lemons. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, MI, EUA, v. 69, n. 41, p. 41-45, 1969.
- BLEDSON, B.L., SWINGLE, H.D. Detachment properties of snap beans. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, MI, EUA, v. 15, n. 6, p. 1174-1178, 1972.
- BREWER, H.L. Theoretical foundations for an engineering measurement of ease of detachment of individual fruits from a tree at harvest time. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, MI, EUA, v.11, n.2, p. 889-894, 1964.
- CAIXETA, G.Z.T. Mercado de café, novo perfil e novas oportunidades. **Informe Agropecuário**, EPAMIG, Belo Horizonte, v. 19, n. 193, p. 14-15, 1998.
- COFFEE BUSINESS. **Anuário Estatístico do Café**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, 1996.
- COFFEE BUSINESS. **Anuário Estatístico do Café**, Rio de Janeiro, v.3, n. 3, 1995.
- COFFEE BUSINESS. **Anuário Estatístico do Café**, Rio de Janeiro, v.2, n. 4, 1999.

- CRISOSTO, C.H., NAGAO, M. A. Evaluation of fruit removal force of coffee cultivars. *HORTI-SCIENCE*, v. 26, n. 2, p. 210-230, 1991.
- CRISOSTO, C.H., GANTZ, D.A., MEINZER, F.C. Effects of water deficit on flower opening in coffee (*Coffea arabica L.*). *TREE PHYSIOLOGY*, v.120, n.10, p.127-139, 1992.
- FERIA-MORALES, A.M. **Changes in cup quality when using innovative field practices**. London: International Coffee Organization. 1990. 243p.
- FERREIRA, G.B., MAGALHÃES FILHO, A. A. R., GUIMARÃES, P, G.G., CHALFOUN, S.M. Cuidados na colheita, no preparo e no armazenamento do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.14, n. 162, p.33-34, 1989.
- FLUCK, R.C. Detachment of tomato fruit from vines as influenced by fruit maturity and plant desiccation. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, MI, EUA, v. 70, n. 704, p. 788-790, 1968.
- HIELD, H.Z., LEWIS, L.N., PALMER, R.L. Fruit-stem detachment forces. **The California Citograph**, v. 52, p. 420-424, 1967.
- HOOD, C.E., WEBB, B.K. Development of tomato harvester for the southeast. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, MI, EUA, v.68, n. 103, p. 49-50, 1968.
- HONDA, A.I., FAVA, J.F.M., SATORI, S., BASTOS, M.V. Colheita mecânica do café: Efeito do estágio de maturação dos frutos e considerações de ordem prática, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS. Araxá, 1979. **Anais...** Araxá: 1979. p. 280-284.
- INAMASU, R.Y., ANDRADE, J.G. Teste da nova máquina para derriçar o café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 1997, Manhuaçu. **Anais...** Manhuaçu, MG, 1997. p. 12-14.
- MATIELO, J.B. A moderna cafeicultura nos cerrados. In: MATIELO, J.B. **Instruções Técnicas sobre a Cultura do Cafeeiro no Brasil**. Rio de Janeiro: IBC, 1987. 148p.
- MOREIRA, A. C. O tesouro redescoberto. **Panorama Rural**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 16-41, 1999.
- PARCHOMCHUK, P., COOKE, J. R. Vibratory fruit harvesting: an experimental analysis of fruit-stem dynamics. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, MI, EUA, v.15, n.4, p. 598-603, 1971.



- SALVADOR, N., SILVA, F.M., CARVALHO, G.R. Mecanização da colheita do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.18, n.187, p. 43- 54, 1997.
- SCHUCH, U.K., FUCHIGAMI, L.H., NAGAO, M.A. Gibberellic acid causes earlier flowering and synchronizes fruit ripening of coffee plant growth regulation **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, MI, EUA, v.9, n.30, p. 59-64, 1990.
- SHOWALTER, R.K. Detachment characteristic of snap bean pods and pedicel. **Proceedings State Horticultural Society**, Florida, v. 83, n.15, p. 384-352, 1970.
- SOUZA, S.M.C. **O café (*Coffea arabica* L.) na região sul de Minas Gerais: relação da qualidade com fatores ambientais, estruturais e tecnológicas.** Lavras, MG: UFLA, 1996. 171p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- TONGUMPAI, P. **Strategies for machine harvesting of mature coffee (*Coffea arabica* L.) fruits.** St. Joseph, MI, EUA, 1993.167p. Thesis (Doctor in Fitotecnia) Oregon State University, 1993.
- TÔRRES, G. Qualidade: fator determinante para uma cafeicultura moderna. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p.64,1997.
- VILELA, E.R. Secagem e qualidade do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n.187, p.3, 1997.
- WIEZEL, J.B.C. **Qualidade da bebida de café.** Piracicaba, SP: ESALQ-USP, 1981.42p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1981.

## **APÊNDICE**

## APÊNDICE

Quadro 1A – Força de tração média (em newtons) para o desprendimento dos frutos de café, em diferentes estádios de maturação (verde, verde cereja e cereja) e diferentes posições do fruto (base, médio e topo) da variedade Conillon

Planta	Posição do Fruto na Planta								
	Topo			Meio			Base		
	Estádio de Maturação								
	Verde	Verde/Cereja	Cereja	Verde	Verde/Cereja	Cereja	Verde	Verde/Cereja	Cereja
<b>P1</b>	8,56	5,73	3,51	7,95	6,34	2,97	8,98	6,44	3,04
<b>P2</b>	7,83	5,51	3,03	9,04	5,60	3,27	7,59	5,64	3,23
<b>P3</b>	7,53	5,55	2,89	7,30	5,88	4,23	7,10	4,34	2,28
<b>P4</b>	7,24	5,40	2,84	7,04	5,40	2,63	6,80	4,36	2,949
<b>P5</b>	8,33	4,72	2,59	6,35	4,34	2,31	7,12	5,82	3,70
<b>P6</b>	7,06	4,97	2,83	6,43	4,54	2,80	7,11	4,59	2,20
<b>P7</b>	7,49	4,35	2,20	7,29	4,49	2,52	7,25	4,63	2,39
<b>P8</b>	7,38	4,05	1,62	7,37	4,83	2,55	7,18	4,49	2,29
<b>P9</b>	6,701	5,02	2,44	7,37	4,58	2,19	7,33	4,30	1,94
<b>P10</b>	6,98	4,77	2,38	7,00	4,61	2,45	6,96	4,32	2,00
<b>Médias</b>	<b>7,51</b>	<b>5,01</b>	<b>2,63</b>	<b>7,31</b>	<b>5,05</b>	<b>2,79</b>	<b>7,34</b>	<b>4,90</b>	<b>2,60</b>

Quadro 2A – Força de tração média (em newtons) para o desprendimento dos frutos de café em diferentes estádios de maturação (verde, verde cereja e cereja) e diferentes posições do fruto (base, médio e topo) da variedade Catuaí Amarelo

Planta	Posição do Fruto na Planta								
	Topo			Meio			Base		
	Estádio de Maturação								
	Verde	Verde/Cereja	Cereja	Verde	Verde/Cereja	Cereja	Verde	Verde/Cereja	Cereja
<b>P1</b>	8,25	5,63	2,66	8,12	7,02	3,87	7,52	3,96	4,36
<b>P2</b>	9,49	5,81	3,09	8,19	5,65	2,60	9,57	5,31	2,32
<b>P3</b>	8,54	8,69	2,27	8,97	6,00	3,65	9,08	4,89	2,62
<b>P4</b>	8,31	5,16	2,60	9,52	5,57	3,25	8,48	4,96	3,00
<b>P5</b>	9,60	5,81	2,62	9,05	6,85	3,39	9,07	5,38	3,31
<b>P6</b>	9,69	5,64	2,46	9,19	5,53	2,57	9,70	6,47	3,85
<b>P7</b>	8,53	5,08	2,43	8,00	5,01	2,53	8,88	5,88	2,62
<b>P8</b>	8,70	4,96	2,69	8,72	5,11	2,57	9,27	5,70	2,47
<b>P9</b>	10,82	6,54	3,58	9,13	6,02	3,10	10,63	5,70	3,19
<b>P10</b>	9,47	5,98	3,46	10,54	7,01	3,66	9,55	5,60	3,41
<b>Médias</b>	<b>9,14</b>	<b>5,93</b>	<b>2,79</b>	<b>8,94</b>	<b>5,98</b>	<b>3,12</b>	<b>9,18</b>	<b>5,39</b>	<b>3,12</b>

Quadro 3A – Força de tração média (em newtons) para o desprendimento dos frutos de café em diferentes estádios de maturação (verde, verde cereja e cereja) e diferentes posições do fruto (base, médio e topo) da variedade Catuaí Vermelho

Planta	Posição do Fruto na Planta								
	Topo			Meio			Base		
	Estádio de Maturação								
	Verde	Verde/Cereja	Cereja	Verde	Verde/Cereja	Cereja	Verde	Verde/Cereja	Cereja
<b>P1</b>	7,02	4,21	2,67	8,44	4,82	3,29	8,43	5,42	3,19
<b>P2</b>	5,93	4,05	3,81	8,47	5,13	3,36	8,45	5,55	3,39
<b>P3</b>	6,43	5,48	2,71	10,27	6,88	3,67	8,18	5,57	3,27
<b>P4</b>	6,23	4,40	3,38	9,86	5,96	2,89	10,27	6,35	3,09
<b>P5</b>	6,64	4,32	3,47	9,84	5,92	2,92	10,19	6,31	3,21
<b>P6</b>	7,46	4,58	3,71	10,40	6,31	3,65	9,92	6,49	3,33
<b>P7</b>	5,52	4,63	3,01	10,10	6,38	3,73	9,84	6,52	4,11
<b>P8</b>	7,08	4,93	2,68	9,94	6,33	3,79	9,45	6,79	4,07
<b>P9</b>	8,34	4,67	2,33	9,72	5,26	3,21	9,82	6,55	4,46
<b>P10</b>	7,14	4,34	4,03	11,46	6,87	4,07	9,42	6,20	4,03
<b>Médias</b>	<b>6,78</b>	<b>4,56</b>	<b>3,18</b>	<b>9,85</b>	<b>5,99</b>	<b>3,46</b>	<b>9,40</b>	<b>6,18</b>	<b>3,62</b>

Quadro 4A – Força de tração média (em newtons) para o desprendimento dos frutos de café em diferentes estádios de maturação (verde, verde cereja e cereja) e diferentes posições do fruto (base, médio e topo) da variedade Catimor

Planta	Posição do Fruto na Planta								
	Topo			Meio			Base		
	Estádio de Maturação								
	Verde	Verde/Cereja	Cereja	Verde	Verde/Cereja	Cereja	Verde	Verde/Cereja	Cereja
<b>P1</b>	11,53	6,32	4,14	9,83	7,36	5,48	9,93	5,32	5,42
<b>P2</b>	7,99	4,33	3,78	8,49	5,05	2,92	7,81	5,36	2,64
<b>P3</b>	9,05	5,23	3,49	8,13	5,66	2,94	9,07	5,93	3,05
<b>P4</b>	11,06	7,01	4,70	9,24	7,79	5,09	9,50	6,84	4,75
<b>P5</b>	9,79	5,48	3,31	8,18	5,26	3,73	9,49	5,25	3,07
<b>P6</b>	10,04	6,42	3,68	10,40	6,90	3,33	10,42	5,54	3,09
<b>P7</b>	9,79	6,49	3,78	9,32	5,22	3,84	9,60	4,75	2,73
<b>P8</b>	9,75	6,41	3,61	8,17	4,24	2,92	8,16	4,40	2,94
<b>P9</b>	8,82	5,57	4,65	7,92	4,18	2,85	8,48	5,36	2,69
<b>P10</b>	9,06	5,47	4,36	8,25	5,69	3,00	10,17	6,01	2,88
<b>Médias</b>	<b>9,69</b>	<b>5,87</b>	<b>3,95</b>	<b>8,79</b>	<b>5,74</b>	<b>3,65</b>	<b>9,26</b>	<b>5,48</b>	<b>3,33</b>

Quadro 5A – Força de tração média (em newtons) para o desprendimento dos frutos de café em diferentes estádios de maturação (verde, verde cereja e cereja) e diferentes posições do fruto (base, médio e topo) da variedade Mundo Novo

Planta	Posição do Fruto na Planta								
	Topo			Meio			Base		
	Estádio de Maturação								
	Verde	Verde/Cereja	Cereja	Verde	Verde/Cereja	Cereja	Verde	Verde/Cereja	Cereja
<b>P1</b>	7,20	5,90	4,58	8,50	4,66	3,15	10,14	6,22	3,73
<b>P2</b>	10,32	4,85	4,48	10,47	6,62	4,17	10,33	5,77	2,79
<b>P3</b>	9,08	5,40	4,46	10,50	6,66	3,57	10,76	6,80	4,13
<b>P4</b>	9,00	5,14	3,23	7,85	4,85	3,25	8,56	4,84	2,49
<b>P5</b>	8,28	5,39	4,32	9,52	6,39	2,88	9,32	6,24	4,24
<b>P6</b>	9,18	5,26	3,09	10,00	5,56	2,94	10,43	6,09	2,38
<b>P7</b>	9,82	4,578	3,21	9,06	5,88	2,61	11,14	6,95	3,94
<b>P8</b>	8,68	6,17	3,76	9,04	6,32	4,82	11,36	6,28	4,14
<b>P9</b>	8,81	5,52	4,54	7,77	4,15	2,81	8,48	5,28	2,68
<b>P10</b>	9,06	5,47	4,36	10,47	5,69	3,00	10,17	6,01	2,88
<b>Médias</b>	<b>8,94</b>	<b>5,37</b>	<b>4,00</b>	<b>9,32</b>	<b>5,68</b>	<b>3,32</b>	<b>10,07</b>	<b>6,05</b>	<b>3,34</b>

Quadro 6A – Análise de variância dos valores da força de tração obtidos no experimento

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>	<b>Prob. &gt; F</b>
Variedades (V)	4	938,035	234,509	86,76	0,00001
Posição (P)	2	64,870	32,435	12,00	0,00005
Maturação (M)	2	23035,358	11517,679	4261,10	0,00001
Interação (V x P)	8	608,221	76,028	28,13	0,00001
Interação (V x M)	8	331,031	41,379	15,31	0,00001
Interação (P x M)	4	93,488	23,372	8,65	0,00001
Interação (V x P x M)	16	273,789	17,112	6,33	0,00001
Resíduo	4455	12041,780	2,703	-	-
Total	4499	37386,572	-	-	-

Média geral = 5,885 N.