

DRIS PARA CAFEIROS PODADOS

JOSEF ANDREAS NICK

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **ANTONIO ROQUE DECHEN**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Fevereiro - 1998

*Aos meus pais
Johann e Ida
com eterna gratidão*

dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Professor e Pesquisador Dr. Antonio Roque Dechen, pelo apoio, confiança e amizade dispensados no decorrer deste trabalho;

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, pela bela e completa estrutura de estudo, alimentação, saúde, esportes e lazer oferecida aos seus alunos;

Aos Professores do Setor de Nutrição Mineral de Plantas, Departamento de Química, Dr. Quirino Augusto de Camargo Camello e Dr. Francisco Antônio Monteiro, pela grande amizade e apoio a execução deste trabalho;

Aos funcionários do laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, Departamento de Química, Giovana Maria de Oliveira, Lurdes Aparecida Dário de Gonzalez, Nivanda Maria de Moura, Lúcia Helena Spessotto Pavan Forti, Sueli Maria Amaral Campos Bovi, Mirtes Ventura Sesso, Edinéia Cristina Scervino Mondoni e Alexandre de Oliveira, pelo auxílio na realização das análises químicas e pela grande amizade;

A CAPES, pela bolsa de estudo concedida durante o curso;

Aos cafeicultores paranaenses e paulistas, senhores Orlando Orestes Patrial, Luiz Marcos Suplicy Hafers, Annibal Mendes Gonçalves Neto, Newton Isaac da Silva Carneiro, Florian Nick, Sinus Harmannus Loman, Max Peter Schweizer, Johann Nick, Júlio Ferracioli, Eduardo Giovannetti, José Carlos Ribeiro, Pedro Alcântara Ribeiro Neto, Albert Gubler, Flávio de Moraes Campos e Hans Christian Nick, pela grande amizade e abertura ao disponibilizar suas lavouras para a realização desta pesquisa;

Ao Pesquisador científico M.S. Wagner Rodrigues dos Santos, pela troca de experiências sobre o método DRIS;

Ao Pesquisador científico M.S. Júlio César Chaves, do Instituto Agrônomo do Paraná, pela colaboração na definição da metodologia de lavagem das amostras foliares;

Ao Professor Dr. Eduardo Meneghel Rando, da Fundação Faculdade de Agronomia “Luiz Meneghel”, pela estrutura laboratorial que disponibilizou para a lavagem e secagem das mostras foliares;

Ao amigo Mauricio Rizzato Coelho, pela grande amizade e coleguismo;

À querida Denise, pelo apoio e carinho;

Ao Sr. Johann Nick, pela inestimável contribuição técnica e apoio dedicados para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	vi
SUMMARY	viii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1 Fisiologia da poda do cafeeiro.....	7
2.2 Variáveis resposta ao estado nutricional	8
2.3 O método DRIS.....	11
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Descrição da região e cafezais estudados.....	17
3.2 Coleta de material vegetal	21
3.3 Determinação dos teores foliares de nutrientes	21
3.4 Determinação dos dados vegetativos básicos.....	23
3.5 Cálculo das variáveis vegetativas.....	28
3.6 Definição da melhor variável vegetativa do ramo.....	32
3.7 Métodos de cálculo do DRIS	34
3.7.1 Critérios para a escolha da ordem da razão dos nutrientes	34
3.7.2 Cálculo das funções das razões dos nutrientes	36
3.7.3 Somatório das funções	37
3.8 Definição das populações de referência e sistema de pré-validação das normas	39
3.9 Avaliação dos métodos de cálculo do DRIS	39
3.10 Definição das normas DRIS	41
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1 Definição da melhor variável vegetativa do ramo.....	43
4.2 Avaliação dos métodos de cálculo do DRIS	49
4.3 Definição das normas DRIS	54
4.4 Considerações finais.....	78
5 CONCLUSÕES.....	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82

DRIS PARA CAFEEIROS PODADOS

Autor: JOSEF ANDREAS NICK

Orientador: Prof. Dr. ANTONIO ROQUE DECHEN

RESUMO

As técnicas de poda *são* essenciais para atingir e manter alta produtividade nas lavouras de café. Dentre as diversas técnicas, a poda redutora do comprimento dos ramos, conhecida como poda tipo esqueletamento, rejuvenesce os cafeeiros, restabelecendo alta produtividade em curte espaço de tempo e a baixo custo. A nutrição durante o primeiro ano após a poda exerce grande influência sobre a produtividade de ano seguinte. Contudo, não existem padrões nutricionais específicos para melhor diagnosticar o estado nutricional nesta fase inicial. Por isso, neste estudo objetivou-se estabelecer padrões nutricionais (normas) para o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), específicas para diferentes cultivares e épocas do ano após a poda. Para determinar as normas DRIS a partir de talhões de café, localizados nas estados do Paraná e São Paulo, duas limitações metodológicas foram observadas. Primeiro, os talhões comerciais apresentam grande variabilidade quanto ao espaçamento e a condição da copa, o que mascara o efeito da nutrição sobre a produtividade. Segundo, a técnica DRIS, que consiste em diversas etapas de cálculo, apresenta várias opções de métodos para cada uma delas, sendo que a melhor combinação destes métodos ainda deveria ser estabelecida. Para resolver a primeira limitação metodológica, fez-se necessário realizar um estudo para desenvolver uma variável resposta alternativa, uma variável vegetativa, para ser usada em substituição à produtividade de grãos. Ramos e folhas de 17 talhões de café, na sua maioria dos cultivares Catuaí Amarela e Mundo

Novo. foram mostrados **em** quatro **épocas** durante o ano vegetativo (Dezembro/96, Fevereiro, **Abril** e **Julho/97**). Determinaram-se os teores foliares para N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn. Determinaram-se também a evolução do número, comprimento e **massa** dos internódios dos ramos, e a partir destas variáveis, diversas outras foram calculadas. **Através de** uma **análise** das **relações** de causa e efeito, identificou-se o “comprimento **específico do ramo**” (mm g^{-1} matéria seca) como a **variável** resposta alternativa **que** melhor representou o potencial produtivo do ramo. Para **resolver** a segunda **limitação**, **avaliaram-se** métodos **de** três etapas **de cálculo** do DRIS. Primeiro, avaliaram-se dois métodos para a escolha da ordem **da** razão dos nutrientes, o Valor F e o Valor r. **Segundo**, testaram-se três métodos **para o cálculo** das **funções** das razões das nutrientes, **os de** Beaufils, Jones e Elwali & Gascho. Finalmente, testaram-se ainda dois métodos para o somatório das **funções** das razões dos nutrientes, DRIS e DRIS modificado (M-DRIS). Os resultados indicaram que: **(i) as** normas DRIS **definidas** pelo Valor r, **critério por nós desenvolvido**, foram **mais** precisas **que** aquelas **definidas** pelo Valor E, desde que **aplicadas a funções** calculadas **pelo método de Jones**; **(ii) o** método de Jones resultou em índices DRIS e M-DRIS mais precisos que **os** gerados **pelos** outros dois métodos; e **(iii) DRIS** e M-DRIS geraram índices semelhantes. **Uma vez** definida a melhor **variável** vegetativa (comprimento específico do ramo) e a melhor combinação dos métodos de **cálculo do DRIS** (Valor r, Jones e, por opção, M-DRIS), definiram-se normas DRIS específicas **para os dois principais cultivares** e três épocas. Estas **contribuições ao método** e às **normas DRIS** se traduzem na melhoria dos instrumentos **disponíveis aos produtores** para diagnosticar problemas **nutricionais em cafezais** submetidos a poda.

DRIS FOR PRUNED COFFEE TREES

Author: JOSEF ANDREAS NICK

Adviser: Prof. Dr. ANTONIO ROQUE DECHEN

SUMMARY

Pruning techniques are essential to achieve and maintain high yields in coffee plantations. Among the several different pruning systems, the branch pruning system is actually the best way for rejuvenating coffee plants while reestablishing high yields in the short term with low costs. Mineral nutrition in the early stages after pruning has a marked effect on yield one year later. There is, however, a gap in the norms for diagnosing nutritional disorders in these early stages. Therefore, this study was concerned with establishing Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) norms, for different cultivars at different stages after pruning. To determine the DRIS norms based on a number of coffee plantations in the states of Paraná and São Paulo, two limiting characteristics were noted. First, coffee plantations are quite variable with regards to planting density and canopy closure, which masks the nutritional effects on yield. Second, the DRIS method, which consists of several steps, presents many options for calculating variables in each step, which the best combination still has to be determined. In order to solve the first limiting characteristic, a study was performed to develop an alternative response variable, a vegetative variable, to be used in place of coffee yield. Branches and leaves from 117 coffee plantations, mainly from the cultivars Catuaí Amarelo and Mundo Novo, were sampled at four periods (December/96, February, April and July/97). Leaf samples were analysed for determining N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn concentrations. Number, weight and length of the internodes for the branches were

determined, and other variables **derived** from these basic ones, were calculated. Based on a study of cause and effect, the “new branch specific length” (in mm g⁻¹ dry matter) was identified **as** the alternative response variable that best estimates the branch yield potential. **In** order to **solve** the second limiting characteristic, methods of **three** basic **DRIS** steps were evaluated. First, two methods for deciding the ratio order of a pair of **nutrients**, either the **F Value** and the **r Value**, were compared. Second, three different methods for calculating **ratio functions**, either that of **Beaufils**, or **Jones** or **Elwali & Gascho**, were examined. **Finally**, two methods for summing the ratio functions, **DRIS** and modified **DRIS (M-DRIS)**, were evaluated. The results indicated: (i) **DRIS** norms determined by the **r Value**, **which we** created, were more precise than **those** determined by the **F Value**, since **applied** to ratio functions calculated by the **Jones’** method; (ii) the **Jones’** method resulted in a more precise **DRIS** or **M-DRIS** indices than those calculated by the other **two** methods; and (iii) **DRIS** and **M-DRIS** resulted in similar indices. Once **defined**, the best **vegetative variable** (new branch specific length) and the best combination of calculating methods (**r Value**, **Jones**, and optionally **M-DRIS**), **specific DRIS** norms for two cultivars and three periods were established. These improvements in the **DRIS** method and norms will help farmers better identify and **solve** early nutritional disorders in their pruned coffee **plantations**.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do **café** exerce importância fundamental sobre a economia *e* a sociedade das **regiões** Norte do **Paraná** *e* Sudoeste *de* **São Paulo**, desde a época da colonização **até** os dias atuais.

Nesta região, o cafeeiro encontra condições de clima e solo favoráveis **ao** seu desenvolvimento. Contudo, o risco iminente *de* **geadas**, além da possibilidade *da* ocorrência **de** períodos prolongados de preços baixos **para** o produto, toma **a** busca por aumentos **na** produtividade, com redução *do* custo de produção unitário, urna **questão** estratégica **para** a permanência de cada cafeicultor na atividade. **Neste** sentido, **os** recentes **avanços** nas **tecnologias** dos **insumos**, **cultivares**, **sistemas** de plantio *e* **práticas** culturais, têm tido papel **fundamental**.

No **campo** das práticas culturais, **o** **avanço** mais recente e de maior impacto sobre a cafeicultura *e*, **sem** dúvida, o aperfeiçoamento das técnicas de poda. **As podas deixaram de ser** meramente **um** instrumento **para** recuperar plantas **após** grandes estresses, como o de **urna geada**, quando normalmente **se realiza a simples** redução da altura do tronco. Atualmente, aplica-se a **poda** também como rotina **no** manejo da produção, com o objetivo de rejuvenescer as plantas *e* **eleva**r o seu potencial produtivo. Para este fim destaca-se a modalidade **da poda** redutora do **comprimento dos** ramos, mais conhecida como poda tipo esqueletamento.

A poda **tipo esqueletamento** encontra aplicação em **cafeeiros** cujos ramos já tenham produzido por **várias safras**, uma condição bastante freqüente. **Após** cada colheita aumenta **a proporção de** segmentos *do* ramo **que** já frutificaram **uma vez** e que **não**

voltarão a frutificar. Embora improdutivos, estes segmentos continuam crescendo em diâmetro, acumulando biomassa, competindo com **os** demais órgãos **da** planta **pelos** açúcares solúveis produzidos pela fotossíntese. Dentre os órgãos prejudicados **pela** competição estão os segmentos de ramo **jovens**, **que** vão diminuindo seu vigor e, conseqüentemente, o seu potencial produtivo. Nesta situação, **aplica-se** bem a **poda** tipo esquematamento, **que** consiste em eliminarem-se de $1/3$ a $2/3$ do comprimento **dos** ramos plagiotrópicos (ramos laterais), e até $1/3$ do comprimento dos ramos ortotrópicos (tronco), resultando na diminuição **da** quantidade de segmentos de ramos improdutivos. **Dos** ramos suporte remanescentes da **poda** brotam numerosos ramos **novos**, os quais desenvolvem-se com **grande** vigor durante o chamado “ano vegetativo”. Este vigor reflete no florescimento e na frutificação do ano seguinte, o “ano reprodutivo”. **Se** executada corretamente, a **poda** tipo esqueletamento pode dobrar o potencial produtivo original da lavoura.

O comportamento **de** uma lavoura podada durante o ano vegetativo, se **comparado** **ao** de uma lavoura não **podada**, é diferenciado especialmente nos aspectos fitossanitário e nutricional. **A** incidência de pragas e doenças normalmente diminui, **e** nutricionalmente **a lavoura passa a** apresentar características particulares. Sintomas **de** desordem nutricional relacionados a micronutrientes são freqüentemente observados nas folhas mais jovens **dos** cafeeiros **podados**, sintomas estes que em cafeeiros não podados **ocorrem com** menor freqüência. Além disso, **as** adubações nitrogenadas **e** potássicas nem **sempre** surtem o efeito esperada, ora promovendo **vegetação em demasia**, ora não promovendo resposta da planta.

Estas particularidades nutricionais revelam-se como **conseqüências da** brusca interferência da **poda** tanto sobre a fertilidade do **solo como** sobre a fisiologia **da planta**. Com **a poda**, **uma expressiva** quantidade de nutrientes contida na **biomassa** retorna **ao solo**, e **a exposição da superfície do solo ao sol** é momentaneamente intensificada. **Ambas** características conduzem à maior disponibilização **dos** nutrientes **no solo**. **A planta**, por **sua vez**, **após a** drástica diminuição **da** área foliar, mobiliza reservas de carboidratos não

estruturais dos caules para promover a nova brotação. O sistema radicular, que pode até mesmo ter sua extensão reduzida, proporcionalmente à intensidade da poda, tem seu metabolismo afetado pela súbita restrição no fornecimento de açúcares solúveis pela parte aérea, o que irá interferir momentaneamente na absorção ativa dos nutrientes.

O manejo nutricional durante o ano vegetativo dos cafeeiros podados carece de conhecimento. O uso do método das Faixas de Suficiência de teores foliares, ajustado para cafeeiros não podados, tem resultado em diagnósticos pouco precisos nesta situação. A causa da inadequação certamente não está no método, mas sim nos padrões utilizados, que foram determinados para cafeeiros em produção. Portanto, um primeiro passo em busca de instrumentos para melhorar o manejo nutricional dos cafeeiros podados seria a definição de padrões nutricionais específicos para o ano vegetativo. Em função das intensas transformações fisiológicas da planta e da fertilidade de solo que procedem no decorrer do período, comuns às lavouras podadas, é possível que haveria a necessidade de serem definidos padrões específicos para diferentes épocas do ano vegetativa.

Os padrões nutricionais de qualquer método diagnóstico, para que possam ser idealmente utilizados em uma região, devem ter sido originados dela mesmo, ou validados de outras bases de dados. A vantagem de serem originados da própria região e que são mantidas semelhantes as condições de clima, solo e comportamento fenológico entre as plantas padrão e amostra, favorecendo a acurácia do diagnóstico.

Para determinar padrões nutricionais, a base de dados é normalmente constituída dos teores foliares e da produtividade de grãos. Contudo, a produtividade de grãos com base em área pode ser considerada variável resposta inadequada nas condições de uma região. Isto porque os talhões de toda uma região são muito heterogêneos entre si, em vários aspectos. Destes aspectos fazem parte o espaçamento, a uniformidade de plantio, a altura e estrutura da copa e a densidade de ramos, os quais influem muito sobre a produtividade de grãos. Estas características, quanto mais heterogêneas, mais prejudicam

a acurácia da correspondência entre o estado nutricional e a resposta da planta, impedindo a *determinação de* padrões nutricionais mais precisos.

Para que **padrões** nutricionais possam ser determinados em lavouras comerciais de uma região com maior precisão, evidenciou-se a necessidade de desenvolver **um critério** alternativo para **avaliar** a resposta da planta ao estado nutricional. Estabeleceu-se a hipótese de **que** a variável resposta da planta ao estado nutricional poderia **ser uma** variável relacionada **ao** desenvolvimento vegetativo do ramo, cuja base para **isso é o** conhecimento de **que** o vigor vegetativo do ramo reflete diretamente sobre a sua produtividade.

O método de diagnose do estado nutricional mais utilizado na cafeicultura é o das Faixas de Suficiência **dos** teores foliares. Este é uma evolução **do** método do Nível Crítico. para **o** qual as faixas **de** teores foliares são **definidas** de acordo com a **produção** relativa. A popularização deste método encontrou forte **argumento** na praticidade de manuseio **das** tabelas **das** faixas de teores. Dentre os demais **métodos** de diagnose nutricional, o DRIS (Sistema Integrado **de** Diagnose **e** Recomendação) tem sido **o** mais estudado. Este método **avalia** o equilibria nutricional da planta através de índices, **dentro** **de** uma escala contínua. Para calculá-los, **os** valores **das** razões entre os **teores** dos nutrientes da **mostra são** comparados **aos** dos **padrões**, denominados nomas DRIS, que consistem nos valores medios das razões dos nutrientes **e** seus respectivos desvios **padrões**. extraídos de uma população de **alta** produtividade.

Embora na **sua** concepção **original** o DRIS envolva recomendação, os estudos atuais **têm** aplicado esta técnica voltada para **o** diagnóstico. **O** DRIS **vem** sendo empregado como rotina no manejo nutricional **de** diversas culturas, como espécies cereais **e** florestais, Por ser um método que depende da computação, sua **popularização é** incipiente, necessitando **que**, para muitas **espécies**, cultivares **e** **sistemas** de cultivo, **as** normas ainda sejam estabelecidas, **como é** o caso atualmente do cafeeiro. **As** características positivas **apontadas** para **o** método DRIS **são**: a **escala é** contínua **e**

facilmente interpretada: os nutrientes podem ser classificados desde a mais deficiente **ao** mais **excessivo; podem** ser identificados **casos** onde a produtividade **está** limitada por um **desbalanço** de nutrientes mesmo **que** nenhum deles esteja **abaixo** de seu **nível** crítico; e o IBN (Índice de Balanço Nutricional) dá uma medida do efeito conjunto **dos** níveis de nutrientes sobre **a** produtividade.

O método **DRIS** envolve diversas etapas de **cálculo** para **chegar** à determinação das normas e índices **DRIS**. **Após** o seu lançamento por Beaufile (1973), diferentes autores sugeriram modificações em determinadas **etapas** de cálculo, resultando na **existência atual** de **are** mais **de um** método de cálculo para cada etapa. **As** avaliações dos métodos têm sido realizadas isoladamente, **sem** a combinação com **variações nos** métodos **das** demais etapas de cálculo. Assim, estabeleceu-se **a** hipótese de que **as** diferentes combinações entre os métodos das etapas de cálculo do **DRIS** **possam** modificar os resultados finais da avaliação do estado nutricional.

Na etapa de **cálculo** onde são determinadas **as** normas **DRIS**, o **único critério** que tem sido utilizado para decidir pelo uso **da** razão direta **ou** inversa **de** cada **par** de nutrientes é o **da** razão das **variâncias**, **aqui** denominada de critério do Valor **F**, de Letzsch (1985). Considerou-se **válido** propor e testar **um** novo critério, em comparação ao **do** Valor **F**, na **hipótese** de que pudessem ser **melhorados** os resultados **finais** do **DRIS**. **Este** novo critério realiza a escolha **pela** razão direta **ou** inversa de cada **par** de nutrientes, baseado no **grau** de correlação entre a variável produtiva da planta **e** a razão **de** cada **par** de nutrientes.

Diante **das** hipóteses levantadas, o presente estudo teve três objetivos. Os dois objetivos iniciais, voltados **ao** desenvolvimento de métodos, foram: primeiro, definir **a** **variável** vegetativa **que** melhor representa o potencial produtiva do **tamo**; **e** segundo, definir **a** melhor **combinação** entre os métodos de cálculo do **DRIS**. O terceiro e último objetivo do estudo, dependente **das conclusões dos** dois **primeiros**, foi determinar **nomas**

DRIS para cafeeiros podados, específicas **para** diferentes cultivares e épocas de mostragem foliar ao longo do ano vegetativo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fisiologia da poda do cafeeiro

Da ponto de vista fisiológico, todo tipo de **poda** é um instrumento **para manipular** a partição dos **açúcares** solúveis disponíveis dentro do sistema de fontes e drenos (Gathaara, 1996). Fontes e drenos são bem conceituados por Taiz & Zaiger (1991). Fontes são **quaisquer órgãos** de **exportação**, tipicamente uma folha madura, que **sejam** capazes **de produzir** fotossintetatos **em excesso** às próprias necessidades. Outro tipo de fontes são **órgãos** de reserva durante **sua** fase de **exportação**, como os ramos **suporte** remanescentes **após a** poda. **Drenos são quaisquer** órgãos não fotossintéticos ou **órgãos que não** produzem fotossintetatos **suficientes para** sustentar **o seu próprio** crescimento ou necessidades *de* reserva.

Os principais drenos do cafeeiro são, em **ordem decrescente** de intensidade: **flores e frutos** > crescimento **secundário** dos caules > desenvolvimento de **novos** brotos > desenvolvimento de raízes > metabolismo **de manutenção celular** (Rena & Maestri, 1987). **Com a redução no** comprimento do ramo, a **poda** tipo esqueletamento **visa** diminuir o **fluxo** de açúcares solúveis **direcionados ao engrossamento** de **segmentos de** ramo **improdutivos, para favorecer sua partição** no sentido do desenvolvimento de **novos ramos, unidades básicas para a produção dos** frutos.

Logo após a poda, a planta procura **restabelecer** o **equilíbrio** entre **as fontes e drenos**. Neste **ajuste**, o sistema **radicular** é **afetado** com a morte de raízes, cuja

intensidade, segundo Miguel et al. (1983), é proporcional à interferência realizada sobre a parte aérea. Miguel et al. (1984) registraram a morte de até 83 % das radículas três meses após a poda tipo esqueletamento. A intensidade da morte das radículas está relacionada à velocidade da brotação dos novos ramos após a poda. Esta, por sua vez, está condicionada ao clima e às reservas de carboidratos não estruturais contidas nos ramos suporte. Por ocasião da poda, os ramos suporte assumem temporariamente a condição de fontes, até que os novos tecidos foliares tornem-se auto-suficientes e produzam excedente fotossintético, momento quando os ramos suporte voltam a ser drenos. Independente da extensão da mortalidade das radículas, este fenômeno seguramente afeta o suprimento de nutrientes à planta, pelo menos até o restabelecimento do equilíbrio entre o sistema radicular e a parte aérea.

2.2 Variáveis resposta ao estado nutricional

Bancos de dados de teores foliares e produtividades, provenientes de lavouras comerciais e ensaios experimentais, têm sido utilizados para estabelecer padrões nutricionais, como foi realizado por Letzsch e Sumner (1984) para a cultura do milho. Embora seja conhecido que características tais como a densidade de plantio influam sobre a produtividade de qualquer cultura, estas têm sido irrelevantes nestes estudos. Isto pode acarretar em prejuízo à acurácia dos padrões assim definidos, pois as variações na produtividade poderão estar sob considerável influência de causas não nutricionais. Na cultura do café, a heterogeneidade entre os talhões está ligada particularmente ao espaçamento, uniformidade de plantio, altura e estrutura da copa e densidade de ramos. São tantas as combinações entre estas variáveis, que o uso da produtividade de grãos como variável resposta ao estado nutricional, de uma população de talhões de café, merece cautela.

Como alternativa à produtividade de grãos do cafeeiro, as características vegetativas têm sido utilizadas como variáveis resposta ao estado nutricional. Frequentemente são medidos o comprimento dos ramos plagiotrópicos, comprimento de

ramos ortotrópicos e diâmetro da copa. Estas medições apropriam-se mais aos **estudos** envolvendo plantas jovens (**até** cinco anos de idade, aproximadamente), e nem sempre representam um **born** vínculo entre o estado nutricional e a produtividade de **grãos**, como pode ser constatado no trabalho *de* Bolivar et al. (1993).

Em cafeeiros adultos, as variáveis potencialmente úteis **para** contornar o efeito indesejável da heterogeneidade dos talhões podem ser identificadas **através** de uma análise **dos** componentes da produtividade **do** cafeeiro. De acordo com o esquema da **Figura 1**, adaptado de Beaufils (1973), a produtividade nominal de uma lavoura é a produtividade **real** com os erros de determinação **nela** embutidos. A produtividade real é, por sua **vez**, parcialmente determinada pela densidade de plantio, tamanho da **copa**, estrutura da copa e densidade **dos** ramos, variáveis que caracterizam a **heterogeneidade estrutural** de uma população de talhões. Estas variáveis estão **sob** **baixo** efeito do estado nutricional a **curto** prazo, mas **estão** principalmente sob efeito do manejo de **condução** da lavoura a longo **prazo**. A produtividade real é ainda parcialmente determinada por outro **grupo** **de** variáveis, composto pelo número de nós por ramo, número **de** frutos por nó e **tamanho** dos frutos. Estas influem diretamente **sobre** a produtividade real, e **ao mesmo** tempo **estão** sob influência direta do estado **nutricional**. Destas três **variáveis**, as duas primeiras são definidas **no** ano vegetativo, e a última, **no** ano **reprodutivo**.

De acordo ainda com a **Figura 1**, o **estado nutricional** é a **resposta** da planta às condições ambientais e do **manejo**. O estado **nutricional** **afeta** diretamente a capacidade fotossintética da planta, portanto, a disponibilidade **dos** **açúcares** solúveis no **sistema de fontes e drenos**. Em virtude de **que** **no** ano vegetativo, para o cafeeiro podado, os frutos praticamente **inexistem**, os **açúcares solúveis** **são** **partilhados** entre os demais **drenos**, o que **vem a** favorecer o desenvolvimento vigoroso dos ramos **novos**. Este **vigor traduz-se** no potencial produtivo do **ramo** **pasa** o ano reprodutivo, e pode ser definido quanto **ao** número, comprimento e **massa dos novos internódios**. **Se** a planta estiver mal nutrida **no** ano vegetativo, baixa o **seu** potencial produtivo **para** o ano seguinte, o **ano** **seprodutivo**. **No** ano **reprodutivo**, mesmo **que** o cafeeiro esteja sob boa nutrição, o



Figura 1. Representação esquemática dos fatores envolvidos na determinação da produtividade de uma lavoura de café. Adaptado de Beaufile (1973).

potencial produtivo **máximo** predeterminado no ano anterior não **podará** ser elevado, **apenas** mantido. Assim, variáveis vegetativas inerentes **ao** ramo, **avaliadas no ano vegetativo, são** potencialmente úteis na **classificação** de talhões estruturalmente heterogêneos.

23 O método DRIS

O método DRIS, Sistema Integrado **de** Diagnose **e** Recomendação, foi proposto por Beaufils (1973), desenvolvendo estudo com plantas de milha e seringueira **na África do Sul**. Foi **adaptado** e teve **seu** desenvolvimento continuado por Sumner (1977a, 1977b, 1979, 1981) **nos EUA**. A **interface** do DRIS **que expressa** os resultados da avaliação **do estado** nutricional, **são** índices **que representam** numericamente, em uma escala contínua, a **influência de cada** nutriente no **balanço** nutricional da planta. **Os** índices **são valores negativos** ou **positivos**. Valores negativos significam deficiência **do elemento em relação** aos demais. Valores **positivos** indicam **excesso**, e quanto **mais** próximos do **zero** estiverem **esses** índices, **mais próxima estará a planta** do **equilíbrio** nutricional.

Segundo Baldock & Schulte (1996), o método DRIS tem **quatro** vantagens: (i) a escala é **contínua** e facilmente interpretada; (ii) **o** DRIS classifica os nutrientes desde **o** **mais** deficiente **ao** **mais** **excessivo**; (iii) **o** DRIS **pode** identificar alguns **casos** onde **a** **produtividade** **está** limitada por um desbalanço de nutrientes **mesmo** **que** **nenhum** **deles** **esteja** **abaixo** de seu nível **crítico**; e (iv), o IBN (Índice de Balanço Nutricional) dá uma medida **do** efeito conjunto dos **níveis** de nutrientes **sobre** a produtividade. **Os** mesmos autores também apontam **quatro** desvantagens do DRIS: (i) **é** **um** **sistema** **que** **exige** **computação** **não** **muito** **simples**; (ii) **os** **índices** **não** **são** independentes, ou **seja**, **o** **nível** de um nutriente pode ter **um** marcante efeito sobre os **outros** índices; (iii) ele resulta **em** **diagnoses** **positivas** **falsas** **com** **muita** **freqüência**; e (iv), embora **tenha** sido pregado **que** **este** **sistema** **é** **menos** **sensível** **à** **maturidade** **da** **planta**, **na** **prática** **ele** **é** **freqüentemente** **tão** **sensível** **à** **idade** **da** **planta** quanto o método concorrente das **Faixas** de Suficiência.

Das **desvantagens** do método DRIS apontadas por Baldock & Schulte (1996), as duas primeiras **(i e ii) merecem** considerações adicionais. **Com a** popularização dos computadores e “softwares”, a complexidade da **computação** passa a ser **pouco** relevante. Já a **não independência** dos índices é justamente a vantagem oferecida **pelo** método DRIS, e é uma **das características** que o distinguem **do** método das **Faixas de Suficiência**. Neste **ponto**, talvez o que Baldock & Schulte (1996) pretendiam dizer seja o **mesmo aspecto** levantado por Soltanpour et al. (1995). Estes ressaltam que o **teor muito alto de** um determinado nutriente pode **causar um falso diagnóstico de deficiência para os demais** nutrientes.

Os **padrões nutricionais** do DRIS são denominados **normas**. As normas DRIS são **extraídas de uma** população de alta produtividade, chamada **população de referência**. Assim, segundo Beaufils (1973), o **método DRIS** exige que uma determinada **população** em estudo, da qual deseja-se **extrair** os padrões nutricionais, **seja separada em** duas categorias: (i) **plantas não anormais**, ou **população de referência** (a expressão “plantas não anormais” é **original** do autor), **que não** foram afetadas por condições adversas e **que possuem uma** produtividade **superior** a um nível arbitrariamente estabelecido; e (ii), **plantas anormais**, ou **população não referência**, que foram **afetadas** por condições adversas, produzindo **menos que o nível definido**.

A **seleção da população de referência** é de grande importância **para o sucesso** do DRIS. Leite (1992), utilizou **24 observações para dar origem** às normas DRIS **específicas para *Coffea canephora* cv. Conilon**, cultivado no Norte do estado do Espírito Santo. O mesmo autor **ponderou serem poucas as suas observações**, se comparadas às **2.800 utilizadas por Sumner (1977a) para estabelecer normas gerais para a cultura** do milho, na África do Sul. Neste **ponto constata-se**, no entanto, que embora o **número de observações feitas por Sumner (1977a) seja muito superior, sua abrangência** é também **mais genérica que a de Leite (1992)**, referindo-se a todos os **cultivares de milho e a todo território da África do Sul**. Segundo Walworth et al. (1988), o tamanho da base de **dados**

pode não estar diretamente relacionado a qualidade dos padrões. Walworth et al. (1988) demonstrou que normas DRIS desenvolvidas a partir de 10 observações de milho cultivado a campo, com produtividade acima de 18 Mg ha^{-1} , foram melhores que normas provenientes de grandes bases de dados. Em contraposição, Letzsch & Sumner (1984) estabeleceram que as melhores normas tiveram origem de grandes bases de dados com observações de alta produtividade. Possivelmente, normas DRIS muito abrangentes e genéricas representam prejuízo à acurácia do diagnóstico proporcionado. Certamente a qualidade, mais que a quantidade de observações, deve ser a característica mais importante de uma base de dados que contém a população de referência.

Uma vez definida a população de referência, dela são determinadas as normas, que consistem na razão entre todos os pares de nutrientes e seus respectivos desvios padrões, ou coeficientes de variação. A razão entre um par de nutrientes pode ser tanto direta como inversa (A/E ou B/A , onde A e B são um par de nutrientes). Para decidir pela melhor ordem de razão, existe atualmente um único critério, o da razão das variâncias, proposto por Letzsch (1985), aqui denominado de critério do "Valor F". Segundo Santos (1997), este critério permite a escolha da razão que melhor realça o parâmetro de interesse. Bataglia & Santos (1990) não utilizaram o critério do valor F, mas sim testaram as razões ora na ordem direta, ora na ordem inversa. Concluíram que a ordem das razões interfere nos resultados dos índices dos nutrientes, especialmente se as funções forem calculadas pelo método de Jones (1981).

Estando as normas estabelecidas, os teores de nutrientes de uma amostra podem ser submetidos ao cálculo dos índices DRIS. Estes índices compreendem os índices individuais para cada nutriente e o Índice de Balanço Nutricional, IBN, que dá uma idéia do equilíbrio nutricional global da planta. Os índices individuais para cada nutriente são calculados em duas etapas: na primeira são calculadas as funções das razões de cada par de nutrientes, e na segunda, os somatórios das funções envolvendo cada nutriente.

Para calcular as funções das razões dos nutrientes, existem três métodos: (i) a concepção original de Beaufils (1973); (ii) o método de Jones (1981); e (iii), o método de Elwali & Gascho (1984), sendo este uma modificação do método de Beaufils (1973). Bataglia & Santos (1990), trabalhando com seringueira, testaram estes três métodos e concluíram que os de Beaufils (1973) e Elwali & Gascho (1984) apresentaram resultados semelhantes entre si, e que o método de Jones (1981) mostrou-se muito dependente da ordem da razão de cada par de nutrientes. Santos (1997) também testou o desempenho destes três métodos sobre dados de citros, concluindo: (i) o método de Beaufils (1973) realçou melhor as deficiências; (ii) o método de Jones (1981) apresentou vantagem sobre os demais por ser mais facilmente calculado e apresentar maior formalidade estatística; e (iii), o método de Elwali & Gascho (1984) apresentou menor número de interpretações errôneas. Muito embora os métodos de cálculo das funções das razões dos nutrientes tivessem sido testados nos trabalhos de Bataglia & Santos (1990) e de Santos (1997), ainda não está definido qual deles é o mais recomendado.

Para realizar o somatório das funções das razões dos nutrientes, a segunda e última etapa para o cálculo dos índices DRIS, segundo Beverly (1991) existem dois métodos: o DRIS (Beaufils, 1973) e o M-DRIS (Walworth et al., 1986; Hallmark et al., 1987). O método DRIS, original, se utiliza apenas das funções das razões entre nutrientes. Já o método M-DRIS, que é uma variação do DRIS, trata a concentração do nutriente na folha como um par de fatores, onde a massa do nutriente é dividida pela massa da matéria seca do tecido vegetal. No somatório das funções para o M-DRIS, são envolvidas as funções das concentrações dos nutrientes isolados. O M-DRIS gera um índice adicional, o índice de massa da matéria seca (I_{MS}), útil na verificação da maturidade do tecido amostrado em relação à do padrão.

Através da soma dos valores absolutos dos índices dos nutrientes, obtém-se o Índice de Balanço Nutricional (IBN). Este índice dá uma idéia do estado nutricional global da planta, sem no entanto indicar as causas, e pode ser feito tanto para o DRIS

como para a M-DRIS. O IBN tem sido relacionado à produtividade das culturas, como foi feito por Sumner (1977b). Este autor relatou que existe correspondência entre os valores da produtividade do milho e os do IBN.

São poucas e recentes as utilizações do DRIS na cultura do café. Segundo Malavolta (1993), a primeira utilização prática do DRIS no cafeeiro foi feita na Colômbia por Arboleda et al. (1988). No Brasil, Leite (1992) comparou diferentes métodos de diagnose foliar em *Coffea canephora* no estado da Espírito Santo, dentre eles o DRIS, além do Nível Crítico, Alimentação Global e Equilíbrios Fisiológicos, e índices Balanceados de Kenworthy. Das 65 lavouras mostradas por três anos, a população de referência foi de 24, que preencheram o quesito de ter atingido produtividade acima de 30 sacas de café beneficiado por hectare, em pelo menos uma das três safras. Neste estudo, os métodos de índices balanceados de Kenworthy e DRIS apresentaram resultados bastante semelhantes entre si. Com o índice de Balanço Nutricional global da lavoura (IBN - DRIS), foi possível evidenciar limitações de ordem não nutricional. Leite (1992) concluiu: (i) o DRIS foi o melhor método para diagnosticar as limitações nutricionais das lavouras; (ii) a utilização do método dos Equilíbrios Fisiológicos foi melhor a nível regional que para cada lavoura em particular; e (iii) a maior limitação nutricional naquela região foi em relação aos micronutrientes Mn e Cu, ora em excesso (Mn), ora em deficiência (Mn e Cu). Leite (1992) observou que as normas obtidas para o cafeeiro conilon foram notadamente discrepantes dos valores obtidos por Arboleda et al. (1988), para *Coffea arabica* na Colômbia, atribuindo ao fato de serem espécies diferentes.

Tanto Arboleda et al. (1988) quanto Leite (1992), concluíram que o DRIS possui vantagens comparativas em relação a outros métodos de diagnose, como o das Faixas de Suficiência. Contudo, há necessidade de mais pesquisa para que o uso do DRIS possa ser melhor avaliado e popularizado. Baldock & Schulte (1996) entendem que os dois métodos, DRIS e Faixas de Suficiência, possuem vantagens individuais que reciprocamente complementaríamos suas fraquezas. Estes autores propõem um novo

método, o chamado **PASS** (Plant Analysis with Standardized Scores), **que** segundo eles, pretende **efetuar** estas complementações. Também Elwali & Gascho (1988), com **base em** sua **experiência com** a cultura do **milho**, ponderam que **para um** diagnóstico **mais** seguro **do estado** nutricional, devem-se levar em **consideração os** resultados dos dois métodos, o **DRIS** e as **Faixas de Suficiência**.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da região e cafezais estudados

O estudo foi realizado na região Norte do Paraná e região vizinha do Sudoeste do Estado de **São Paulo**. Os municípios abrangidos no Paraná foram Tomazina, Carlópolis, Ribeirão Claro, Santo Antônio da Platina, Ribeirão do Pinhal e Jundiá do Sul. No estado de São Paulo os municípios foram Taguaí e Fartura. Todos estes municípios pertencem à bacia hidrográfica do Rio Paranapanema. A altitude varia de 456 a 580 m.s.n.m. O clima é classificado como Cfa, segundo critérios de Koepen (Mota, 1981).

Esta região é caracterizada pela transição geológica entre rochas sedimentares e rochas eruptivas básicas (Minerais do Paraná S.A., 1989). As rochas sedimentares variam de arenitos pouco consolidados a folhelhos siltosos e argilosos, proporcionando solos com baixa fertilidade natural. Sobre as rochas sedimentares são encontrados Latossolo Vermelho-Escuro (LE), Podzólico Vermelho-Escuro (PE), Podzólico Vermelho-Amarelo (PV) e Cambissolo (C). As rochas eruptivas básicas compreendem derrames de basalto que recobrem as rochas sedimentares, e diques de diabásio que afloram de fendas das rochas sedimentares. Sobre as rochas eruptivas básicas são encontrados solos com maior fertilidade natural, como Terra Roxa Estruturada (TR) e Latossolo Roxo (LR). O relevo desta região varia de suave ondulado a ondulado, mas em todos os cafezais estudados a mecanização é viável.

Foram avaliados 117 talhões de café (*Coffea arabica* L.) que receberam poda do tipo esqueletamento na primavera de 1996, os quais estão listados na Tabela 1.

Tabela 1. Características dos talhões de café estudados.

Talhão	Propriedade	Cultivar	Material de origem do solo *	Classe do solo **	Data da poda
1	1	Mundo Novo	RS	LE	10.11.96
2	1	Catuai Amarelo	RS	LE	28.10.96
3	1	Mundo Novo	RS	LE	04.11.96
4	1	Catuai Amarelo	REB	LR	11.12.96
5	1	Mundo Novo	RS	LE	06.11.96
6	1	Mundo Novo	REB	LR	17.11.96
7	1	Catuai Amarelo	RS	LE	03.11.96
8	2	Mundo Novo	RS	LE	28.09.96
9	2	Mundo Novo	RS	LE	25.09.96
10	2	Catuai Amarelo	RS	LE	02.10.96
11	2	Mundo Nova	RS	LE	22.09.96
12	3	Mundo Novo	RS	LE	17.09.96
13	3	Catuai Amarelo	RS	LE	13.10.96
14	4	Mundo Novo	REB	LR	10.09.96
15	5	Catuai Amarelo	RS	LE	16.10.96
16	6	Mundo Novo	REB	TR	21.09.96
17	6	Mundo Novo	REB	TR	07.09.96
18	6	Mundo Novo	REB	TR	21.09.96
19	6	Mundo Novo	REB	TR	07.09.96
20	7	Mundo Novo	REB	TR	06.10.96
21	7	Mundo Novo	RS	LE	08.11.96
22	8	Mundo Novo	RS	LE	02.10.96
23	8	Mundo Novo	RS	LE	13.09.96
24	8	Mundo Novo	RS	LE	24.09.96
25	8	Mundo Novo	RS	LE	22.09.96
26	8	Mundo Novo	RS	LE	30.09.96
27	8	Mundo Novo	RS	LE	11.10.96
28	8	Mundo Novo	RS	LE	21.09.96
29	8	Mundo Novo	RS	LE	12.09.96
30	8	Mundo Novo	RS	LE	04.10.96
31	9	Catuai Amarelo	REB	TR	29.12.96
32	9	Catuai Amarelo	REB	TR	18.12.96
33	9	Catuai Amarelo	REB	TR	13.12.96
35	10	Mundo Novo	RS	PE	04.10.96
36	10	Mundo Novo	RS	PE	16.10.96
37	10	Catuai Amarelo	RS	PE	30.09.96
38	10	Mundo Novo	RS	PE	18.09.96
39	10	Camai Amarelo	RS	PE	29.09.96
40	11	Mundo Novo	REB	LR	09.08.96
41	11	Mundo Novo	REB	LR	02.09.96
42	11	Mundo Novo	REB	TR	31.08.96

Características dos talhões de café estudados.

Talhão	Propriedade	Cultivar	Material de origem do solo*	Classe do solo**	Data da poda
43	11	Mundo Novo	REB	LR	18.09.96
44	11	Mundo Novo	REB	TR	01.09.96
45	12	Catuai Amarelo	RS	LV	28.10.96
46	12	Catuai Amarelo	RS	LV	05.09.96
47	12	Catuai Amarelo	RS	LV	12.09.96
48	12	Catuai Amarelo	RS	LV	19.09.96
49	12	Catuai Amarelo	RS	LV	26.09.96
50	12	Catuai Amarelo	RS	LV	03.10.96
51	12	Mundo Novo	RS	LV	10.10.96
52	13	Catuai Amarelo	RS	LE	30.09.96
53	13	Catuai Amarelo	RS	LE	19.08.96
54	14	Mundo Novo	REB	LR	15.09.96
55	14	Mundo Novo	REB	LR	11.09.96
56	14	Mundo Novo	REB	LR	12.09.96
57	14	Mundo Novo	REB	LR	05.09.96
58	14	Mundo Novo	REB	TR	09.09.96
59	15	Mundo Novo	RS	C	24.11.96
60	16	Bourbon	REB	TR	24.10.96
61	16	Bourbon	REB	TR	31.10.96
62	16	Bourbon	REB	TR	07.11.96
63	16	Bourbon	REB	TR	14.11.96
	16	Bourbon	REB	TR	20.11.96
65	16	Bourbon	REB	TR	02.12.96
66	17	Mundo Novo	RS	LE	04.09.96
67	17	Mundo Novo	RS	LE	05.10.96
68	17	Mundo Novo	RS	C	22.09.96
69	17	Mundo Novo	RS	C	10.09.96
70	17	Catuai Amarelo	RS	C	13.09.96
71	17	Catuai Amarelo	RS	C	02.09.96
72	17	Mundo Novo	RS	C	04.09.96
73	18	Catuai Amarelo	REB	LR	17.08.96
74	18	Mundo Novo	REB	LR	23.08.96
75	18	Catuai Amarelo	REB	LR	18.09.96
76	18	Mundo Novo	REB	TR	24.08.96
77	18	Catuai Amarelo	REB	TR	30.08.96
78	18	Mundo Novo	REB	TR	10.09.96
79	19	Mundo Novo	RS	LE	08.09.96
80	19	Mundo Novo	RS	LE	11.09.96
81	20	Mundo Novo	REB	TR	21.10.96
82	20	Acaia	REB	TR	17.09.96
83	20	Icatú Amarelo	REB	LR	08.10.96

Características dos talhões de café estudados,

Talhão	Propriedade	Cultivar	Material de origem do solo*	Classe do solo**	Bata da poda
84	20	Mundo Novo	REB	TR	21.10.96
85	20	Catuaí Amarelo	REB	LR	27.09.96
86	20	Mundo Novo	REB	LR	27.09.96
87	20	Catuaí Amarelo	REB	LR	27.09.96
88	20	Mundo Novo	REB	LR	27.09.96
89	20	Mundo Novo	REB	TR	10.09.96
90	20	Mundo Novo	REB	LR	17.09.96
91	20	Catuaí Amarelo	REB	LR	14.10.96
92	20	Mundo Novo	REB	TR	02.10.96
93	20	Mundo Novo	REB	TR	02.10.96
94	20	Mundo Novo	REB	TR	02.10.96
95	20	Mundo Novo	REB	TR	10.09.96
96	21	Mundo Novo	RS	LE	13.09.96
97	21	Mundo Novo	RS	LE	27.09.96
98	21	Mundo Novo	RS	C	29.09.96
99	21	Mundo Nove	RS	C	01.10.96
100	22	Catuaí Amarelo	RS	LE	18.10.96
101	22	Catuaí Amarelo	RS	LE	30.09.96
102	22	Mundo Novo	RS	LE	03.10.96
103	22	Mundo Novo	RS	LE	04.10.96
104	22	Mundo Novo	RS	LE	04.10.96
105	22	Catuaí Amarelo	RS	LE	12.10.96
106	23	Mundo Novo	RS	C	22.09.96
107	23	Icatú Amarelo	REB	C	29.09.96
108	23	Sarchimor	REB	C	01.09.96
109	24	Catuaí Amarelo	REB	LR	10.10.96
110	24	Catuaí Amarelo	REB	LR	01.10.96
111	24	Catuaí Amarelo	REB	LR	15.10.96
112	24	Catuaí Amarelo	REB	LR	22.09.96
113	24	Mundo Novo	REB	LR	17.08.96
114	24	Mundo Novo	REB	LR	22.09.96
115	24	Mundo Novo	REB	LR	13.10.96
116	25	Mundo Novo	RS	LE	30.07.96
117	25	Mundo Novo	RS	LE	28.08.96
118	25	Mundo Novo	RS	LE	16.08.96

* RS = rocha sedimentar; REB = rocha eruptiva básica

** TR = Terra Roxa Estruturada; LR = Latossolo Roxo; LE = Latossolo Vermelho-Escuro; LV = Latossolo Vermelho-Amarelo; C = Cambissolo; PE = Podzólico Vermelho-Escuro.

Análises químicas do solo das lavouras estudadas não foram realizadas, Segundo Nick et al. (1994), a linha de plantio e o manejo cultural adotado por cada cafeicultor resultam em profundas alterações nas características químicas do solo dos cafezais. Com a avançar do tempo de cultivo, definem-se nestas lavouras, faixas paralelas de solo de alta e baixa fertilidade. Tal característica tem comprometido a representatividade da amostragem e a interpretação das análises químicas do solo, quando estas são feitas de acordo com as recomendações oficiais. Os mesmos autores determinaram que, para uma avaliação mais segura da fertilidade do solo de um cafezal adulto, são necessárias amostragens mais detalhadas, o que foge dos recursos e propósitos do atual trabalho.

3.2 Coleta de material vegetal

Foram realizadas coletas de ramos em 4 épocas após a poda: Dezembro/96, Fevereiro/97, Abril/97 e Julho/97. A amostragem consistiu em percorrer uma trajetória pela talhão dentro dos princípios da representatividade, amostrando-se por casualidade aproximadamente 25 plantas. De cada planta destacaram-se 2 ramos, ambos adjacentes, brotados à meia altura da copa, contemplando-se todas as direções cardeais ao longo da coleta. Cada amostra composta era formada por 40 a 60 m o s . Os ramos coletados eram imediatamente acondicionados em sacos de polietileno e mantidos em ambiente escuro e fresco, para preservar a hidratação dos tecidos.

3.3 Determinação dos teores foliares de nutrientes

Foram determinados os teores foliares de nutrientes dos 117 talhões, para as 4 épocas de mostragem (Dezembro/96, Fevereiro, Abril e Julho/97). Os procedimentos estão descritos a seguir.

De cada ramo coletado destacou-se o 2º e o 3º par de folhas totalmente expandidas, contados do ápice para a base, perfazendo um total de 160 a 240 folhas por amostra composta. O sistema de mostragem adotado difere do sistema proposto por Malavolta

(1993), amplamente adotado em todo país, que recomenda a coleta do 3º ou 4º par de folhas para a análise química. Isto justifica-se por dois aspectos. Primeiro, com a experiência adquirida ao longo dos anos com lavouras podadas, vem-se suspeitando que os maiores problemas nutricionais destas plantas envolvem micronutrientes (Cu, Fe, Mn, Zn e B), os quais são todos considerados pouco móveis e até imóveis quanto à sua redistribuição na planta. Em virtude desta baixa mobilidade C de se esperar que deficiências e excessos possam ser melhor e mais rapidamente detectados em folhas mais jovens. Segundo, as folhas do 2º par, embora totalmente expandidas, nem sempre estão plenamente maduras. Portanto, com a inclusão do 2º e 3º pares de folhas na amostra composta, esperou-se obter amostras de tecido mais jovem, garantindo ainda a estabilidade nos resultados analíticos, no que diz respeito à massa da matéria seca.

A amostra composta, com as folhas ainda verdes, passou então pelo processo de lavagem. Nesta etapa seguiu-se o método definido por Pavan et al. (1984), no qual as folhas são imersas inicialmente por 30 segundos em solução HCl 3% m/v, e enxaguadas por 3 vezes em água desionizada. Segundo os autores do método, a lavagem assim realizada maximiza a remoção dos resíduos químicos e físicos da superfície foliar, sem comprometer os teores internos das folhas. Os resíduos podem ser de sais e compostos de fertilizantes e defensivos foliares, especialmente os que contêm Cu, B e Zn em sua composição, além das contaminações com solo.

Logo após a lavagem, as folhas foram centrifugadas a baixa rotação para eliminar o excesso de água da superfície, e acondicionadas em sacos de papel para secagem em estufa a 70° C, por 48 horas, sob ventilação forçada. Após a secagem, as amostras foliares foram moídas e acondicionadas em pequenos sacos de polietileno, prontas para serem submetidas à análise química.

As amostras foliares foram analisadas quimicamente para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn e B, pela metodologia descrita por Sarruge & Haag (1974), e S, pela metodologia de Blanchard et al. (1963). Os teores de N, P, K, Ca, Mg e S foram expressos

em $g\ kg^{-1}$, e os teores de Cu , Fe , Mn e Zn , em $mg\ kg^{-1}$. Nenhum tipo de correção, ajuste ou transformação estatística foi aplicado aos valores dos teores dos nutrientes.

3.4 Determinação dos dados vegetativos básicos

Foram determinadas variáveis vegetativas dos 117 talhões apenas para as 3 últimas épocas de *mostragem* (Fevereiro, Abril e Julho/97). O mês de *Dezembro/96* não foi avaliado em virtude de muitos talhões terem sido recentemente podados, cujos ramos estavam ainda muito jovens. Os procedimentos estão descritos a seguir.

Uma vez com as folhas destacadas para análise química, os ramos foram submetidos ao total destacamento do restante das folhas, as quais foram desprezadas. Estes ramos, agora sem folhas, foram acondicionados em sacos de papel e secos ao ar. Foram determinados três tipos de dados básicos para a avaliação da resposta vegetativa das plantas. São eles: (i) o número de internódios por ramo, M ; (ii) o comprimento médio de cada ordem de internódio, CI (ordem de internódio = internódio nº 1, 2, 3, etc., contados a partir do ápice do ramo); e (iii), a massa média da matéria seca, também de cada ordem de internódio, MI . Os procedimentos destas determinações estão descritos a seguir.

Realizou-se inicialmente um preparo dos ramos, que consistiu na eliminação, com uma tesoura de poda, do primeiro internódio do ápice e os dois primeiros internódios da base de cada ramo. Justificou-se esta prática pois em testes preliminares estes internódios apresentaram altos coeficientes de variação, tanto para comprimento como para massa. Isto ocorre pois o primeiro internódio do ápice está normalmente em expansão e com baixo teor de matéria seca. O primeiro internódio da base e normalmente muito curto e possui resíduos de sua inserção no ramo de onde brotou. O segundo internódio da base tem comprimento muito variável, pois o seu alongamento sofre alta influência das reservas de carboidratos não estruturais dos ramos suporte logo após a poda.

O número de nós por ramo foi contado manualmente da seguinte forma. Todos os ramos de cada amostra eram dispostos paralelamente um ao outro sobre uma mesa. Uma linha traçada ao longo da mesa servia de ponto de intercepção com os nós. Ajustavam-se inicialmente todos os ramos interceptando a linha no primeiro nó do ápice. Os ramos eram deslocados sobre a linha, todos juntos, um nó por vez. E m retirados da mesa e contados o número de ramos que atingia o último nó a cada deslocamento feito. O número de ramos acumulados em cada classe de número de nós era registrado, de modo a obter-se a distribuição de frequência de ramos por classe de número de nós, conforme ilustra a Tabela 2.

Tabela 2. Ilustração da distribuição de frequência de classes de número de nós por ramo.

Coleta	Classes de número de nós por ramo														
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Fevereiro/97		1	5	22	30	15	3	1							
Abril/97				2	3	11	16	13	8	5	0	0	1		
Julho/97					1	2	8	9	12	11	6	1	2	1	1

A interpretação da distribuição de frequências permitiu verificar a representatividade da mostragem em cada talhão. O número médio de internódios por ramo (\bar{N} , internódios ramo), que equivale ao número médio de nós por ramo, foi calculado pela média ponderada, conforme demonstra a equação a seguir:

$$NI = [(FR_1 * 1) + (FR_2 * 2) + \dots + (FR_n * n)] / [FR_1 + FR_2 + \dots + FR_n]$$

Onde:

FR_n = frequência de ramos em cada classe de ramos com n internódios

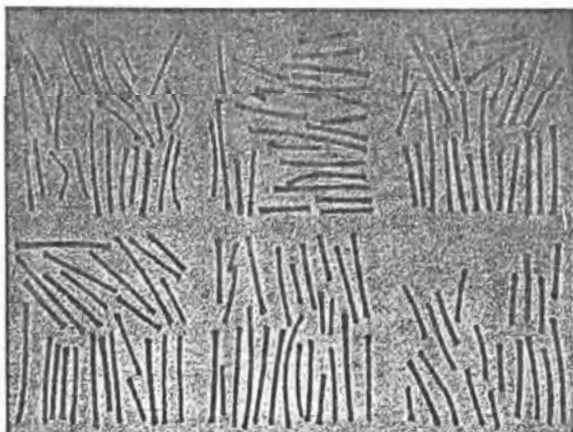
n = número de internódios de cada classe de ramo

Uma vez determinado o número médio de internódios, **agrupou-se os** ramos pertencentes às **três classes** adjacentes de maior frequência (porção hachurada da Tabela 2), desprezando-se **os** ramos das **classes superior e inferior** da **distribuição normal**. Este **procedimento** teve como finalidade **agrupar** ramos que surgiram em época semelhante, **que representam o pico** da brotação após **a poda**, diminuindo assim a **variabilidade** da **mostragem**.

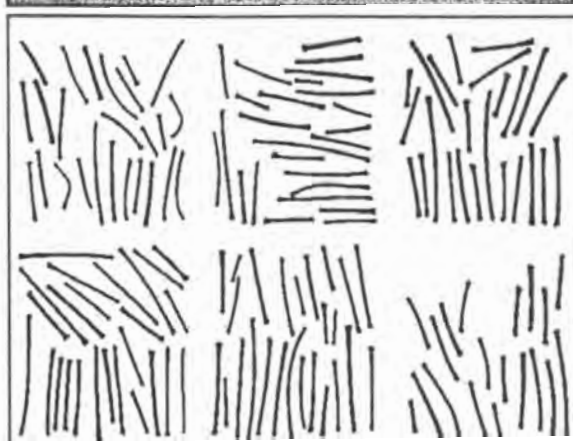
Após o agrupamento dos ramos das **três classes principais**, partiu-se **para a** determinação do comprimento **e massa** da **materia seca** **medios** de cada ordem de internódio. **Para isso**, procedeu-se **o** **fracionamento** de cada ramo **em** internodios, cortando-se **sobre os nós** com uma **tesoura de poda**. **O fracionamento** era **iniciado** a partir dos internódios do **ápice**, os **quais eram agrupados** em recipientes numerados. Uma vez **fracionados os** internódios de **todos os** ramos da amostra, **cada grupo** de internódios de uma mesma ordem foi acondicionado **em** sacos de **papel** devidamente identificados. **Os** internodios **assim** preparados foram **secos** em estufa **a 70° C**, por **48** horas, sob ventilação **forçada**, para posteriormente determinarem-se o seu comprimento e **massa**.

O comprimento **dos** internodios foi determinado **através** de **um** processo de **aquisição**, tratamento e **análise** de imagens (Figura 2). Para **a aquisição** das imagens, confeccionou-se um tabuleiro de **cor bege clara**, com **6 quadrículas** de, **15 x 15 cm** cada uma, dispostas em **2 linhas e 3** colunas, o qual ficava **fixo** sobre **uma ampla mesa**. Dentro **de** cada **quadrícula** eram **dispostos os** internódios de **cada** ordem **da** amostra. Foram tornadas imagens **deste** tabuleiro, em projeção aproximadamente ortogonal, **por** uma **câmara de vídeo** **fixada verticalmente** a **um tripé**. **A câmara de vídeo** emitia o sinal via cabo para um **computados IBM/PC**, onde a **imagem** era **digitalizada** em tons de **cinza** através do sistema de **hardware e software Snappy Shot v1.0** (Play Incorporated, 1995). **A imagem** era **arquivada no formato TIF**, **e purificada** através dos recursos **disponíveis do software Adobe Photoshop v3.0.5** (Adobe Systems Incorporated, 1995), **de modo a** **reduzir os vários tons de cinza para apenas 2 cores** (preto **e** branco), **processo**

Digitalização da imagem
(SNAPPY SHOT v1.0)



Binarização das cores
(ADOBE PHOTOSHOP
v3.0.5)



Afinamento e determinação do
comprimento
(SIARCS v3.1)

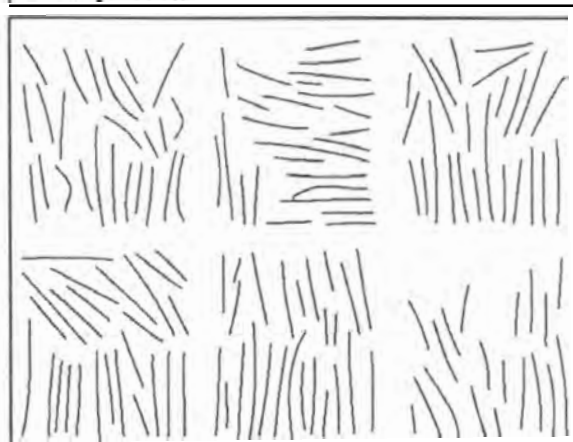


Figura 2. Tratamento de imagem para obtenção do comprimento dos internódios. Exemplificação com internódios de ordem 1 a 6 de talhão 92, amostrado em Abril/97. Escala: 45 cm na horizontal.

denominado binarização. A imagem resultante era então convertida para o formato BMP e aplicada ao software SIARCS v3.1 (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1996), utilizando-se **dele os** recursos de “afinamento” e “determinação do comprimento”. Os resultados de comprimento eram dados em centímetros, para cada uma das seis quadriculas da imagem. Os dados de comprimento de cada imagem eram transferidos eletronicamente para uma planilha do software Microsoft Excel para Windows 95 v7.0 (Microsoft Corporation, 1995). O comprimento medio de cada ordem de internódios (CI, $\text{cm internódio}^{-1}$), foi calculado da seguinte forma:

$$CI = CIA / FIA$$

Onde:

CIA = comprimento dos internódios da amostra (cm)

FIA = frequência dos internódios da amostra (internódios)

A massa dos internódios foi determinada com o uso de balança eletrônica da marca “OHAUS”, modelo “Precision Plus”. A balança foi conectada via cabo à porta serial de um computador IBM/PC, pelo protocolo RS232. Os dados emitidos pela balança eram automaticamente tabulados em planilha do software Excel através do software WEDGE v1.2 (T.A.L. Technologies Incorporated, 1997). A massa média de cada ordem de internódios (MI, $\text{mg internódio}^{-1}$), foi calculada da seguinte forma:

$$MI = MIA / FIA$$

Onde:

MIA = massa dos internódios da amostra (mg)

FIA = frequência dos internódios da amostra (internódios)

3.5 Cálculo das variáveis vegetativas

A partir dos dados básicos de NI, CI e MI, calcularam-se as variáveis vegetativas detalhadas a seguir.

Taxa média diária de lançamento de internódios do ramo (TI, internódios ramo⁻¹ dia⁻¹ 10³), calculada da seguinte forma:

$$TI = [(NI_B - NI_A) / (dias_{B-A})] / 1000$$

Onde:

NI = número médio de internodios por ramo (internodios ramo⁻¹)

A = *mostragem* do início do período

B = *mostragem* do fim do período

dias_{B-A} = número de dias entre as mostragens A e B (dias)

Taxa média diária de aumento da massa da matéria seca do ramo (TM, mg ramo⁻¹ dia⁻¹), calculada da seguinte forma:

$$TM = [(MR_B - MR_A) / (dias_{B-A})]$$

Onde:

MR = massa média da matéria seca do ramo (mg ramo⁻¹)

MR = (MI₁ + MI₂ + MI_n ... + MI_y + MI_z) * (internódio / ramo)

MI_n = massa média da matéria seca da ordem *n* de internódios (mg internódio⁻¹)

MI_z = (MI_{y+1}) * z (mg)

y = número inteiro de NI

$z =$ resto de NI

NI = número **médio** de internódios por ramo (internódios ramo^o)

A = mostragem do **início** do período

B = amostragem do **final** do período

dias_{B-A} = número de dias entre as amostragens A e B (dias)

Taka média diária de aumento do comprimento do ramo (TC, mm ramo^o dia^o), calculada da seguinte forma:

$$TC = [(CR_B - CR_A) / (\text{dias}_{B-A})]$$

Onde:

CR = comprimento *médio do* ramo (mm ramo^o)

$$CR = CI_1 + CI_2 + CI_n \dots + CI_y + CI_z$$

CI_n = comprimento médio da ordem *n de* internódios (mm)

$$CI_z = (CI_{y+1}) * z \quad (\text{mm})$$

y = número inteiro de NI

z = resto de NI

NI = número **médio de** internodios por ramo (internódios ramo^o)

A = amostragem do *início do* período

B = mostragem *do final* do período

dias_{B-A} = número de **dias** entre as mostragens A e B (dias)

Comprimento médio dos internódios gerados no período (CIP, mm internódio⁻¹), calculado da seguinte forma:

$$CIP = [(CR_B - CR_A) / (NI_B - NI_A)]$$

Onde:

CR = comprimento médio do **ramo** (mm ramo⁻¹)

NI = número médio de internódios **por ramo** (internódios ramo⁻¹)

A = mostragem **do** início do período

B = mostragem **do** final **do** período

Taxa média diária de aumento da massa específica do ramo (TME, $\mu\text{g cm}^{-1}$ dia⁻¹), calculado da seguinte forma:

$$TME = [(MI_{3,4,5,6 B} - MI_{3,4,5,6 A}) / (CI_{3,4,5,6 B} - CI_{3,4,5,6 A})] / \text{dias}_{B-A}$$

Onde:

$$MI_{3,4,5,6} = (MI_{b3} + MI_{b4} + MI_{b5} + MI_{b6})$$

MI_{b3} = Massa média da matéria seca **dos internódios basais de ordem 3** ($\mu\text{g internódio}^{-1}$)

$$CI_{3,4,5,6} = (CI_{b3} + CI_{b4} + CI_{b5} + CI_{b6})$$

CI_{b3} = Comprimento médio **dos internódios basais de ordem 3** (cm internódio⁻¹)

A = mostragem **do** início do período

B = mostragem **do** final **do** período

dias_{B-A} = número de dias entre as mostragens **A** e **B** (dias)

Razão entre taxa média diária de aumento do comprimento e taxa média diária de aumento da massa do ramo (TC/TM , mm g^{-1}), calculado da seguinte forma:

$$TC/TM = (TC / TM) * (1000 \text{ mg / g})$$

Onde:

TC = Taxa média de aumento do comprimento do ramo ($\text{mm ramo}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)

TM = Taxa média de aumento da massa da matéria seca do ramo ($\text{mg ramo}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)

Razão entre a taxa média diária de aumento do comprimento e a taxa média diária de aumento da massa específica do ramo (TC/TME , $\text{cm}^2 \text{ ramo}^{-1} \mu\text{g}^{-1}$), calculado da seguinte forma:

$$TC/TME = (TC / TME) * (0,1 \text{ cm / mm})$$

Onde:

TC = Taxa média de aumento do comprimento do ramo ($\text{mm ramo}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)

TME = Taxa média de aumento da massa específica do ramo ($\mu\text{g cm}'' \text{ dia}''$)

Comprimento específico do ramo (C/M , mm g^{-1}), calculado da seguinte forma:

$$C/M = (CR / MR) * (1000 \text{ mg / g})$$

Onde:

CR = comprimento médio do ramo ($\text{mm ramo}''$)

MR = massa média do ramo ($\text{mg ramo}''$)

Também para os valores das variáveis vegetativas, nenhum tipo de correção, ajuste ou transformação estatística foi aplicado.

Quanto à forma de determinação, há dois tipos de parâmetros vegetativos. Do primeiro tipo fazem parte TI, TM, TC, CIP, TME, TC/TME e TC/TM, cujos valores correspondem a um período de tempo, logo, sua determinação depende dos dados de duas épocas de mostragem. Do segundo tipo faz parte apenas a relação C/M, que corresponde a uma avaliação pontual no tempo, determinada com dados apenas de uma época.

Para as variáveis vegetativas que correspondem a um período de tempo, foram calculados 3 conjuntos de dados, em função da combinação entre as 3 épocas de coleta: (i) período entre Fevereiro/97 e Abril/97; (ii) período entre Abril/97 e Julho/97; e (iii), período entre Fevereiro/97 e Julho/97. Para o parâmetro vegetativo C/M, a único do tipo pontual no tempo, foram calculados também 3 conjuntos de dados: um para Fevereiro/97, outro para Abril/97 e outro para Julho/97.

3.6 Definição da melhor variável vegetativa do ramo

Para chegar à definição da variável vegetativa que melhor representa o potencial produtivo do ramo, foi necessário, inicialmente, realizar uma avaliação das interrelações entre as variáveis vegetativas, através da interpretação dos seus coeficientes de correlação (r), postas dentro de um sistema de relações de causa e efeito.

Para definir o quadro de correlações entre as variáveis vegetativas, foram feitos testes preliminares. Foram elaborados doze quadros de correlação, que correspondem a quatro grupos de cultivares avaliados em três períodos e épocas. Os grupos de cultivares foram: (i) Camaí Amarelo; (ii) Mundo Novo; (iii) Catuaí Amarelo e Mundo Novo; e (iv), todos os cultivares. Os períodos para as variáveis TI, TM, TC, CIP, TME, TC/TE e TC/TM, foram: de Fevereiro/97 a Abril/97; de Abril/97 a Julho/97; e de Fevereiro/97 e Julho/97. As épocas para a variável C/M foram: Fevereiro/97, Abril/97 e Julho/97. Nestes quadros adiou-se a ocorrência de comportamento diferenciado das correlações dos 12 bancos de dados. Como não foram constatadas diferenças marcantes, utilizou-se, para

este trabalho apenas o quadro de correlações que envolveu dados de todos os cultivares do período entre Fevereiro/97 e Julho/97.

Para estabelecer um sistema de causa e efeito entre as variáveis através dos valores dos coeficientes de correlação, partiu-se do princípio de que a TI e o CIP são as causas morfo-fisiológicas básicas, e que todas as demais variáveis são suas conseqüências, diretas ou indiretas.

Justifica-se o uso das variáveis TI e CIP como causas básicas pelo seu interesse agrônomo. É de interesse que os valores de TI, taxa média diária de lançamento de internódios por ramo ($\text{internódios ramo}^{-1} \text{ dia}^{-1} 10^{-3}$), sejam os maiores possíveis para que o ramo acumule, ao final de um ciclo vegetativo, um grande número de nós, que vão florir e frutificar no ano seguinte.

Também é de interesse agrônomo que os valores de CIP, comprimento médio dos internódios formados no período avaliado ($\text{mm internódio}^{-1}$), sejam intermediários, ou seja, os valores extremos são indesejáveis. Tal interesse justifica-se uma vez que internódios muito curtos levam ao sombreamento entre folhas vizinhas, limitam a capacidade de reserva de carboidratos não estruturais na medula caulinar e até mesmo limitam o espaço para o desenvolvimento dos frutos. Internódios muito longos, por sua vez, tornam-se grandes drenos de carboidratos para realizar o crescimento em diâmetro do seu próprio caule, sem reflexo positivo sobre a produtividade do ramo.

A partir dos valores dos coeficientes de correlação entre as variáveis vegetativas, e de posse do conhecimento de que a TI e o CIP são as causas morfo-fisiológicas básicas das demais, estabeleceu-se o esquema das relações de causa e efeito entre todas as variáveis.

Estabelecidas as relações de causa e efeito entre as variáveis, e de posse do conhecimento que os valores desejáveis de TI são máximos, e que os valores desejáveis de CIP são intermediários, definiram-se as faixas de valores desejáveis para as demais variáveis. Se a variável em questão estivesse sob efeito quase exclusivo de TI, sua faixa

de valores desejável seria máxima. Se estivesse sob efeito quase exclusivo de CIP, sua faixa de valores desejável seria intermediária. E se estivesse sob efeito equilibrado de ambos (TTe CIP), sua faixa de valores desejável seria também intermediária.

Finalmente, com o esquema de causa e efeito montado, e com as faixas de valores desejáveis estabelecidas, identificou-se dentre as variáveis vegetativas, aquela capaz de quantificar, em um só valor, o quanto as variáveis de interesse agrônomo, TI e CIP, estão próximas do desejável.

3.7 Métodos de cálculo do DRIS

3.7.1 Critérios para a escolha da ordem da razão dos nutrientes

Foram testados dois critérios para a escolha da ordem da razão entre um par de nutrientes A e B (ordem direta ou inversa, A/B ou B/A). O primeiro critério, denominado de “Valor F” (Letzsch, 1985), seleciona a ordem da razão entre um par de nutrientes pela razão das variâncias (valor E), da seguinte forma:

se:

$$[s^2_{(A/B) \text{ pop. referência}} / s^2_{(A/B) \text{ pop. não referência}}] > [s^2_{(B/A) \text{ pop. referência}} / s^2_{(B/A) \text{ pop. não referência}}]$$

então: razão da norma = A/B

se:

$$[s^2_{(A/B) \text{ pop. referência}} / s^2_{(A/B) \text{ pop. não referência}}] < [s^2_{(B/A) \text{ pop. referência}} / s^2_{(B/A) \text{ pop. não referência}}]$$

então: razão da norma = B/A

Onde:

$s^2_{(A/B) \text{ pop. referência}}$ – Variância dos valores de A/B na população de referência

$s^2_{(A/B) \text{ pop. não referência}}$ – Variância dos valores de A/B na população não referência

$s^2_{(B/A) \text{ pop. referência}}$ – Variância dos valores de B/A na população de referência

$s^2_{(B/A) \text{ pop. não referência}}$ – Variância dos valores de B/A na população não referência

A/B e B/A - Razão entre os teores de um par nutrientes A e B;

ou teor de um nutriente A com base na matéria seca B (para o M-DRIS).

O segundo critério, denominado de “Valor r”, proposto no presente estudo, compreende o cálculo dos coeficientes de correlação (r) entre os valores da variável resposta da planta e a razão entre os pares de nutrientes, tanto na ordem direta como inversa. É escolhida a ordem da razão que resultar no mais alto valor absoluto do coeficiente de correlação (r), conforme é apresentado a seguir:

$$\text{se: } |\Gamma_{A/B}| > |\Gamma_{B/A}|$$

então: razão da norma = A/B

$$\text{se: } |\Gamma_{A/B}| < |\Gamma_{B/A}|$$

então: razão da norma = B/A

Onde:

$|\Gamma_{A/B}|$ – Valor absoluto do coeficiente de correlação entre a variável produtiva da planta e a razão A/B de toda a população (talhões de referência e não referência);

$|\Gamma_{B/A}|$ – Valor absoluto do coeficiente de correlação entre a variável produtiva da planta e a razão B/A de toda a população (talhões de referência e não referência);

A/B e B/A - **Razão** entre os teores **de um par** nutrientes **A e B**;

ou teor de **um** nutriente **A** com base na **matéria seca B** (para o M-DRIS).

3.7.2 Cálculo das funções das *razões* dos nutrientes

Para o cálculo das funções das razões dos nutrientes foram testados três diferentes métodos, Beaufls (1973), Elwali & Gascho (1984) e Jones (1981), os quais estão descritos a seguir.

Beaufls (1973):

se: $Y/X_a < Y/X_n$

então: $f(Y/X) = [1 - (Y/X_n / Y/X_a)] \cdot (100 \cdot k / CV)$

se: $Y/X_a \geq Y/X_n$

então: $f(Y/X) = [(Y/X_a / Y/X_n) - 1] \cdot (100 \cdot k / CV)$

Beaufls Modificado, Elwali & Gascho (1984):

se: $Y/X_a < Y/X_n - s$

então: $f(Y/X) = [1 - (Y/X_n / Y/X_a)] \cdot (100 \cdot k / CV)$

se: $Y/X_n - s \leq Y/X_a \leq Y/X_n + s$

então: $f(Y/X) = 0$

se: $Y/X_a > Y/X_n + s$

então: $f(Y/X) = [(Y/X_a / Y/X_n) - 1] \cdot (100 \cdot k / CV)$

Jones (1981):

$$f(Y/X) = (Y/X_a - Y/X_n) \cdot k / s$$

Onde:

$f(Y/X)$ - função calculada da razão dos nutrientes Y e X

Y/X_a - razão dos nutrientes (ou concentração de um nutriente, M-DRIS) da amostra

Y/X_n - razão dos nutrientes (ou concentração de um nutriente, M-DRIS) da norma

S - desvio padrão da razão Y/X_n

CV - coeficiente de variação (%) da razão Y/X_n

k - constante de sensibilidade (neste trabalho, $k=10$).

3.7.3 Somatório das funções

Foram testados dois métodos para o somatório das funções das razões: DRIS e M-DRIS. O método de cálculo dos índices DRIS, original (Beaufils, 1973), envolve apenas as funções das razões entre pares de nutrientes, tal como $f(X/Y)$, onde X e Y são um par de nutrientes, não envolvendo a matéria seca da amostra. Os índices gerados pelo DRIS foram: I_N , I_P , I_K , I_{Ca} , I_{Mg} , I_S , I_B , I_{Cu} , I_{Fe} , I_{Mn} e I_{Zn} .

Já o método de cálculo dos índices M-DRIS, que é uma variação do DRIS, incorpora, além das funções $f(X/Y)$, adicionalmente as funções das razões entre nutrientes e a matéria seca da amostra, tal como $f(X/ms)$ ou $f(ms/X)$, onde X é o nutriente e ms a matéria seca da amostra (Walworth et al., 1986; Hallmark et al., 1987). O método M-DRIS gera, além dos índices para os nutrientes, o “índice de massa da matéria seca” (I_{MS}). Os índices gerados pelo M-DRIS foram: I_N , I_P , I_K , I_{Ca} , I_{Mg} , I_S , I_B , I_{Cu} , I_{Fe} , I_{Mn} , I_{Zn} e I_{MS} .

O índice DRIS para um dado nutriente, ou índice M-DRIS para um dado nutriente ou matéria seca, foi calculado da seguinte forma:

$$I_x = [\sum_{i=1}^m f(Y/X_i) - \sum_{j=1}^n f(X_j/Y)] / (m+n)$$

Onde:

I_x = Índice DRIS ou M-DRIS para X

X = nutriente ou matéria seca a calcular o índice DRIS ou M-DRIS

Y = nutriente ou matéria seca

m = número de funções cujo fator X encontra-se no denominador da razão da norma

n = número de funções cujo fator X encontra-se no numerador da razão da norma

Tanto para o DRIS como para o M-DRIS, foi calculado o índice de balanço nutricional (IBN). Este índice representa a média dos valores absolutos de todos os índices das nutrientes, DRIS ou M-DRIS, sendo calculado da forma representada abaixo.

IBN para o DRIS:

$$IBN = (|I_N| + |I_P| + |I_K| + |I_{Ca}| + |I_{Mg}| + |I_S| + |I_B| + |I_{Cu}| + |I_{Fe}| + |I_{Mn}| + |I_{Zn}|) / 11$$

IBN para o M-DRIS:

$$IBN = (|I_N| + |I_P| + |I_K| + |I_{Ca}| + |I_{Mg}| + |I_S| + |I_B| + |I_{Cu}| + |I_{Fe}| + |I_{Mn}| + |I_{Zn}| + |I_{MS}|) / 12$$

3.8 Definição das populações de referência e sistema de pré-validação das normas

Para definir a população de referência de um conjunto de dados de talhões e teares foliares, foram seguidos os procedimentos descritos abaixo.

Classificou-se inicialmente a população de talhões pelo valor da variável produtiva. Com base em observações pessoais, delimitou-se arbitrariamente um grupo de talhões considerados potencialmente mais produtivos, portanto, possivelmente melhor nutridos.

Procederam-se, então, os cálculos para a determinação das normas. A elas foram submetidos os teares foliares de toda a população de talhões, para determinarem-se os índices DRIS e M-DRIS. Destes, o IBN foi relacionado com a variável produtiva em um gráfico, obtendo-se o coeficiente de determinação (R^2) da equação de regressão melhor ajustada. As observações envolvidas na geração da equação de regressão foram apenas as da população anormal (população não referência), na faixa de valores da variável resposta acima da faixa desejável (população de referência). O processo de determinação do grau de correspondência entre os valores do IBN e a variável produtiva, foi chamado de sistema de pré-validação das normas DRIS.

Iniciava-se, então, um processo de variação dos Limites da população de referência, repetindo-se os passos de determinação das normas e índices DRIS. Registrava-se o valor de R^2 das equações resultantes a cada alteração feita nos limites da população de referência. A população de referência finalmente adotada seria aquela para a qual tivesse sido registrado o maior valor R^2 da equação ajustada.

3.9 Avaliação dos métodos de cálculo da DRIS

Para cada conjunto de dados de talhões e teares foliares dos nutrientes, foram testados 12 combinações de métodos de determinação das normas e índices DRIS, os quais foram descritos anteriormente e estão resumidos a seguir.

Escolha da ordem da razão dos nutrientes:

Valor F (Letzsch, 1984)

Valor r (Proposto neste trabalho)

Cálculo das funções das razões dos nutrientes:

Beaufils (1973)

Jones (1981)

Elwali & Gascho (1984)

Somatório das funções das razões dos nutrientes:

DRIS (Beaufils, 1973)

M-DRIS (Walworth et al., 1986; Hallmark et al., 1987)

Da mesma forma como foi feito para a definição das populações de referência, os valores de IBN foram relacionados com os valores da variável produtiva em gráfico, no sistema de pré-validação das normas, obtendo-se o coeficiente de determinação (R^2) da equação de regressão melhor ajustada.

Os valores de R^2 de cada combinação de métodos foram tabulados e analisados estatisticamente segundo esquema fatorial $2 \times 3 \times 2$, com 9 blocos. Os blocos corresponderam aos bancos de dados resultantes das combinações entre época de amostragem foliar e época de avaliação da variável resposta ao estado nutricional. Esta análise foi realizada tanto para o cultivar Catuaí Amarelo, como para a cultivar Mundo Novo. Realizou-se a análise de variância e o teste de Tukey, para verificação do efeito individual e das interações entre os métodos de cálculo sobre os valores R^2 resultantes do sistema de pré-validação.

3.10 Definição das normas DRIS

Para cada época de mostragem de folhas (Dezembro/96, Fevereiro, Abril e Julho/97) foram estabelecidas uma ou mais populações de referência, de acordo com o número de épocas ou períodos de avaliação vegetativa, conforme está detalhado na Tabela 3.

Para cada uma das combinações de época de amostragem foliar vs. época de classificação da população de referência, apresentadas na Tabela 3, foram calculadas as normas e os índices nutricionais pela melhor combinação de métodos de cálculo do DRIS. Foram determinados os valores de R^2 das equações de regressão entre IBN e a variável vegetativa, no sistema de pré-validação das normas DRIS.

Para cada época de amostragem foliar, adotou-se a época de classificação da população de referência que apresentou equação de regressão com o maior valor R^2 . As normas DRIS assim definidas para cada época de mostragem, e para cada cultivar, foram consideradas agronomicamente aceitas e aplicáveis desde que o valor de R^2 da equação ajustada fosse maior que o mínimo estabelecido arbitrariamente de 0,35.

O banco de dados e todos os cálculos deste trabalho foram realizados em planilhas eletrônicas do software Microsoft Excel para Windows 95 v7.0 (Microsoft Corporation, 1995). Algumas figuras foram elaboradas no software Harvard F/X v1.10 (Software Publishing Corporation, 1994), e a edição final do trabalho foi realizada no software Microsoft Word para Windows 95 v7.0 (Microsoft Corporation, 1995b).

Tabela 3. Combinações entre épocas de amostragem foliar e épocas de classificação da população de referência.

ÉPOCA DE AMOSTRAGEM FOLIAR	ÉPOCA DE CLASSIFICAÇÃO DA POPULAÇÃO DE REFERÊNCIA	
	Variável vegetativa de determinação em um período de tempo	Variável vegetativa de determinação pontual no tempo
Dezembro/96	Fevereiro/97 a Abril/97	Fevereiro/97
	Fevereiro/97 a Julho/97	Abril/97
	Abril/97 a Julho/97	Julho/97
Fevereiro/97	Fevereiro/97 a Abril/97	Fevereiro/97
	Fevereiro/97 a Julho/97	Abril/97
	Abril/97 a Julho/97	Julho/97
Abril/97	Abril/97 a Julho/97	Abril/97
		Julho/97
Julho/97	Abril/97 a Julho/97	Julho/97

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Definição da melhor variável vegetativa do ramo

Através dos coeficientes de correlação entre **as variáveis** vegetativas estudadas, e partindo do **pressuposto que TI e CIP são as causas morfo-fisiológicas primárias** de todas as demais variáveis, elaborou-se o **esquema de relações** de causa e efeito entre **as variáveis** correspondentes às medidas de comprimento e massa do ramo (Figura 3), que são discutidas a seguir.

Medidas de comprimento - De acordo com a Figura 3, a TC é o resultado final da ação conjunta e independente de 2 fatores anteriores, TI ($r=0,70$) e CIP ($r=0,74$), ou seja, **quanto mais internódios** forem produzidos (TI), e **quanto mais longos** forem eles (CIP), **mais longo será o ramo (TC)**. A certeza da independência **entre TI e CIP** é dada pela **baixa de correlação** entre ámbos ($r=0,05$).

Medidas de massa - *Ainda* na Figura 3, a TM é o resultado final da ação conjunta da TC ($r=0,71$) e da TME ($r=0,72$), ou seja, **quanto mais longo (TC) e espesso (TME) for um ramo, maior será a sua massa (TM)**. A TC e a TME **não são totalmente independentes** ($r=0,45$) pois com o **alongamento** do ramo sempre haverá um **correspondente crescimento em diâmetro** do seu respectivo caule, **em** magnitude variável. Esta característica ocorre pois para cada novo par de folhas, ou novo internódio, **um novo anel de feixes vasculares** forma-se ao longo do ramo. Por isso, a TME está mais ligada à TI ($r=0,41$) que ao CIP ($r=0,23$).

As variáveis que correspondem às relações entre as medidas de comprimento e massa, são discutidas com base na Tabela 4. A relação TC/TME não é afetada por TI ($r=0,01$), pois, de acordo com o sistema de causas e efeitos da Figura 3, um aumento na TI resulta em aumentos de magnitude similar tanto na TC como na TME ($r=0,70$ e $r=0,41$, respectivamente). Sobre a relação TC/TM, a TM ($r=0,621$) exerce maior influência do que a TC ($r=-0,15$). O peso da TM sobre a relação TC/TM é confirmado pelo coeficiente de correlação entre a relação TC/TM e a TME ($r=-0,57$). A TC, para ser considerada causa importante sobre TC/TM, deveria ter apresentado, ao menos, coeficiente de correlação positivo. no entanto resultou em $r=-0,15$. Se a relação TC/TM fosse integrada no tempo, ao longo do período após a poda, obter-se-ia uma aproximação da relação C/M, existindo por isso alta correlação entre ambos ($r=0,95$).

Uma vez estabelecidas as relações de causa e efeito entre as variáveis vegetativas do ramo do *cafeiro*, definiram-se as faixas conceitualmente desejáveis dos valores de cada uma, as quais estão discutidas abaixo e resumidas na Tabela 5.

Conforme já fora justificado, partindo do nível de causa mais primário, os valores desejáveis da TI devem enquadrar-se em uma faixa máxima, e os de CIP, em uma faixa intermediária. Os valores desejáveis da TC, que esta sob influência de TI (valores desejáveis máximos) e CIP (valores desejáveis intermediários), deverão estar dentro de faixas intermediárias. A TME, estando fisiologicamente relacionada à TI, que tem valores desejáveis na faixa máxima, deverá ter consequentemente seus valores ideais também numa faixa máxima. O mesmo irá ocorrer para a TM, que sob a principal influência de TME deverá ter valores ideais na faixa máxima. Os valores de TC/TME, TC/TM e C/M ideais deverão estar numa faixa intermediária, já que estão sob efeito de TC e TM, com faixa ideal intermediária e máxima, respectivamente.

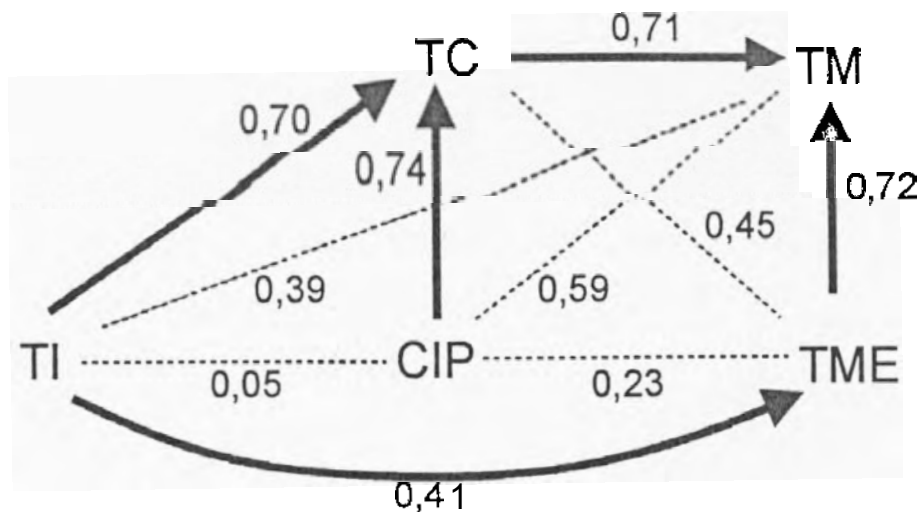


Figura 3. Relações de causa e efeito entre variáveis vegetativas do ramo do cafeeiro. Valores correspondem ao coeficiente de correlação (r). Linhas com flecha indicam relação causa → efeito direta.

TI - Tara média diária de lançamento de internódios do ramo ($\text{internódios l}^{\circ} \text{ ramo}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)

TM - Taxa média diária de aumento da massa da matéria seca do ramo ($\text{mg ramo}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)

TC - Tara média diária de aumento do comprimento do ramo ($\text{mm ramo}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)

CIP - Comprimento médio dos internódios gerados no período ($\text{mm internódio}^{-1}$)

TME - Taxa média diária de aumento da massa específica do ramo ($\mu\text{g cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)

Tabela 4. Coeficientes de correlação entre variáveis vegetativas do ramo do cafeeiro. Dados referentes ao período entre Fevereiro/97 e Julho/97, para todos os cultivares. (n = 117)

VARIÁVEIS *	TI	TM	TC	CIP	TME	TC/TME	TC/TM
TM	0,39						
TC	0,70	0,71					
CIP	0,05	0,59	0,74				
TME	0,41	0,72	0,45	0,23			
TC/TME	0,01	-0,20	0,19	0,28	-0,68		
TC/TM	0,06	-0,62	-0,15	-0,25	-0,57	0,52	
C/M	-0,15	-0,70	-0,28	-0,24	-0,66	0,51	0,95

*) Variáveis vegetativas do ramo do cafeeiro:

TI - Taxa média diária de lançamento de internódios do ramo ($\text{internódios } 10^{-3} \text{ ramo}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)

TM - Taxa média diária de aumento da massa da matéria seca do ramo ($\text{mg ramo}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)

TC - Taxa média diária de aumento da comprimento do ramo ($\text{mm ramo}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)

CIP - Comprimento média dos internódios gerados no período ($\text{mm internódio}^{-1}$)

TME - Taxa média diária de aumento da massa específica do ramo ($\mu\text{g cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)

TC/TME - Razão entre a taxa média diária de aumento do comprimento e a taxa média diária de aumento da massa específica do ramo ($\text{cm}^2 \text{ ramo}^{-1} \mu\text{g}^{-1}$)

TC/TM - Razão entre taxa média diária de aumento do comprimento e taxa média diária de aumento da massa do ramo (mm g^{-1})

C/M - Comprimento específico do ramo (mm g^{-1})

Tabela 5. Faixas conceituais de valores das variáveis vegetativas. maximizadoras do potencial de produção de grãos no ramo do cafeeiro.

VARIÁVEIS *	CONCEITO
TI	Faixa de valores máximos
CIP	Faixa de valores intermediários
TC	Faixa de valores intermediários
TME	Faixa de valores máximos
TM	Faixa de valores máximos
TC/TM	Faixa de valores intermediários
TC/TME	Faixa de valores intermediários
C/M	Faixa de valores intermediários

*) Variáveis vegetativas do ramo do cafeeiro:

TI - Taxa média diária de lançamento de internódios do ramo (internódios 10^3 ramo⁻¹ dia⁻¹)

TM - Taxa média diária de aumento da massa da matéria seca do ramo (mg ramo⁻¹ dia⁻¹)

TC - Taxa média diária de aumento do comprimento do ramo (mm ramo⁻¹ dia⁻¹)

CIP - Comprimento médio dos internódios gerados no período (mm internódio⁻¹)

TME - Taxa média diária de aumento da massa específica do ramo ($\mu\text{g cm}^{-1}$ dia⁻¹)

TC/TME - Razão entre a taxa média diária de aumento do comprimento e a taxa média diária de aumento da massa específica do ramo ($\text{cm}^2 \text{ ramo}^{-1} \mu\text{g}^{-1}$)

TC/TM - Razão entre taxa média diária de aumento do comprimento e taxa média diária de aumento da massa do ramo (mm g⁻¹)

C/M - Comprimento específico do ramo (mm g⁻¹)

De acordo com as relações de causa e efeito, e com as faixas de valores desejáveis estabelecidas, a variável vegetativa que melhor reúne e expressa características determinantes do potencial produtivo do ramo, e o comprimento específico do ramo (C/M, mm g⁻¹), conforme justifica-se a seguir.

De acordo com a Figura 3, um aumento na TI resulta num aumento tanto na TC (r=0,70) como na TME (r=0,41). O aumento na TME por sua vez, provoca variação direta na TM (r=0,72). Portanto, variações nos valores da TI provocam variações positivas tanto na TC como na TM, logo, pouco afetam os valores das relações TC/TM e C/M.

Entretanto, a variável básica que tem o maior poder de desbalancear as relações TC/TM e C/M é o CIP. Este afeta substancialmente a TC (r=0,74) e pouco a TME (r=0,23). A influência maior do CIP do que da TI sobre as relações TC/TM e C/M, é comprovada pelos coeficientes de correlação: para TI vs. TC/TM e TI vs. C/M, r é igual a 0,06 e -0,15, respectivamente; mas para CIP vs. TC/TM e CIP vs. CM, r é igual a -0,25 e -0,24, respectivamente.

Estas correlações indicam que ramos com as relações C/M ou TC/TM dentro da faixa de valores desejável (faixa de dor e s intermediária), possivelmente apresentarão TI, CIP e TME dentro de valores desejáveis. Em outras palavras, estes ramos deverão apresentar internódios numerosos, espessos e de comprimento intermediário, possibilitando melhor eficiência fotossintética e otimização da partição dos fotossintetatos, logo, inflorescências e frutos em maior numero e vigor, portanto, produtividade potencial do ramo maximizada.

Com a necessidade de escolher-se apenas uma variável vegetativa, a relação C/M apresentou uma importante vantagem de ordem prática sobre a relação TC/TM: sua determinação é pontual no tempo, ao passo que para obter TC/TM são necessárias determinações iniciais e finais de um período.

4.2 Avaliação dos métodos de cálculo do DRIS

Os valores de R^2 resultantes das equações ajustadas entre os valores de IBN e da relação C/M, do sistema de pré-validação, estão apresentados na Tabela 6, para o cultivar Catuai Amarelo, e Tabela 7, para o cultivar Mundo Novo.

Em virtude dos baixos valores de R^2 para o cultivar Mundo Novo, realizou-se a análise de variância dos dados apenas para o cultivar Catuai Amarelo. O quadro resumido da análise de variância está apresentado na Tabela E.

Tabela 6. Valores de R² das equações de regressão ajustadas entre os valores IBN e C/M, para combinações de métodos de cálculo das normas (Razões) e índices DRIS (Funções e Somatórios), e para combinações entre épocas de amostragem foliar (Teores) e de classificação da população de referência (C/M). Café cv. Catuai Amarelo, n=32.

RAZÕES		Valor F						Valor r					
FUNÇÕES		Jones (N81)		Beaufils (1973)		E. & G. (1984)		Jones (1981)		Beaufils (1973)		E. & G. (1984)	
SOMATÓRIOS		M-dris	dris	M-dris	dris	M-dris	dris	M-dris	dris	M-dris	dris	M-dris	dris
TEORES		C/M											
Dez./96	Fev./97	0,52	0,46	0,49	0,43	0,47	0,41	<u>0,71</u>	0,68	0,34	0,28	0,32	0,26
	Abr./97	0,01	0,00	0,04	0,03	0,04	0,03	0,19	0,18	0,02	0,01	0,01	0,00
	Jul./97	0,07	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,35	0,30	0,02	0,04	0,02	0,03
Fev./97	Fev./97	0,13	0,11	0,06	0,06	0,06	0,04	0,18	0,16	0,00	0,00	0,00	0,01
	Abr./97	0,28	0,29	0,31	0,31	0,32	0,33	0,37	0,37	0,36	0,37	0,35	0,36
	Jul./97	0,60	0,61	0,58	0,58	0,61	0,60	<u>0,65</u>	0,66	0,60	0,61	0,56	0,55
Abr./97	Abr./97	0,65	0,65	0,51	0,51	0,43	0,40	0,53	0,52	0,45	0,43	0,46	0,40
	Jul./97	0,77	0,76	0,43	0,43	0,37	0,37	<u>0,74</u>	0,73	0,48	0,49	0,42	0,44
Jul./97	Jul./97	0,00	0,01	0,06	0,07	0,06	0,07	0,11	0,13	0,05	0,06	0,05	0,06

IBN: Índice de Balanço Nutricional; C/M: Comprimento Específico do Ramo (mm g⁻¹); Valores sublinhados: melhor combinação de métodos de cálculo e bancos de dados.

Tabela 7. Valores de R² das equações de regressão ajustadas entre os valores IBN e C/M, para combinações de métodos de cálculo das normas (Razões) e índices DRIS (Funções e Somatórios), e para combinações de épocas de amostragem foliar (Teores) e de classificação da população de referência (C/M). Café cv. Mundo Novo, n=75.

RAZÕES		Valor F						Valor r					
FUNÇÕES		Jones (1981)		Beaufils (1973)		E. & G. (1984)		Jones (1981)		Beaufils (1973)		E. & G. (1984)	
SOMATÓRIOS		<u>M</u> - <u>d</u> - <u>r</u> - <u>i</u> - <u>s</u>	<u>D</u> - <u>r</u> - <u>i</u> - <u>s</u>	<u>M</u> - <u>d</u> - <u>r</u> - <u>i</u> - <u>s</u>	<u>D</u> - <u>r</u> - <u>i</u> - <u>s</u>	<u>M</u> - <u>d</u> - <u>r</u> - <u>i</u> - <u>s</u>	<u>D</u> - <u>r</u> - <u>i</u> - <u>s</u>	<u>M</u> - <u>d</u> - <u>r</u> - <u>i</u> - <u>s</u>	<u>D</u> - <u>r</u> - <u>i</u> - <u>s</u>	<u>M</u> - <u>d</u> - <u>r</u> - <u>i</u> - <u>s</u>	<u>D</u> - <u>r</u> - <u>i</u> - <u>s</u>	<u>M</u> - <u>d</u> - <u>r</u> - <u>i</u> - <u>s</u>	<u>D</u> - <u>r</u> - <u>i</u> - <u>s</u>
TEORES		C/M						C/M					
Dez./96	Fev./97	0,12	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,12	0,11	0,01	0,01	0,01
Abr./97	Abr./97	0,06	0,04	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,09	0,08	0,05	0,05	0,05
Jul./97	Jul./97	0,33	0,32	0,21	0,21	0,17	0,15	0,15	<u>0,39</u>	0,34	0,26	0,23	0,22
Fev./97	Fev./97	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,0	0,0	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00
Abr./97	Abr./97	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,0	0,0	0,00	0,00	0,02	0,03	0,01
Jul./97	Jul./97	0,07	0,08	0,05	0,05	0,01	0,0	0,0	0,07	0,07	0,04	0,03	0,05
Abr./97	Abr./97	0,03	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01
Jul./97	Jul./97	0,03	0,03	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03
Jul./97	Jul./97	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01

IBN: Índice de Balanço Nutricional; C/M: Comprimento Específico do Ramo (mm g⁻¹); Valores sublinhados e em negrito: melhor combinação de métodos de cálculo e bancos de dados.

Tabela 8. Análise de variância para os metodos de cálculo das normas e índices DRIS. Base de dados do café cultivar Catuaí Amarelo,

MÉTODOS DE CÁLCULO DAS NORMAS E ÍNDICES DRIS	NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA (%)
Razões	16,33
Funções	0,01
Somatórios	51,10
Razões * Funções	0,15
Razões * Somatórios	95,43
Funções * Somatórios	97,03
Razões * Funções * Somatórios	100,00

Constata-se pela Tabela S, considerando-se o nível máximo de significância igual a 5 %, que não houve efeito individual dos métodos para a escolha da ordem da razão do par de nutrientes (Razões). Nem tampouco houve efeito individual dos métodos de somatório das funções das razões (Somatórios). Efeito individual houve apenas para os métodos de cálculo das funções das razões (Funções). O método de Jones (1981) foi superior aos métodos de Beaufils (1973) e Elwali & Gascho (1984), que foram iguais entre si.

Houve porem, interação entre os metodos de escolha da ordem das razões e os métodos de cálculo das funções das razões. Os testes de média desta interação são apresentados na Tabela 9. Normas DRIS determinadas através do critério do Valor r, aplicadas ao cálculo das funções pelo método de Jones (1981), proporcionaram os resultados de IBN que melhor correspondem com o comprimento específico dos ramos (C/M).

Tabela 9. Comparação das médias de R do sistema de pré-validação, gerados pelos métodos do Valor r e Valor F para a escolha da ordem das razões de pares de nutrientes, dentro de cada método de cálculo das funções.

ESCOLHA DA ORDEM DA RAZÃO DOS NUTRIENTES PARA AS NORMAS		
CÁLCULO DAS FUNÇÕES DAS RAZÕES	Valor r	Valor F (Letzsch, 1985)
Jones (1981)	A 0,422	B 0,329
Beaufils (1973)	B 0,257	B 0,274
Elwali & Gascho (1984)	B 0,240	B 0,258

OBS) Médias na linha acompanhadas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1%.

Em concordância com o que foi relatado por Bataglia & Santos (1990), os métodos de Beaufils (1973) e Elwali & Gascho (1984) apresentaram resultados semelhantes entre si. O que não foi relatado por estes autores é que o método de Jones (1981) foi superior aos demais. Os mesmos autores também constataram que o método de Sones (1981) mostrou-se muito dependente da ordem da razão de cada par de nutrientes. Isto pôde ser melhor comprovado aqui, pelo fato de que apenas para o cálculo das funções através do método de Jones (1981) é que houve diferença entre o método do Valor r e o Valor F, que interferem na ordem da razão dos nutrientes.

Dos resultados extrai-se que a método de Jones (1981) deve ser utilizado para o cálculo das funções das razões dos nutrientes, e que se a este método forem aplicadas normas DRIS obtidas pelo critério do Valor r, a acurácia dos índices pode ser significativamente melhorada.

Como não houve efeito do método de somatório das funções das razões dos nutrientes (DRIS ou M-DRIS), a decisão por adotar um ou outro passa a ser a quantidade e utilidade das informações geradas em cada um. Neste aspecto, o método M-DRIS apresenta vantagem por gerar, além dos índices dos nutrientes, o índice de matéria seca (I_{MS}).

4.3 Definição das normas DRIS

Para fazer a opção por uma única norma para cada época de amostragem foliar, avaliaram-se os valores de R^2 da Tabela 6 e Tabela 7. Consideraram-se apenas os valores da coluna resultante da combinação dos métodos do Valor r , Jones (1981) e M-DRIS. Para cada época de amostragem foliar foram aceitas como aplicáveis as normas que resultaram no maior R^2 , desde que este valor estivesse acima de limite inferior de 0,35, arbitrariamente estabelecido. Estes valores estão destacados nestas duas tabelas (sublinhados e em negrito), e estão resumidos na Tabela 10. Poderão ser prontamente utilizadas as normas DRIS definidas em Dezembro, Fevereiro e Abril, para o cultivar Catuaí Amarelo, e as definidas em Dezembro, para o cultivar Mundo Novo.

Os gráficos correspondentes aos valores R^2 da Tabela 10 estão apresentados a seguir (Figura 4, Figura 5, Figura 6 e Figura 7). As normas definidas para cada uma destas situações estão apresentadas na Tabela 11, Tabela 12, Tabela 13 e Tabela 14. Os teores foliares dos nutrientes das populações de referência e não referência estão na Tabela 15, Tabela 16, Tabela 17 e Tabela 18. E os índices M-DRIS, inclusive o IBN, usado para gerar os gráficos, estão na Tabela 19, Tabela 20, Tabela 21 e Tabela 22.

Tabela 10. Cultivares e épocas de amostragem cujos valores R^2 das equações de regressão entre IBN e C/M foram maiores que 0,35.

CULTIVAR	ÉPOCA DE AMOSTRAGEM FOLIAR	ÉPOCA DE AVALIAÇÃO DOS VALORES C/M PARA A CLASSIFICAÇÃO DA POPULAÇÃO DE REFERÊNCIA	VALOR R^2 DA EQUAÇÃO DE REGRESSÃO ENTRE IBN E C/M ¹
Catuai A	Dezembro	Fevereiro	0,71
Catuai A	Fevereiro	Julho	0,65
Catuai A.	Abril	Julho	0,74
Mundo N.	Dezembro	Julho	0,39

¹ IBN = Índice de Balanço Nutricional; C/M = comprimento específico do ramo (mm g⁻¹ MS).

Os gráficos de pré-validação das nomas DRIS foram elaborados através da correspondência entre valores do IBN e do comprimento específico do ramo (C/M, mm g⁻¹ MS). Os valores do IBN foram calculados para todas as amostras da população, incluindo as populações de referência e não referência (Tabela 19, Tabela 20, Tabela 21 e Tabela 223). Os gráficos foram divididos em três classes de valores do comprimento específico do ramo: uma faixa intermediária, correspondente à população de referência, e duas faixas extremas, correspondentes à população não referência. O fato das melhores populações de referência terem sido aquelas de uma faixa intermediária de valores de comprimento específico do ramo, vem a confirmar o que foi previsto na Tabela 5, onde estabeleceu-se que os valores desejáveis desta variável estariam dentro de uma faixa intermediária.

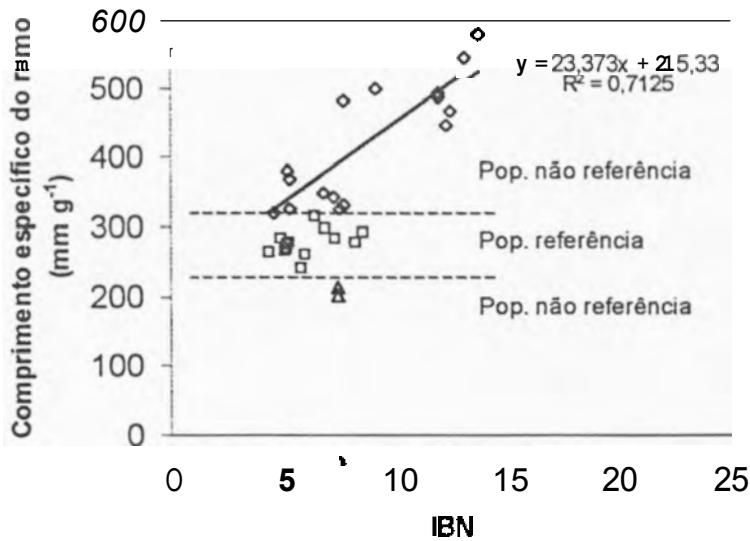


Figura 4. Pré-validação das normas DRIS para o café cv. Catuaí Amarelo, mês de Dezembro/96. A equação de regressão corresponde às observações da população não referência acima da população referência.

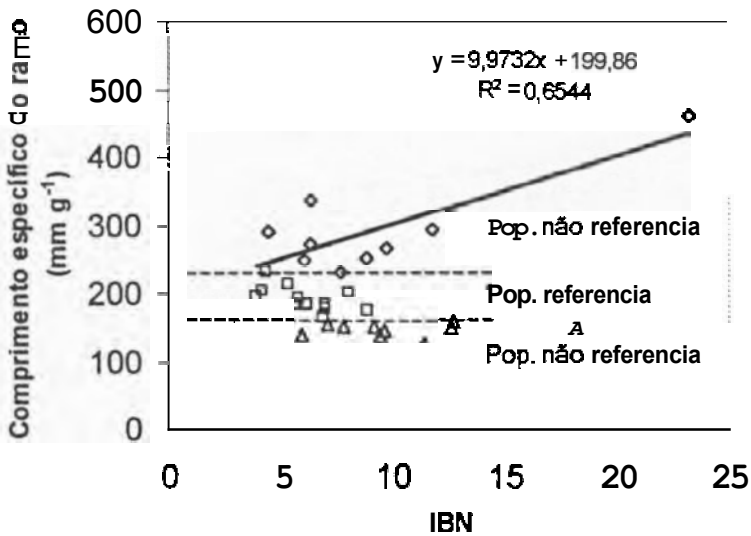


Figura 5. Pré-validação das normas DRIS para o café cv. Catuaí Amarelo, mês de Fevereiro/97. A equação de regressão corresponde às observações da população não referência acima da população referência.

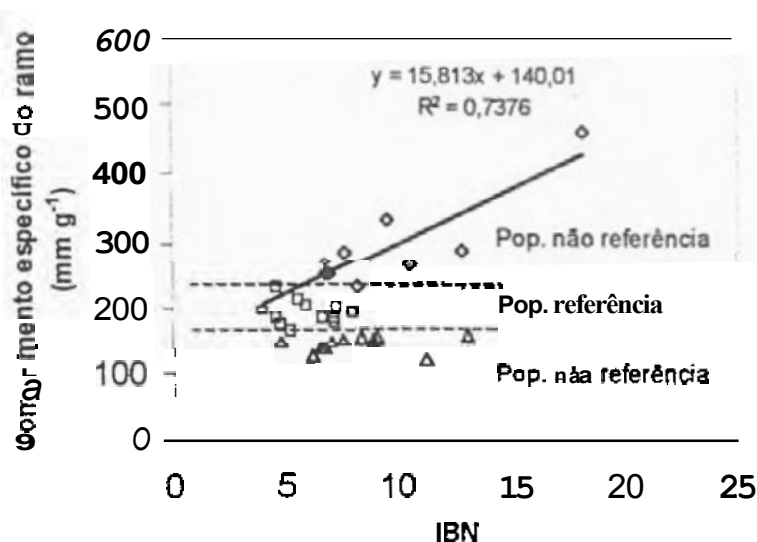


Figura 6. Pré-validação das normas DRIS para o café cv. Catuai Amarelo, mês de Abril/97. A equação de regressão corresponde às observações da população não referência acima da população referência.

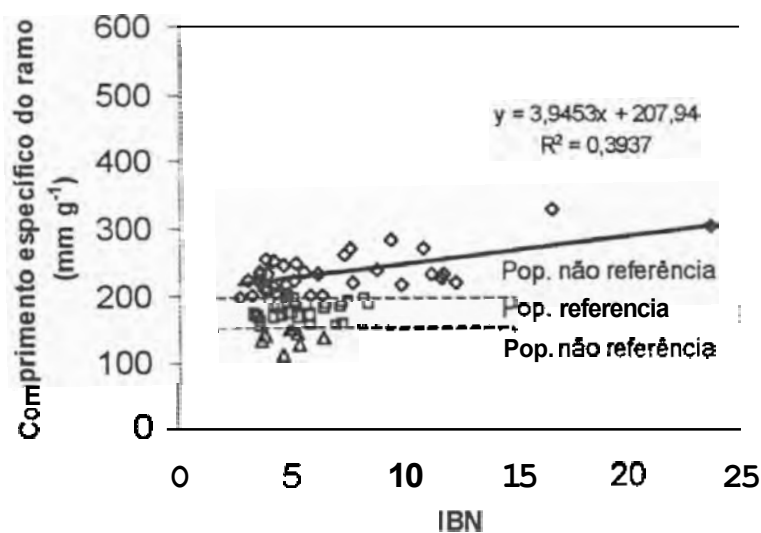


Figura 7. Pré-validação das normas DRIS para o café cv. Mundo Novo, mês de Dezembro/96. A equação de regressão corresponde às observações da população não referência acima da população referência.

De acordo com a Tabela 6 e Tabela 7, as normas DRIS de Julho não foram pré-validadas para qualquer dos dois cultivares. Isto confirma o efeito maior das causas não nutricionais sobre o desenvolvimento vegetativo, nesta época do ano. Estas causas compreendem particularmente fatores climáticos. Nesta época ocorrem temperaturas mais baixas, fotoperíodo mais curto e menor precipitação pluviométrica. Além disso, há um outro fator importante: os teores foliares e a resposta vegetativa (comprimento específico do ramo) foram avaliados no mesmo dia. A resposta da planta ao estado nutricional não é instantânea, por isso, os teores foliares de Julho deveriam ter sido classificados com uma avaliação dos ramos de uma época posterior.

Nota-se pela Tabela 6 e Tabela 7, que salvo poucas exceções, existe a tendência de que quanto mais curto o espaço de tempo entre a coleta da amostra foliar e a avaliação da resposta da planta, menor a correspondência entre estas variáveis. De fato, em nenhuma das épocas de amostragem foliar a melhor população de referência foi determinada pelos valores C/M da mesma época.

Para o cultivar Mundo Novo foram pré-validadas um menos número de normas (Dezembro) que para o cultivar Catuaí Amarelo (Dezembro, Fevereiro e Abril). Para este fato levantam-se duas possibilidades. A primeira delas é que o cultivar Mundo Novo possa ser mais tolerante que o cultivar Catuaí Amarelo às variações da fertilidade do solo. E a segunda, é o fato de que os talhões do cultivar Mundo Novo estariam localizados, em sua maioria, nas propriedades com nível tecnológico mais elevado, diminuindo as chances de apresentarem desordens nutricionais.

Pelos gráficos de pré-validação (Figura 4, Figura 5, Figura 6 e Figura 7) nota-se que os ramos de alto comprimento específico começam a ocorrer com maior frequência a partir de valores IBN maiores que 8. Este limite inferior pode ser arbitrariamente estabelecido pela avaliação visual dos gráficos. Em todos estes gráficos existem, no entanto, observações de ramos com alto comprimento específico, mas que apresentam IBN menor que 8. A este comportamento podem ser atribuídas causas não nutricionais,

tais como o sombreamento, provocado por quebra-ventos inadequados, e desfolhas excessivas, provocadas por descuidos no manejo fitossanitário.

Às observações de ramos com baixo comprimento específico do ramo e valor IBN menor que 8, também podem ser atribuídas causas não nutricionais, como falhas na execução da poda. Neste caso, ramos suporte muito longos, per exemplo, podem competir com grande intensidade por açúcares solúveis do sistema de fontes e drenos, desfavorecendo o alongamento dos internódios dos ramos novos.

A qualidade, mais que a quantidade de observações, parece ser a característica mais importante de uma base de dados que contém a população de referência. No presente estudo, a população de talhões de café que deu origem à normas DRIS é reduzida, 12 para o cv. Catuaí Amarelo, e 32 para o cv. Mundo Novo. Da mesma forma, Walworth et al. (1988) demonstraram que normas DRIS desenvolvidas a partir de 10 observações de milho, cultivado a campo, com produtividade acima de 18 Mg ha⁻¹, form melhores que normas provenientes de bases de dados maiores.

A separação das populações de talhões pelo critério do cultivar contribuiu para a determinação de normas DRIS mais precisas. Para ilustrar, na Figura 8 e Figura 9 são aplicadas normas DRIS de um cultivar a teores foliares de outro. Na Figura 8 observa-se que normas DRIS do cv. Catuaí Amarelo, de Dezembro, aplicadas a teores foliares de talhões do cv. Mundo Novo, da população não referência também de Dezembro, superestimaram os valores de IBN, se comparado ao seu gráfico original da Figura 7. O valor R² da equação de regressão baixou de 0,39 para 0,31. Com a inversão dos cultivares, na Figura 9, normas DRIS do cv. Mundo Novo, de Dezembro, aplicadas a teores foliares do cv. Catuaí Amarelo, por sua vez, subestimaram os valores de IBN, se comparado à situação original da Figura 4. Neste caso, o valor de R² da equação ajustada baixou de 0,71 para 0,46. Ao que os resultados indicam, normas gerais envolvendo estes dois cultivares ao mesmo tempo, acarretariam em prejuízo à acurácia do diagnóstico.

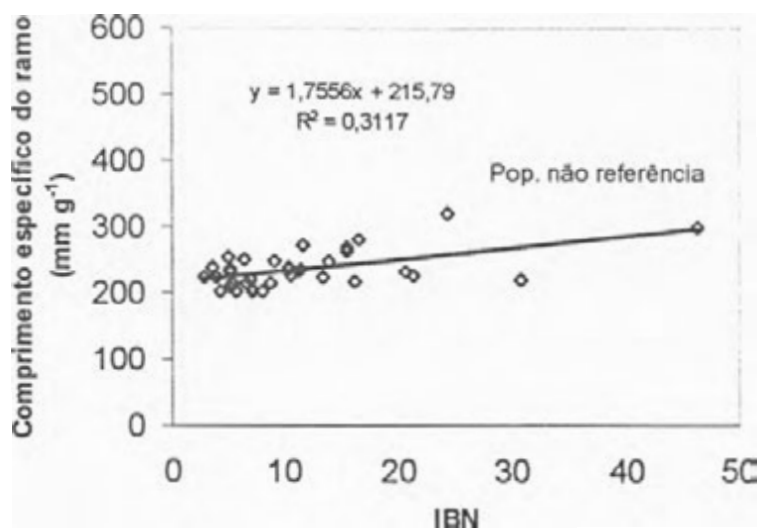


Figura 8. Pré-validação das normas DRIS do cv. Catuaí Amarelo, de Dezembro, aplicadas a teores foliares de talhões não referência do cv. Mundo Novo, também de Dezembro.

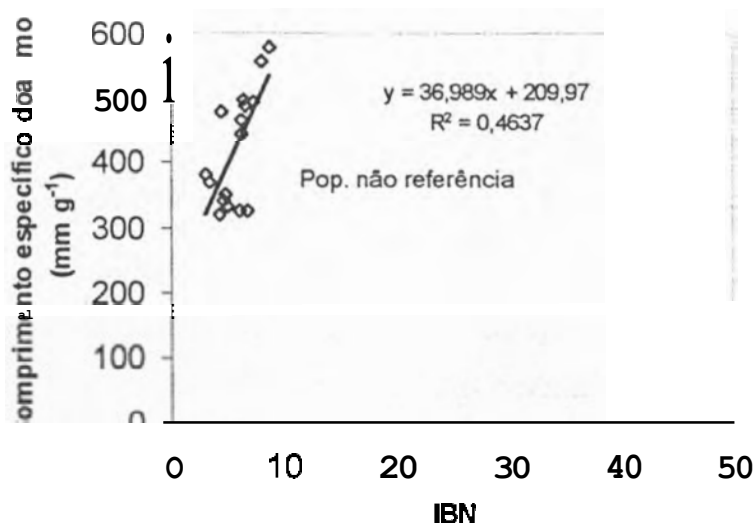


Figura 9. Pré-validação das normas DRIS do cv. Mundo Novo, de Dezembro, aplicadas a teores foliares de talhões não referência do cv. Catuaí Amarelo, também de Dezembro.

Para o cultivar Catuai Amarelo, observou-se dois **periodos** nutricionais distintos durante o ano vegetativo. O primeiro vai **desde** a poda **até** aproximadamente Dezembro, e o **segundo começa a partir** de Fevereiro, **até** o inverno. **As** normas DRIS definidas para Dezembro, **aplicadas a teores foliares de** Fevereiro, resultaram em valores IBN **que não tiveram** correspondência com o comprimento específico do ramo ($R^2=0,10$). Já para o **segundo periodo** nutricional, normas DRIS de Abril aplicaram-se bem a teores foliares de Fevereiro ($R^2=0,67$, Figura 11), e vice-versa ($R^2=0,88$, Figura 10). Para **verificar a** similaridade da ~~obtido~~ **estes** resultados **devem ser** comparados aos da Figura 5 e Figura 6, correspondente à **pré-validação original** dos meses de Fevereiro e Abril, respectivamente.

A distinção dos **dois periodos** nutricionais também pode **ser** constatada ~~se~~ forem observados os **teores foliares** do mês de Dezembro (Tabela 15), **onde os teores de K**, por exemplo, aproximam-se do dobro **em relação aos** meses de Fevereiro (Tabela 16) e Abril (Tabela 17).

Sugere-se, portanto, **que o diagnóstico** nas fases **iniciais da pós poda**, até aproximadamente o mês de Dezembro, **deva ser** feito com normas para o mês de Dezembro. **E a diagnose em periodos** posteriores, até Abril, aproximadamente, **pode ser feita** com as normas apenas de Fevereiro.

Para o cultivar Mundo Novo, **seguindo o** comportamento **observado no cultivar Catuai Amarelo**, as **normas DRIS** de Dezembro deverão **ser aplicadas a amostragens** feitas próximo a esta época. Normas DRIS **para épocas** posteriores terão ainda de ser definidas.

As normas DRIS aqui definidas, **possivelmente poderio** ser utilizadas **em outras situações**, como **em cafeeiros jovens**, antes **da sua** primeira **grande safra**, sem que tenham sido submetidos a podas. **A esta situação**, considera-se que as normas de Fevereiro e Abril possam ser validadas. Outra **situação** à qual as normas **possivelmente poderiam** ser aplicadas, **são a cafeeiros submetidos a podas** drásticas do tronco, onde é eliminada a copa quase por completo, **poda** chamada de **recepta**. **A esta situação**, por **envolver a**

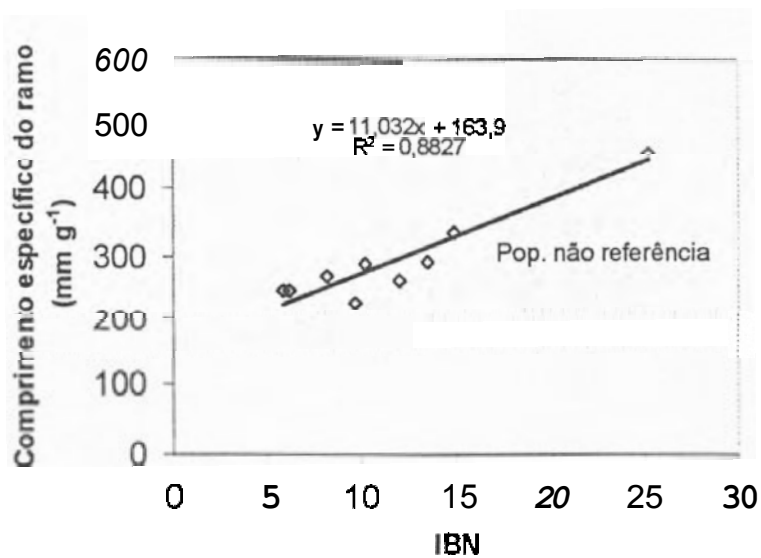


Figura 10. Pré-validação das normas DRIS de Fevereiro, aplicadas a teores foliares de Abril, para o cultivar Catuaí Amarelo.

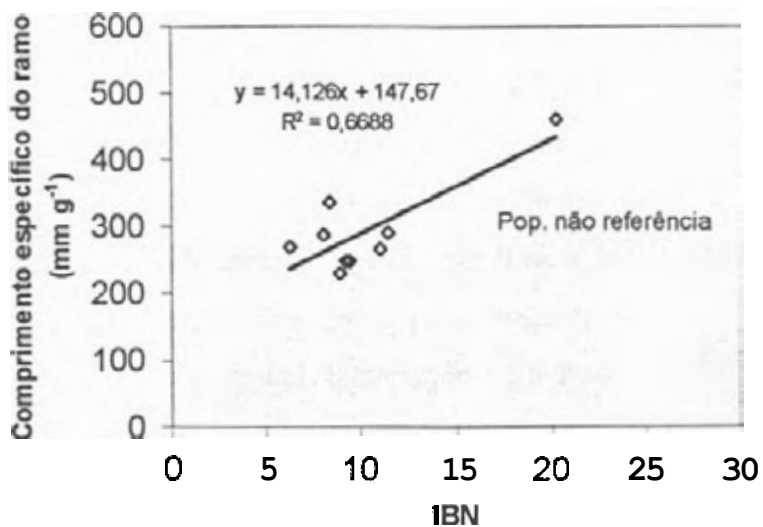


Figura 11. Pré-validação das normas DRIS de Abril, aplicadas a teores foliares de Fevereiro, para o cultivar Catuaí Amarelo.

reciclagem dos nutrientes, possivelmente todas as normas poderão ser utilizadas, de acordo com a época do ano e o tempo decorrido após a poda. Estas normas DRIS, contudo, devem ser cuidadosamente submetidas à validação, antes de seu uso em situações diferentes àquelas do presente trabalho.

As normas apresentadas na Tabela 11, Tabela 12, Tabela 13 e Tabela 14, são consideradas prontamente utilizáveis, mas para isso deverão ser obedecidos os seguintes critérios de amostragem e cálculo dos índices DRIS. Os teores foliares dos nutrientes submetidos a estas normas deverão ser de amostras coletadas no ano vegetativo, de ramos de *cafeeiros* submetidos à poda tipo esqueletamento. Devem ser seguidos os respectivos cultivares e épocas aproximadas para as quais as normas foram estabelecidas. Devem ser coletados o 2º e o 3º pares de folhas totalmente expandidas, contadas a partir do ápice do ramo, à meia altura da copa, de aproximadamente 25 plantas par talhão. Os teores de N, P, K, Ca, Mg e S devem estar em g kg^{-1} , e os teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn, em mg kg^{-1} . As funções das razões dos nutrientes deverão ser calculadas pelo método de Jones (1981). O somatório das funções poderá ser calculado tanto pelo método DRIS como pelo M-DRIS.

Nas mesmas tabelas onde constam as normas DRIS (Tabela 11, Tabela 12, Tabela 13 e Tabela 14), são apresentados os valores do coeficiente de correlação (r) entre a razão de cada par de nutrientes (A/B ou B/A) e o comprimento específico do ramo ($\text{C/M, mm}^{-1} \text{ g}$). Estes valores r foram determinados tendo por base a população de talhões de referência e não referencial, e são úteis para verificar a magnitude de influência de cada par de nutrientes sobre a variável produtiva, princípio do método do Valor r proposto neste estudo.

A título de observação para estudos futuros, os pares de nutrientes que apresentaram valores r absolutos maiores que 0,50, foram: 1/Ca, 1/B, B, P/Ca, Mg, K/Ca, K/B, B/K, Mg/Ca, Mg/B, Zn/Mn, Mg/N, Ca/Mn, Mg/Fe, Mg/Zn, B/N, Mg/K, Mg/Mn, B/Mn. Nota-se, na maioria destes pares de nutrientes, o envolvimento de cátions metálicos.

Tabela 11. Nomas DRIS pasa café cv. Catuaí Amarelo podado, mês de Dezembro.
(População referência n=13; População não referência n=18)

Razão ¹	r ^{**}	Média	Desvio Padrão	Razão ¹	r ^{**}	Média	Desvio Padrão
N	-0,45	32,2108	1,4026	K/B	0,53	1,0893	0,3339
1/P	0,06	0,4000	0,0335	K/Cu	-0,19	3,6541	1,9765
K	0,33	48,8462	9,6188	K/Fe	0,40	0,4992	0,1575
1/Ca	0,59	0,0835	0,0110	K/Mn	0,46	0,4194	0,1912
Mg	0,21	4,8462	0,4012	Zn/K	0,17	0,2012	0,1021
S	-0,28	1,6233	0,2606	Mg/Ca	0,63	0,4046	0,0644
1/B	0,51	0,0223	0,0047	S/Ca	0,18	0,1345	0,0229
1/Cu	-0,37	0,0747	0,0367	Ca/B	0,11	0,2713	0,0664
1/Fe	0,27	0,0102	0,0024	Ca/Cu	-0,46	0,8988	0,4286
1/Mn	0,39	0,0085	0,0031	Fe/Ca	0,26	8,5124	1,8177
Z	0,32	9,4615	4,8772	Mn/Ca	-0,23	11,2871	4,9695
P/N	0,36	0,0782	0,0064	Zn/Ca	0,45	0,7833	0,3917
K/N	0,47	1,5158	0,2952	S/Mg	-0,33	0,3373	0,0618
N/Ca	0,36	2,6813	0,3155	Mg/B	0,58	0,1072	0,0219
N/Mg	-0,49	6,6840	0,5184	Mg/Cu	-0,33	0,3541	0,1645
S/N	-0,05	0,0504	0,0078	Mg/Fe	0,31	0,0495	0,0122
N/B	0,35	0,7149	0,1412	Mg/Mn	0,43	0,0408	0,0137
N/Cu	-0,41	2,4133	1,2059	Zn/Mg	0,33	1,9124	0,8403
Fe/N	0,07	3,1876	0,6642	S/B	0,26	0,0359	0,0087
N/Mn	0,31	0,2738	0,0962	S/Cu	-0,40	0,1194	0,0612
Zn/N	0,41	0,2933	0,1491	Fe/S	0,07	64,8015	16,5403
K/P	0,36	19,4068	3,557s	S/Mn	0,35	0,0136	0,0045
P/Ca	0,54	0,2090	0,0246	Zn/S	0,42	5-88 19	2,8934
Mg/P	0,17	1,9397	0,2418	B/Cu	-0,47	3,4309	1,8218
S/P	-0,27	0,6475	0,1061	Fe/B	0,32	2,2417	0,4988
P/B	0,47	0,0560	0,0120	B/Mn	0,20	0,4046	0,1683
P/Cu	-0,36	0,1854	0,0899	Zn/B	0,49	0,1975	0,0687
P/Fe	0,26	0,0255	0,0053	Fe/Cu	-0,40	7,2937	3,5697
P/Mn	0,38	0,0216	0,0082	Cu/Mn	0,46	0,1576	0,1081
Zn/P	0,32	3,7375	1,7740	Zn/Cu	0,09	0,6084	0,2526
K/Ca	0,58	4,0528	0,9011	Fe/Mn	0,30	0,8926	0,4129
K/Mg	0,23	10,1073	2,0496	Zn/Fe	0,43	0,0923	0,0378
S/K	-0,44	0,0355	0,0122	Zn/Mn	0,53	0,0822	0,0574

¹) Unidades dm nutrientes: N, P, K, Ca, Mg e S (g kg⁻¹); B, Cu, Fe, Mn e Zn (mg kg⁻¹).

^{**}) r = coeficiente de correlação entre a razão do par de nutrientes e o comprimento específico do ramo.

Tabela 12. Normas DRIS para café cv. Catuaí Amarelo podado, mês de Fevereiro.
(População referência n=12; População não referência n=20)

Razão [*]	r ^{**}	Média	Desvio Padrão	Razão [*]	r ^{**}	Média	Desvio Padrão
N	0,09	31,8967	2,0882	K/B	0,25	0,5845	0,1169
P	0,16	1,9833	0,2034	Cu/K	-0,13	0,7406	0,1722
K	0,13	24,9417	2,3845	Fe/K	-0,26	2,4964	0,3774
Ca	0,29	7,2583	1,2114	K/Mn	0,39	0,1645	0,0777
Mg	0,60	2,8167	0,2734	K/Zn	0,38	2,4717	0,5929
1/S	-0,24	0,7995	0,2746	Mg/Ca	0,23	0,3972	0,0690
B	-0,22	44,2783	9,3700	Ca/S	-0,18	5,8990	2,3658
Cu	-0,10	18,2500	3,4671	B/Ca	-0,41	6,1787	1,1976
1/Fe	0,26	0,0165	0,0024	Ca/Cu	0,19	0,4136	0,1020
1/Mn	0,46	0,0067	0,0031	Ca/Fe	0,42	0,1186	0,0209
1/Zn	0,37	0,1003	0,0251	Ca/Mn	0,54	0,0478	0,0253
P/N	0,14	0,0621	0,0043	Ca/Zn	0,50	0,7084	0,1741
K/N	0,06	0,7828	0,0634	Mg/S	-0,09	2,2654	0,8557
Ca/N	0,29	0,2277	0,0355	Mg/B	0,66	0,0654	0,0095
Mg/N	0,56	0,0883	0,0060	Mg/Cu	0,33	0,1597	0,0309
N/S	-0,23	25,5035	9,1014	Mg/Fe	0,62	0,0462	0,0060
N/B	0,23	0,7445	0,1236	Mg/Mn	0,65	0,0185	0,0084
Cu/N	-0,13	0,5751	0,1207	Mg/Zn	0,61	0,2788	0,0679
Fe/N	-0,29	1,9417	0,2513	B/S	-0,31	35,4518	15,8234
N/Mn	0,47	0,2099	0,0959	Cu/S	-0,28	14,4640	5,6587
N/Zn	0,39	3,1725	0,7660	Fe/S	-0,33	48,6823	16,8617
P/K	0,09	0,0799	0,0093	S/Mn	0,42	0,0098	0,0068
Ca/P	0,22	3,6720	10,5520	S/Zn	0,31	0,1512	0,0837
Mg/P	0,45	1,4283	0,1356	B/Cu	-0,09	2,4925	0,5685
P/S	-0,19	1,5765	0,5536	B/Fe	0,17	0,7156	0,1027
P/B	0,27	0,0460	0,0071	B/Mn	0,43	0,2811	0,1293
Cu/P	-0,15	9,2951	2,6566	B/Zn	0,27	4,2883	1,0402
P/Fe	0,32	0,0324	0,0041	Fe/Cu	-0,21	3,4729	0,5916
P/Mn	0,45	0,0130	0,0068	Cu/Mn	0,32	0,1247	0,0764
P/Zn	0,42	0,1967	0,0482	Cu/Zn	0,31	1,7968	0,5074
Ca/K	0,29	0,2917	0,0461	Fe/Mn	0,26	0,4131	0,2131
Mg/K	0,48	0,1138	0,0145	Zn/Fe	-0,20	0,1835	0,0874
K/S	-0,19	20,1602	7,5502	Zn/Mn	-0,13	0,0690	0,0357

^{*)} Unidades dos nutrientes: N, P, K, Ca, Mg e S (g kg⁻¹); B, Cu, Fe, Mn e Zn (mg kg⁻¹).

^{**)} r = coeficiente de correlação entre a razão do par de nutrientes e o comprimento específico do ramo.

Tabela 13. Normas DRIS para café *cv.* Catuaí Amarelo podado, mês de Abril.
(População referência n=12; População não referência n=20)

Razão [*]	r ^{**}	Média	Desvio Padrão	Razão [*]	R ^{**}	Média	Desvio Padrão
I/N	-0,15	0,0321	0,0016	B/K	0,55	1,8253	0,3426
I/P	-0,25	0,5556	0,0375	Cu/K	-0,14	0,8559	0,1245
I/K	0,25	0,0459	0,0029	K/Fe	-0,25	0,2966	0,0467
Ca	0,31	9,0583	1,6681	K/Mn	0,33	0,1248	0,0832
Mg	0,58	3,0667	0,4069	Zn/K	-0,07	0,4990	0,1686
S	-0,08	1,3000	0,5802	Mg/Ca	0,22	0,3467	0,0628
B	0,51	39,5958	5,9764	S/Ca	-0,19	0,1508	0,0780
Cu	-0,29	18,6667	2,5604	B/Ca	0,18	4,5492	1,1519
Fe	0,16	75,3333	10,9798	Cu/Ca	-0,42	2,1154	0,4206
I/Mn	0,45	0,0056	0,0034	Ca/Fe	0,20	0,1230	0,0303
I/Zn	0,13	0,1012	0,0301	Ca/Mn	0,51	0,0525	0,0383
N/P	-0,21	17,3332	1,3604	Ca/Zn	0,31	0,8883	0,2181
N/K	0,29	1,4328	0,1225	S/Mg	-0,27	0,4310	0,2051
Ca/N	0,31	0,2902	0,0509	Mg/B	0,04	0,0790	0,0148
Mg/N	0,53	0,0984	0,0134	Mg/Cu	0,46	0,1675	0,0323
S/N	-0,11	0,0424	0,0213	Mg/Fe	0,38	0,0413	0,0065
B/N	0,50	1,2675	0,1642	Mg/Mn	0,65	0,0172	0,0113
Cu/N	-0,35	0,5988	0,0799	Mg/Zn	0,44	0,3126	0,1123
Fe/N	0,13	2,4142	0,3353	S/B	-0,24	0,0336	0,0165
N/Mn	0,45	0,1735	0,1094	Cu/S	-0,15	17,1079	7,4038
N/Zn	0,15	3,1531	0,9241	S/Fe	-0,13	0,0174	0,0078
P/K	0,38	0,0829	0,0071	S/Mn	0,33	0,0068	0,0044
P/Ca	-0,09	0,2052	0,0336	Zn/S	-0,10	9,9019	5,1611
Mg/P	0,35	1,6993	0,2223	B/Cu	0,48	2,1689	0,4802
SIP	-0,19	0,7125	0,2955	B/Fe	0,38	0,5308	0,0740
P/B	-0,23	0,0466	0,0074	B/Mn	0,60	0,2175	0,1334
Cu/P	-0,40	10,3779	1,6898	B/Zn	0,35	4,0358	1,3867
Fe/P	-0,06	41,5613	4,3413	Cu/Fe	-0,31	0,2532	0,0510
P/Mn	0,47	0,0101	0,0062	Cu/Mn	0,28	0,1011	0,0613
Zn/P	-0,18	6,0385	2,0055	Cu/Zn	-0,05	1,8673	0,5252
Ca/K	0,43	0,4144	0,0720	Fe/Mn	0,42	0,4175	0,2650
Mg/K	0,59	0,1412	0,0240	Zn/Fe	-0,19	0,1477	0,0548
K/S	-0,06	20,1484	9,7491	Zn/Mn	0,23	0,0653	0,0532

^{*} Unidades dos nutrientes: N, P, K, Ca, Mg e S (g kg⁻¹); B, Cu, Fe, Mn e Zn (mg kg⁻¹).

^{**} r = coeficiente de correlação entre a razão do par de nutrientes e o comprimento específico do ramo.

Tabela 14. Nomogramas DRIS para café cv. Mundo Novo podado, mês de Dezembro.

Razão ¹	r ²²	Média	Desvio Padrão	Razão ¹	r ²²	Média	Desvio Padrão
N	0,06	30,9841	2,7954	K/B	0,14	1,4066	0,7169
P	0,47	2,4692	0,2239	K/Cu	0,02	3,3761	3,1627
K	0,12	49,9846	10,4437	K/Fe	0,04	0,5294	0,1531
l/Ca	0,44	0,0886	0,0172	Mn/K	-0,17	3,1154	1,7408
Mg	0,15	4,9103	0,5642	Zn/K	0,10	0,2107	0,1582
S	0,28	1,3615	0,2639	Mg/Ca	0,49	0,4335	0,0869
B	-0,13	39,4872	9,8452	S/Ca	0,48	0,1214	0,0353
Cu	-0,03	28,7692	38,4437	B/Ca	0,21	3,5044	1,0610
Fe	0,09	98,1282	21,4817	Ca/Cu	-0,08	0,7960	0,6954
Mn	-0,16	143,051	73,0721	Fe/Ca	0,42	8,5966	2,0162
l/Zn	-0,16	0,1236	0,0440	Ca/Mn	-0,07	0,1183	0,0920
P/N	0,52	0,0802	0,0095	Ca/Zn	-0,26	1,4504	0,6164
K/N	0,08	1,6268	0,3914	S/Mg	0,20	0,2791	0,0568
N/Ca	0,42	2,7402	0,5221	B/Mg	-0,22	8,0807	1,9939
Mg/N	0,12	0,1589	0,0161	Mg/Cu	0,04	0,3338	0,3684
S/N	0,26	0,0441	0,0087	Fe/Mg	0,00	20,1061	4,4592
N/B	0,16	0,8506	0,3065	Mg/Mn	0,20	0,0468	0,0297
Cu/N	-0,03	0,9256	1,2098	Zn/Mg	0,10	1,9548	0,9941
Fe/N	0,08	3,1832	0,7068	S/B	0,29	0,0373	0,0157
Mn/N	-0,16	4,5667	2,2156	Cu/S	-0,08	22,5462	30,3749
N/Zn	-0,17	3,8156	1,4363	S/Fe	0,17	0,0145	0,0043
P/K	0,30	0,0523	0,0174	S/Mn	0,29	0,0129	0,0089
Ca/P	-0,50	4,7195	0,7755	Zn/S	0,06	7,1520	3,8339
P/Mg	0,41	0,5079	0,0653	Cu/B	0,02	0,7902	1,1255
P/S	0,24	1,8942	0,4986	B/Fe	-0,24	0,4132	0,1114
P/B	0,41	0,0687	0,0297	Mn/B	-0,09	3,7675	2,0495
P/Cu	0,12	0,1656	0,1513	Zn/B	0,15	0,2678	0,2213
P/Fe	0,39	0,0262	0,0058	Fe/Cu	0,07	6,4338	6,2987
P/Mn	0,35	0,0245	0,0182	Cu/Mn	0,13	0,2391	0,3345
P/Zn	0,13	0,3022	0,1062	Cu/Zn	-0,08	3,7422	6,2764
K/Ca	0,45	4,3683	1,0871	Mn/Fe	-0,20	1,5044	0,8149
Mg/K	0,04	0,1040	0,0323	Zn/Fe	0,11	0,1007	0,0541
S/K	0,10	0,0292	0,0118	Zn/Mn	0,26	0,0873	0,0588

¹ Unidades dos nutrientes: N, P, K, Ca, Mg e S (g kg⁻¹); B, Cu, Fe, Mn e Zn (mg kg⁻¹).²² r = coeficiente de correlação entre a razão do par de nutrientes e o comprimento específico do ramo.

Tabela 15. Teores foliares dos talhões de café cv. Catuaí Amarelo, mês de Dezembro/96, classificados pelos valores C/M de Fevereiro/97.

TALHÃO	C/M (mm g ⁻¹)	N	P	(g kg ⁻¹)				(mg kg ⁻¹)				
				K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
33	580	30	3,2	47	10,1	5,7	1,7	50	22	153	40	10
101	556	29	2,4	61	8,3	4,1	1,5	30	18	57	102	22
112	500	34	2,3	37	10,4	5,9	1,1	44	28	157	163	7
15	494	19	2,3	55	8,8	4,6	1,0	35	24	63	86	9
105	488	30	2,7	63	9,4	4,3	1,4	30	19	70	82	20
70	481	32	2,2	57	12,5	5,4	1,4	28	17	95	199	6
2	468	30	3,0	66	9,2	5,1	1,7	28	16	86	52	8
100	446	31	2,0	49	8,9	5,0	1,5	30	22	76	112	27
109	381	32	2,7	54	12,3	4,9	1,6	31	23	103	160	7
111	368	28	2,4	46	10,1	5,3	1,4	43	26	104	101	6
110	549	32	2,4	43	13,3	7,1	1,4	50	24	95	116	7
7	343	30	2,9	58	9,9	5,4	1,7	37	18	79	97	8
85	331	32	2,8	55	14,8	4,8	1,2	40	15	115	61	6
75	327	31	2,6	29	12,5	4,8	1,1	48	52	134	216	8
39	326	34	2,6	46	13,0	5,0	1,9	63	16	101	352	6
50	320	32	2,6	61	12,5	4,8	1,8	42	8	89	124	6
10	314	34	2,5	55	14,6	5,0	1,8	36	14	61	178	9
52	296	33	2,6	52	13,3	5,7	1,5	66	22	121	109	21
53	291	32	2,8	47	11,7	5,1	2,0	57	36	142	91	20
71	283	30	2,4	57	9,7	5,2	1,3	32	19	94	234	7
49	282	32	2,5	52	11,1	4,3	1,7	50	8	90	102	6
91	277	33	2,5	60	12,5	4,9	1,3	51	11	93	82	6
13	276	33	2,0	35	9,9	5,1	1,7	60	9	77	157	9
45	275	34	2,6	57	11,3	4,8	1,4	42	8	116	135	7
46	268	33	2,7	54	15,4	4,6	2,1	42	11	104	124	6
73	265	32	2,4	37	13,6	4,9	1,7	47	40	127	157	8
77	263	32	2,7	51	11,7	4,9	1,7	51	69	104	198	10
87	260	31	2,5	54	12,6	4,3	1,2	41	11	113	63	8
47	241	30	2,5	26	11,1	4,2	1,7	35	10	89	104	6
48	213	33	2,6	30	12,6	4,6	1,2	45	9	103	78	6
37	202	36	2,8	47	11,6	4,4	2,2	50	18	103	493	11

Valores hachurados: população de referência. C/M: comprimento específico do ramo (mm g⁻¹ MS)

Tabela 16. Teores foliares dos talhões de café cv. Catuaí Amarelo, mês de Fevereiro/97, classificados pelos valores C/M de Julho/97.

TALHÃO	C/M (mm g ⁻¹)	N	P	(g kg ⁻¹)				(mg kg ⁻¹)				
				K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
33	460	27	1,7	18	9,3	4,3	1,7	54	12	48	46	6
7	336	32	1,8	27	6,7	3,5	1,3	43	15	63	120	7
4	292	32	2,5	35	8,5	2,7	1,3	39	17	70	50	9
10	288	33	2,0	26	6,1	3,1	1,1	46	17	57	215	9
109	271	34	2,2	27	9,1	2,9	2,1	48	22	88	297	10
2	266	31	2,3	28	7,7	3,3	1,4	40	12	62	72	8
105	250	34	2,5	27	7,6	2,5	0,8	40	15	71	112	14
101	249	32	2,1	27	6,4	2,4	1,7	39	13	61	157	12
110	230	37	2,3	22	6,3	3,2	2,5	41	17	70	119	10
100	229	31	2,0	27	7,9	2,8	1,4	39	18	73	113	11
77	211	32	1,8	26	6,4	2,6	0,9	34	14	48	142	10
75	203	32	2,1	27	7,3	2,8	0,9	43	15	63	162	9
111	199	34	2,1	21	5,1	3,0	3,2	43	23	68	124	9
15	194	35	2,1	29	7,0	2,9	1,5	40	17	59	139	9
91	190	32	2,1	23	8,3	3,2	1,0	58	19	68	119	11
70	182	28	1,6	23	5,3	2,5	0,9	34	22	50	176	8
85	182	30	1,9	25	8,0	2,5	1,4	37	24	63	74	12
49	182	29	1,6	22	7,1	2,7	1,8	44	14	61	125	8
71	176	32	2,1	23	8,3	2,9	1,3	38	14	50	294	8
39	174	36	2,2	28	9,5	3,4	0,9	65	21	71	571	33
37	164	32	2,2	25	6,9	2,5	2,4	55	18	68	555	10
13	159	31	1,8	26	8,2	3,7	1,8	60	10	81	224	9
45	155	30	1,9	24	6,6	2,6	0,9	55	29	75	152	170
48	155	28	1,6	20	6,1	2,2	1,8	41	10	55	101	8
46	152	28	1,8	22	6,4	2,4	0,6	53	14	72	133	8
50	152	30	1,9	23	5,2	3,0	1,0	47	20	65	157	61
53	149	28	1,8	20	6,7	2,8	1,1	54	14	134	118	9
73	147	33	2,0	25	7,7	2,6	1,6	46	15	45	91	28
112	141	34	2,1	24	7,9	3,0	1,2	67	18	125	168	9
87	140	30	2,0	25	7,6	2,5	1,3	50	19	69	81	10
52	128	26	1,8	24	6,1	2,5	2,3	49	8	63	79	8
47	122	32	1,9	23	7,6	2,5	0,4	44	14	69	149	8

Valores hachurados: população de referência. C/M: comprimento específico do ramo (mm g⁻¹ MS)

Tabela 37. Teores foliares dos talhões de café cv. Catuai Amarelo, mês de Abril/97, classificados pelos valores C/M de Julho/97.

TALHÃO	C/M (mm g ⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		(g kg ⁻¹)						(mg kg ⁻¹)				
33	460	29	1,7	16	12,1	5,7	1,5	52	15	63	65	8
7	336	31	1,8	20	9,2	4,0	1,7	53	15	103	118	13
4	292	28	1,9	27	8,3	3,0	1,9	50	15	93	72	29
10	288	33	2,0	29	12,2	3,3	1,5	56	13	81	192	10
109	271	32	1,8	22	9,6	2,7	1,9	25	18	63	420	9
2	266	32	1,7	22	6,9	3,6	1,8	46	13	95	78	11
105	250	31	2,1	28	9,0	2,8	1,5	50	20	86	109	10
101	249	32	2,0	27	7,8	2,5	1,0	46	16	94	146	10
110	230	32	1,8	21	9,3	3,5	2,6	41	12	59	100	8
100	229	33	1,9	23	7,9	3,2	1,2	52	19	86	114	10
77	211	32	1,9	24	12,4	2,8	1,3	32	19	65	199	14
75	203	32	1,9	21	8,2	2,6	1,2	48	17	97	245	13
111	199	30	2,1	21	9,1	3,6	2,3	36	19	94	333	8
15	194	29	1,6	22	8,0	2,7	1,1	38	17	60	139	7
91	190	31	1,8	21	12,3	3,8	1,0	35	20	72	101	20
70	182	30	1,8	21	7,0	3,3	1,3	38	18	68	298	7
85	182	32	1,8	25	10,3	3,0	0,5	34	17	77	77	10
49	182	28	1,8	22	7,7	2,7	2,7	38	16	69	148	14
71	176	33	1,7	19	8,7	3,6	1,1	46	15	76	449	7
39	174	32	1,7	21	8,9	2,9	0,9	43	23	68	598	10
37	164	32	1,7	22	8,2	2,6	1,0	34	24	72	558	11
13	159	31	1,8	28	9,5	3,9	2,2	40	9	80	306	45
45	155	30	1,7	27	9,0	3,7	1,9	29	19	62	148	15
48	155	26	1,7	21	7,0	2,6	2,4	35	16	55	108	16
46	152	29	1,8	28	6,9	3,7	2,1	32	17	66	169	13
50	152	26	1,6	21	6,1	2,5	2,2	36	14	57	169	11
53	149	30	1,5	22	10,0	2,8	1,7	49	21	77	126	16
73	147	33	2,0	24	9,2	2,9	1,4	39	24	76	150	16
112	141	30	1,9	19	8,7	3,3	2,2	42	14	88	147	8
87	140	31	1,8	22	10,2	3,1	2,4	31	19	102	127	10
52	128	32	1,9	23	10,4	2,8	1,1	47	21	91	105	8
47	122	28	0,9	21	8,0	2,5	1,7	36	16	61	189	14

Valores hachurados: população de referência. C/M: comprimento específica do ramo (mg⁻¹ MS)

Tabela 18. Teores foliares das talhões de café cv. Mundo Novo, mês de Dezembro/96, classificados pelos valores C M de Julho/97.

TALHÃO	C/M (mm g ⁻¹)	N	P	(g kg ⁻¹)				(mg kg ⁻¹)				
				K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
5	322,5	37	6,5	60	8,9	5,4	2,4	24	34	83	100	16
31	298,8	40	8,0	61	4,2	5,0	1,7	25	26	123	45	15
3	282,7	34	4,5	61	7,7	5,2	1,6	34	25	82	66	13
23	271,3	31	2,5	38	10,3	6,1	2,0	53	4	120	126	7
59	270,9	30	3,3	64	7,9	5,9	1,9	56	29	154	65	13
27	262,3	29	2,4	57	9,8	5,1	1,0	42	3	124	196	8
16	254,4	28	2,2	52	11,3	5,0	1,4	39	14	94	84	5
115	251,1	31	2,3	55	11,3	4,9	1,3	51	27	128	233	8
93	248,2	30	2,7	60	13,8	4,7	1,2	21	16	90	46	7
43	247,3	32	2,5	60	12,7	4,7	1,3	22	12	80	156	7
113	239,2	26	2,4	47	9,3	6,6	1,8	49	26	137	238	6
29	239,0	32	2,5	57	11,0	4,9	1,6	56	14	102	80	9
21	236,2	27	2,6	57	8,8	5,9	1,3	38	28	79	71	9
14	235,5	28	2,5	49	11,5	4,7	1,7	43	17	121	86	6
6	234,9	28	2,5	20	9,9	6,4	2,1	61	20	152	128	10
17	234,6	25	2,2	60	11,1	3,9	1,0	40	18	65	40	9
114	234,4	32	2,3	46	10,9	4,7	1,2	41	17	117	285	9
102	233,8	30	2,9	19	6,6	5,0	1,3	24	40	80	84	23
32	227,9	35	5,8	55	6,9	5,4	1,7	33	26	105	56	12
99	226,6	28	2,0	58	8,8	4,1	1,1	26	19	89	148	15
28	225,7	32	2,6	47	13,3	5,1	1,7	54	17	108	102	9
30	225,4	31	2,5	37	10,6	5,5	1,6	46	18	120	106	7
103	223,0	29	2,7	38	8,0	3,3	1,1	32	23	74	101	21
97	222,2	28	2,1	57	9,2	4,4	1,5	32	ET	86	125	75
42	220,2	31	2,4	49	14,8	5,8	1,5	43	18	106	56	6
104	219,4	30	2,7	28	6,3	4,4	1,7	33	24	67	108	23
11	216,2	33	2,4	57	11,6	5,3	1,2	38	17	73	251	10
90	215,1	32	2,5	57	11,8	5,6	1,4	56	11	105	82	6
89	213,9	30	2,3	57	13,2	4,9	1,2	27	14	105	66	7
22	208,6	32	2,6	51	11,3	6,1	1,6	57	17	116	157	7
26	207,1	29	2,6	52	13,6	6,0	1,0	51	14	113	87	8
106	204,1	35	2,6	47	9,7	4,9	1,7	38	12	120	486	8
25	203,6	28	2,5	43	7,7	4,7	1,6	52	18	120	98	6
80	203,5	29	2,6	49	12,0	5,5	1,3	40	16	121	162	7
44	203,2	32	2,6	51	14,8	5,4	1,3	49	18	109	113	8
35	201,9	34	2,6	55	10,8	4,6	1,6	47	28	110	277	6
20	198,5	32	2,5	34	10,8	4,8	1,7	41	23	80	150	15
40	198,2	33	2,6	60	13,4	5,3	1,5	26	14	65	132	8
98	197,7	27	2,2	16	7,4	3,9	1,2	28	17	62	112	13
19	195,7	26	2,7	60	10,2	3,6	1,4	41	26	99	31	7

Teores foliares dos talhões de café cv. Mundo Novo, mis de Dezembro/96, classificados pelos valores C/M de Julho/97.

TALHÃO	C/M (mm g ⁻¹)	(g kg ⁻¹)						(mg kg ⁻¹)				
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
38	194,4	34	2,8	49	10,2	5,1	1,5	44	20	118	257	15
68	191,8	31	2,5	58	10,4	5,0	1,4	32	141	95	143	7
55	188,4	34	2,7	51	13,1	5,4	1,1	44	39	124	92	23
67	186,7	32	2,4	58	8,2	5,3	1,4	35	191	70	110	6
66	186,6	30	2,0	51	8,7	4,8	1,5	28	15	78	177	6
54	185,3	32	2,6	63	9,4	4,9	1,4	52	24	135	156	12
24	184,9	32	2,6	52	10,8	6,5	1,7	53	3	110	62	10
110	184,3	32	2,4	40	11,7	5,3	0,6	40	57	120	177	6
117	181,4	32	2,5	38	11,9	5,3	2,0	47	33	132	206	7
72	180,8	30	2,2	54	11,5	4,5	1,0	29	15	113	175	6
88	180,4	24	2,5	61	17,2	4,5	1,0	23	11	102	68	6
96	178,9	27	1,9	32	8,1	4,1	1,4	29	22	69	148	17
92	176,8	29	2,4	61	13,2	4,3	1,4	32	8	94	60	7
69	172,3	32	2,7	52	11,7	5,3	1,1	32	17	84	312	6
41	171,0	32	2,7	55	14,5	5,2	1,3	34	13	69	72	6
86	170,6	28	2,5	55	13,9	4,7	1,2	31	13	101	66	8
58	169,6	31	2,7	55	14,0	5,3	1,4	16	28	100	118	21
78	169,5	31	2,3	46	11,3	5,5	1,1	48	60	93	239	7
74	167,4	31	2,4	55	11,1	5,1	1,3	43	56	116	198	8
9	166,8	32	2,4	61	10,0	5,3	1,6	40	14	77	235	12
56	165,0	30	2,7	55	12,9	4,8	1,3	48	33	119	133	19
76	159,4	31	2,2	41	12,7	4,7	1,3	45	36	128	113	8
95	157,9	39	2,5	52	14,7	4,6	1,0	43	8	108	36	6
94	154,5	28	2,6	57	12,5	4,4	1,3	15	12	90	48	6
51	154,2	32	2,0	35	10,2	4,2	1,0	45	7	60	86	5
81	151,6	30	2,5	57	10,7	5,5	1,4	46	15	110	65	8
12	149,9	33	2,2	43	12,6	5,2	1,5	47	11	76	192	5
18	148,4	26	2,1	51	12,3	4,3	1,0	52	14	81	37	5
84	141,8	31	2,7	58	13,2	4,2	1,2	37	7	92	48	8
8	140,9	35	2,7	55	13,3	5,6	1,6	46	15	88	205	12
36	136,1	33	2,7	29	12,1	4,8	1,8	53	12	117	223	11
57	135,1	32	2,5	51	9,5	4,6	1,5	46	20	93	147	13
116	127,8	32	2,5	44	11,7	5,4	1,8	50	33	124	276	7
79	113,7	29	2,6	51	11,6	5,6	1,6	52	11	125	157	11

Valores hachurados: população de referência. C/M: comprimento específico do ramo (mm g⁻¹ MS)

Tabela 19. índices M-DRIS dos talhões de café cv. Catuai Amarelo, mês de Dezembro/96, classificados pelos valores C/M de Fevereiro/97.

TALHÃO	C/M (mm g ⁻¹)	(Índices DRIS)													
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	MS	IBN	
33	580	-7	22	1	-15	15	6	6	11	23	-54	3	0	14	
101	556	0	6	19	-20	-6	2	-20	5	-26	-2	44	9	13	
112	500	4	-5	-9	-9	15	-18	-2	12	22	8	-5	-1	9	
15	494	-32	12	17	-7	11	-11	-2	13	-12	-3	5	18	12	
105	488	0	13	18	-13	-4	-3	-21	6	-15	-10	35	5	12	
70	481	4	-7	9	6	12	-4	-23	6	1	13	-7	2	8	
2	468	0	23	22	-15	12	11	-23	6	-2	-29	1	5	12	
100	446	2	-14	3	-17	7	-1	-24	7	-13	-1	54	5	12	
109	381	-1	6	5	2	2	0	-19	10	3	8	-5	0	5	
111	368	-7	2	1	-7	11	-3	1	13	5	-2	-7	4	5	
110	349	-4	-5	-5	5	27	-7	4	10	-3	0	-6	4	7	
7	343	-4	15	11	-11	11	5	-8	7	-9	-4	-2	1	7	
85	331	2	11	8	13	3	-11	-3	4	10	-20	-7	1	8	
75	327	-2	3	-16	2	0	-18	2	17	13	12	-3	0	8	
39	326	0	-2	-4	-1	-2	4	11	3	-2	20	-9	-6	5	
50	320	2	5	14	6	2	-1	0	-13	-2	3	-6	1	5	
10	314	6	0	7	12	3	5	-11	1	-21	10	1	-2	6	
52	296	-5	-5	-2	0	5	-10	10	6	2	-6	24	-8	7	
53	291	-9	2	-6	-9	-3	7	4	14	10	-13	21	-7	9	
71	283	-3	1	10	-11	10	-7	-14	7	1	16	-4	4	7	
49	282	4	4	7	0	-4	7	9	-12	-1	-1	-6	4	5	
91	277	5	2	12	5	4	-7	8	-3	-1	-9	-7	1	5	
13	276	7	-12	-9	-7	9	7	15	-9	-7	9	3	5	8	
45	275	8	4	9	-2	1	-5	-1	-14	9	5	-3	0	5	
46	268	0	3	4	13	-5	14	-4	-5	1	2	-8	-3	5	
73	265	-2	-5	-11	6	-1	1	0	15	8	6	-4	-2	5	
77	263	-5	2	-1	-5	-3	-1	2	19	-1	9	-1	-4	4	
87	260	2	6	9	8	-2	-9	0	-3	11	-17	0	6	6	
47	241	5	9	-16	4	-1	11	-5	-3	2	2	-4	8	6	
48	213	9	10	-12	9	4	-8	6	-7	7	-7	-5	5	7	
37	202	4	3	-4	-12	-13	12	0	4	-2	25	2	-7	7	

Valores hachurados: população de referência. C/M: comprimento específico do m o (mm g⁻¹). MS: índice de massa da matéria seca. IBN: índice de balanço nutricional.

Tabela 20. índices M-DRIS dos talhões de café cv. Catuai Amarelo, mês de Fevereiro/97, classificados pelos valores C/M de Julho/97.

TALHÃO	C/M (mm g ⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	MS	IBN
		(índices M-DRIS)												
33	460	-9	-6	-20	31	67	13	25	-17	-13	-47	-23	8	23
7	336	0	-6	9	-2	25	3	2	-7	4	-4	-15	1	6
4	292	-3	22	31	11	-3	2	-5	-1	10	-47	-3	-3	12
10	288	5	1	4	-9	9	-3	5	-1	-4	8	-4	0	4
lu9	271	-4	-1	-3	6	-7	9	-2	3	15	10	-5	-10	6
2	266	-3	16	11	8	19	5	-2	-17	4	-22	-8	1	10
105	250	8	20	5	3	-10	-15	-5	-8	12	-7	13	-2	9
101	249	2	8	8	-4	-10	8	-4	-12	4	2	8	1	6
110	230	11	10	-11	-9	8	16	-5	-4	7	-7	-1	-4	8
100	229	-5	1	6	5	-1	3	-7	0	12	-7	4	-1	4
77	211	11	1	11	0	2	-6	-7	-5	-8	2	4	6	5
75	203	3	7	8	3	1	-10	2	-7	4	3	-3	1	4
111	199	5	5	-12	-18	5	20	1	12	6	-6	-6	-2	8
15	194	7	4	12	-2	2	5	-4	-2	-2	-1	-4	-2	4
91	190	-3	2	-9	7	8	-8	15	1	5	-6	2	-3	6
70	182	1	-6	5	-8	2	-6	-4	18	-4	7	-4	10	6
85	182	-2	0	2	9	-6	4	-6	17	5	-22	9	2	7
49	182	1	-11	-2	5	4	11	7	-8	6	-2	-6	6	6
71	176	3	9	-3	12	6	2	-5	-9	-11	12	-8	2	7
39	174	-4	-5	-3	6	2	-17	11	-1	-3	15	26	-14	9
37	164	-4	5	-2	-6	-13	12	10	-3	3	16	-3	-4	7
13	159	-10	-13	0	7	25	8	18	-36	18	7	-7	-5	13
45	155	-9	-8	-8	-9	-10	-13	8	20	-12	-29	86	-5	18
48	155	5	-3	-3	2	-5	13	9	-19	6	-5	-2	12	7
46	152	-2	2	0	0	-4	-24	20	-7	20	0	-5	9	8
50	152	-5	-4	-6	-18	5	-7	4	4	-2	-6	47	-1	9
53	149	-14	-5	-20	-2	3	-5	14	-17	62	-6	-2	3	13
73	147	4	3	2	5	-5	7	5	-7	-22	-18	35	1	10
112	141	-5	-2	-13	0	-2	-5	19	-8	43	0	-8	-7	9
87	140	-4	3	3	5	-8	2	10	4	10	-18	2	1	6
52	128	-8	3	6	0	3	18	19	-35	55	-16	-4	9	11
47	122	11	6	3	12	-1	-50	9	-5	19	3	-6	9	11

Valores hachurados: população de referência. C/M: comprimento específico do ramo (mm g⁻¹). MS: índice de massa da matéria seca. IBN: índice de balanço nutricional.

Tabela 21. índices M-DRIS dos talhões de café cv. Catuai Amarelo, mês de Abril/97, classificados pelos valores C/M de Julho/97.

TALHÃO	C/M (mm g ⁻¹)	(Índices DRIS)												
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	MS	IBN
33	460	-5	-3	-30	21	60	8	23	-12	-13	-31	-9	3	18
7	336	-4	-5	-11	-1	16	7	16	-15	18	-11	6	-4	10
4	292	-13	-1	12	-6	-2	12	14	-13	11	-32	33	-3	13
10	288	-2	1	16	12	0	3	18	-24	-1	0	-4	-10	8
109	271	7	4	4	6	-5	12	-21	0	-7	11	-3	2	7
2	266	5	-5	4	-12	14	12	12	-18	18	-23	4	0	11
105	250	-5	9	14	-2	-8	5	12	2	6	-12	-2	-7	7
101	249	0	8	15	-6	-11	-3	9	-8	14	-3	0	-3	7
110	230	6	2	2	4	12	22	5	-21	-14	-2	-7	1	8
100	229	4	2	2	-7	1	0	16	0	8	-10	-1	-4	5
77	211	2	4	5	16	-6	1	-10	0	-9	2	9	-3	6
75	203	2	3	-6	-5	-10	-1	10	-6	15	5	7	-3	6
111	199	-9	9	-5	-1	7	14	-9	-1	11	8	-9	-5	7
15	194	3	-2	10	1	-1	1	5	2	-6	-2	-9	8	4
91	190	-2	-3	-5	15	13	-5	-7	3	-4	-14	22	-3	8
70	182	1	4	2	-9	9	3	1	2	-3	8	-10	3	5
85	182	6	4	15	11	2	-16	-3	0	7	-19	3	2	7
49	182	-7	2	5	-7	-6	25	-1	-6	-3	-4	10	2	7
71	176	8	-4	-10	1	13	-1	11	-11	2	11	-12	2	7
39	174	2	-4	-4	0	-3	-6	5	14	-5	13	-1	0	5
37	164	3	-4	2	-4	-8	-4	-6	17	0	13	3	0	5
13	159	-5	-14	8	-2	16	10	-1	-39	-6	5	44	-6	13
45	155	-5	-5	17	0	14	13	-17	1	-12	-4	12	-1	8
48	155	-10	3	7	-8	-4	25	0	-2	-15	-10	17	8	9
46	152	-7	0	20	-14	15	16	-11	-5	-8	-1	8	-1	9
50	152	-6	1	7	-13	-4	21	3	-8	-9	1	7	11	8
53	149	-4	-19	1	5	-6	8	12	6	2	-8	14	-1	7
73	147	1	5	2	-2	-6	2	-3	12	-2	-4	12	-6	5
112	141	-2	6	-9	0	6	16	6	-14	11	-4	-7	1	7
87	140	-2	-3	1	6	-1	19	-15	0	20	-8	-1	-3	7
52	128	2	2	2	8	-6	-1	10	7	12	-12	-9	-4	6
47	122	9	-61	10	1	-2	13	2	0	-1	3	15	18	11

Valores hachurados: população de referência. C/M: comprimento específico do ramo (mm g⁻¹). MS: índice de massa da matéria seca. IBN: índice de balanço nutricional.

Tabela 22. índices M-DRIS dos talhões de café cv. Mundo Novo, mês de Dezembro/96, classificados pelos valores C/M de Julho/97.

TALHÃO	C/M (mm g ⁻¹)	(Índices DRIS)												
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	MS	IBN
5	322,5	-3	68	2	-18	-10	23	-20	3	-16	-6	10	-21	17
31	298,8	10	97	9	-68	-10	10	-15	2	9	-23	11	-20	24
3	282,7	1	38	8	-21	-1	7	-1	2	-9	-10	x	-8	10
23	271,3	-3	1	-7	-5	13	15	10	-18	11	2	-4	-4	8
59	270,9	-10	10	7	-27	5	12	11	2	17	-12	7	-10	11
27	262,;	-3	3	10	-3	7	-8	5	-26	16	9	0	0	7
16	254,4	-2	-3	4	4	5	5	5	-2	2	-3	-9	3	4
115	251,1	-2	-6	2	-2	-2	-2	9	2	10	10	-2	-3	4
93	248,2	2	9	9	12	2	1	-11	-1	1	-13	-2	2	8
43	247,3	6	3	9	7	0	2	-12	-4	-5	7	-3	1	5
113	239,2	-17	-3	-3	-13	17	10	7	1	13	11	-7	-4	9
29	239,0	0	-1	4	-3	-2	7	14	-3	1	-5	1	-3	4
21	236,2	-7	5	7	-10	14	2	5	3	-5	-7	3	1	6
14	235,5	-6	1	0	1	-2	11	6	-1	10	-3	-6	0	4
6	234,9	-13	0	-33	-11	17	20	13	0	17	2	3	-6	11
17	234,6	-3	2	12	6	-3	-3	9	1	-10	-14	6	7	6
1i4	234,4	1	-4	-3	-2	-2	-3	3	-1	8	15	1	-1	4
1a2	233,8	6	1?	-31	-19	9	4	-9	6	-3	-5	30	5	12
32	227,9	0	59	2	-29	-2	x	-4	2	0	-15	6	-14	12
99	226,6	1	-6	9	-7	-4	-3	-6	0	1	5	14	6	5
28	225,7	0	-1	-3	4	-2	8	11	-1	2	-2	0	-5	3
30	225,4	-2	-1	-1	-4	5	6	7	-1	9	-1	-4	-2	4
103	223,0	4	13	-4	-9	-18	-3	2	2	-6	-1	25	7	8
97	222,2	-4	-7	0	-8	-16	-3	-9	-1	-15	-6	77	2	12
42	220,2	0	-3	-1	12	9	5	5	0	4	-11	-7	-2	5
104	219,4	4	10	-16	-23	-2	16	2	2	-12	-1	26	5	10
El	216,2	3	-2	4	1	4	-3	2	-1	-12	14	3	-2	4
90	215,1	1	0	4	1	6	2	13	-5	3	-4	-7	-3	4
89	213,9	1	-2	6	9	3	-1	-5	-2	6	-6	-2	3	4
22	208,6	-2	-1	-1	-4	8	4	12	-2	5	4	-5	-6	4
26	207,1	-5	1	1	7	11	-9	10	-3	6	-4	-1	-2	5
106	204,1	2	0	-6	-9	-3	8	-2	-4	6	29	-2	-7	6
25	203,6	-3	3	-2	-18	-1	10	13	0	12	-1	-5	2	6
80	203,5	-5	1	-1	2	6	-1	3	-2	9	6	-4	-2	3
44	203,2	0	-1	-1	9	2	-2	8	-1	3	0	-2	-4	3
35	201,9	4	1	1	-4	-7	5	6	2	3	14	-8	-5	5
20	198,5	2	0	-12	-2	-2	10	5	1	-8	5	12	-1	5
40	198,2	4	3	8	8	5	6	-8	-2	-14	4	-1	-1	5
98	197,7	5	7	-30	-8	1	7	1	-1	-7	5	16	12	8

índices M-DRIS dos talhões de café cv. Mundo Novo, mês de Dezembro/97, classificados pelos valores C/M de Julho/98.

TALHÃO	C/M (mm g ⁻¹)	(Índices DRIS)												
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	MS	IBN
19	195,7	-6	13	9	0	-12	9	8	4	5	-22	0	4	8
38	194,4	1	2	-3	-9	-3	1	4	-1	5	12	9	-7	5
68	191,8	-1	0	6	-4	1	0	-5	21	0	2	-6	-3	4
55	188,4	1	0	-3	2	0	-11	4	4	6	-6	21	-6	5
67	186,7	2	1	8	-13	7	1	-1	30	-10	-4	-10	-1	7
66	186,6	5	-6	4	-7	4	9	-4	-1	-4	9	-5	5	5
54	185,3	-2	-1	6	-13	-4	0	10	1	12	3	5	-5	5
24	184,9	-1	4	5	-2	19	8	11	-26	8	-10	3	-6	9
118	184,5	3	2	-6	3	6	-22	4	10	10	7	-7	1	7
117	181,4	-3	-3	-11	-1	0	14	5	3	10	9	-5	-5	6
72	180,8	2	-3	4	4	-1	-6	-4	-2	9	8	-6	4	4
88	180,4	-10	5	10	21	1	-5	-8	-5	7	-5	-6	5	7
96	178,9	2	-7	-10	-7	-2	8	-1	2	-7	7	18	9	7
92	176,8	-1	2	10	10	-3	5	0	-8	3	-8	-2	3	5
69	172,3	2	6	1	3	5	-5	-4	-1	-6	19	-7	-1	5
41	171,0	4	7	6	12	5	1	1	-3	-10	-6	-7	0	5
86	170,6	-3	2	5	11	1	-1	-1	-3	5	-7	0	2	3
58	169,6	0	3	4	7	2	2	-27	3	0	1	21	-3	6
78	169,5	0	-4	-3	0	6	-7	8	8	-2	12	-4	-2	5
74	167,4	-2	-4	2	-3	1	-2	4	7	6	8	-2	-3	4
9	166,8	1	-3	7	-7	3	6	3	-3	-11	12	6	-3	5
56	165,0	-5	0	1	1	-6	-4	7	3	5	0	15	-5	4
76	159,4	1	-7	-5	5	-3	0	7	4	11	0	-1	0	4
95	157,9	16	3	3	15	-1	-6	7	-8	6	-17	-6	-1	7
94	154,5	1	11	10	10	1	7	-20	-3	3	-11	-4	5	7
51	154,2	13	-2	-3	4	1	-2	14	-6	-10	0	-7	9	6
81	151,6	-2	0	5	-3	7	3	8	-2	6	-8	0	-1	4
12	149,9	5	-6	-4	6	3	5	9	-4	-9	9	-1	-1	5
18	148,4	-2	-3	5	9	-1	-4	15	-1	-2	-3	-8	7	5
84	141,8	2	9	8	10	-5	0	4	-9	2	-12	1	1	5
8	140,9	1	-1	1	3	2	4	5	-3	-7	8	5	-7	4
36	136,1	0	3	-19	0	-5	11	10	-4	6	11	4	-5	6
57	135,1	3	0	1	-9	-5	4	8	0	-2	4	8	-1	4
116	127,8	-2	-3	-7	-2	1	9	7	3	6	14	-5	-6	5
79	113,7	-8	-1	-1	-2	4	5	9	-5	9	4	3	-5	5

Valores hachurados: população de referência. C/M: comprimento específico do ramo (mm g⁻¹). MS: índice de massa da matéria seca. IBN: índice de balanço nutricional.

4.4 Considerações finais

Comprimento Específico do Ramo (mm g^{-1})

A variável resposta alternativa, encontrada para contornar as distorções embutidas na variável "produtividade de grãos de café" com base em área, de lavouras estruturalmente heterogêneas, foi o comprimento específico do ramo (C/M, mm g^{-1} matéria seca). Seu desenvolvimento foi feito com base na união entre os conceitos fisiológicos e características agrônômicas desejáveis do ramo do cafeeiro.

Além de refletir o potencial produtivo máximo do ramo para o ano seguinte, esta variável apresenta a importante característica de poder ser determinada no ano vegetativo, através de avaliações pontuais no tempo. Isto significa uma redução no intervalo de tempo que separa as determinações de causa (teores foliares dos nutrientes) e efeito (resposta vegetativa), que foi, neste estudo, de 2 a 6 meses. Esta redução no tempo imprime maior agilidade aos estudos de nutrição do café, refletindo também no abaixamento dos custos de execução da pesquisa.

A correspondência entre o comprimento específico do ramo e o índice de Balanço Nutricional (IBN), permitiu que fossem definidas as populações de referência e as normas DRIS, e que fossem realizadas as pré-validações destas normas. Contudo, a confirmação da correspondência entre o comprimento específico do ramo e sua produção de grãos deverá concretizar a utilização desta variável no ajuste precoce de padrões nutricionais de cafeeiros podados.

Métodos de cálculo do DRIS

A realização da etapa deste estudo onde foram propostos e avaliados métodos de cálculo das normas e índices DRIS, teve resultados de fundamental importância para a ciência do solo. Seus resultados traduziram-se na melhoria da acurácia do método DRIS como um todo. Além de útil para atingir o objetivo final deste trabalho, o de estabelecer normas DRIS para cafeeiros podados, os benefícios desta melhoria poderão ser

estendidos a quaisquer novos trabalhos de determinação de normas e índices DRIS, independentemente da espécie vegetal.

Os resultados positivos da etapa da avaliação dos métodos de cálculo do DRIS dão o indicativo de que este sistema ainda não esta plenamente desenvolvido, e que pode ser melhorado ainda mais. Tem-se observado que há o empenho de cientistas em comparar o desempenho das métodos de diagnose foliar, como o do método DRIS e o das Faixas de Suficiência. Estes estudos são indiscutivelmente necessários. No entanto, a postura de alguns destes trabalhos tem se voltado mais à tarefa de promover ou desmerecer um determinado método em relação ao outro, ao invés de procurar identificar a origem metodológica das fragilidades de cada um, a fim de melhora-los.

Ao que os resultados do presente trabalho indicaram, todas as etapas do DRIS podem ser potencialmente melhoradas. São elas: a determinação das normas, o cálculo das funções das razões dos nutrientes, o somatório das funções das razões dos nutrientes, e a interpretação dos índices DRIS. De todas estas etapas, a última é atualmente a que mais carece de critérios melhor definidos.

Normas DRIS estabelecidas

As normas DRIS definidas para os cultivares Catuaí Amarelo e Mundo Novo são, mais que uma contribuição para a ciência do solo, uma contribuição direta para o exercício da cafeicultura moderna. Estas poderão ser seguramente aplicadas a cafezais da região de onde foram originadas, pois foram pré-validadas com dados amostrais dela mesmo obtidos.

A representatividade destas normas é reforçada pelo fato de terem sido determinadas a partir de uma ampla base de talhões comerciais. Foram utilizados talhões de diversas propriedades, sob diversos manejos, de uma região de transição geológica, onde são encontrados uma ampla variedade de classes de solo (LE, PE, PV, C, TR e LR).

A aplicação destas normas DRIS a lavouras podadas, poderá ser feita em substituição as tabelas de faixas de suficiência. Os padrões atuais para as faixas de suficiência são genéricos quanto à abrangência territorial, diversidade de cultivares e aos estágios fenológicos. Estas tabelas, no entanto, não deixarão de ter grande utilidade para a diagnose foliar do cafeeiro. Na falta de padrões mais específicos para cada situação ou cultivar em particular, os padrões atuais das faixas de suficiência poderão auxiliar, junto com os do DRIS, no fornecimento de parâmetros de orientação.

As contribuições deste estudo ao método DRIS e ao banco de normas DRIS, se traduzem na melhoria dos instrumentos disponíveis aos cafeicultores para diagnosticar problemas nutricionais em cafezais submetidos à poda. Assim, procura-se atingir os objetivos básicos da cafeicultura atual, que são, aumentar a produtividade da lavoura e diminuir o custo de produção unitário. Estas duas metas têm por finalidade única garantir a permanência de cafeicultor na sua atividade, mesmo durante períodos de preços baixos do café e sob as inesperadas adversidades climáticas.

5 CONCLUSÕES

De acordo **com** os objetivos estabelecidos e **os** resultados obtidos, chegou-se às seguintes conclusões:

O comprimento **específico** do ramo (mm g^{-1} matéria seca), **determinado** no ano vegetativa após a poda, foi identificada **como a variável** vegetativa que melhor representa **o potencial produtivo** de **grãos do ramo** para o ano seguinte.

As nomas **DRIS definidas** através do critério do Valor r , **proposto** no presente estudo, foram **mais precisas** que aquelas determinadas pelo **critério** do Valor F , de Letzsch (1985), desde **que** seguidas pelo método de Jones (1981) para o **cálculo** das **funções das razões dos** nutrientes.

O método **de** Jones (1981), para o cálculo das funções das razões **de** nutrientes, resultou em índices **DRIS** e **M-DRIS** mais precisos **que os gerados pelos métodos** de Beaufils (1973) e Elwali & Gascho (1984).

O **uso das métodos DRIS ou M-DRIS**, para o somatório das **funções das razões dos** nutrientes, **não** influenciou sobre a **acurácia** dos índices **gerados**.

Das normas **DRIS estabelecidas e testadas** para **os** meses de Dezembro, Fevereiro, Abril e Maio, foram consideradas prontamente aplicáveis **as** de Dezembro, **Fevereiro e Abril**, para o cultivar **Catuaí Amarelo**, e **as** de Dezembro, **para** o cultivar **Mundo Novo**.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADOBE SYSTEMS INCORPORATED. **Adobe Photoshop v3.0.5. (software).** Mountain View, 1995.
- ARBOLEDA, C.; ARCILA, J.; MARTINEZ, R. Sistema integrado de recomendación y diagnóstico: una alternativa para la interpretación de resultados de análisis foliar en *café*. **Agronomía Colombiana**, v.5, p. 13-30, 1988.
- BALDOCK, J.O.; SCHULTE, E.E. Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. **Agronomy Journal**, v.88, n.3, p.448-456, 1996.
- BATAGLIA, O.C.; SANTOS, W.R. dos. Efeito de procedimento de cálculo e da população de referência nos índices do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, n.3, p.339-344, 1990.
- BEAUFILS, E.R. **Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS).** Pietermaritzburg: University of Natal, 1973. 132p. (Soil Science Bulletin, 1).
- BEVERLY, R.B. **A practical guide to the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS).** Athens: Micro-Macro, 1991. 87p.
- BLANCHARD, R.W.; REHM, G.; CALDWELL, A.C. Sulfur in plant materials by digestion with nitric and perchloric acid. **Soil Science Society of America Proceedings**, v.29, p.71-72, 1963.

- BOLIVAR, G.B.; ALVAREZ V., V.H.; RIBEIRO, A.C.; NOVAIS, R.F. de; OLIVEIRA, J.A. de. Movimentação de cálcio, magnésio, alumínio e enxofre pela adição de calcário e gesso no plantio do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 19., Três Pontas, 1993. **Anais**. Rio de Janeiro: MAARA,PROCAFÉ, 1993. p.91-95.
- ELWALI, A.M.O. ; GASCHO, G.J. Soil testing, foliar **analysis**, and DRIS as guide for sugarcane fertilization. **Agronomy Journal**, v.76, p.466-470, 1984.
- ELWALI, A.M.O. ; GASCHO, G.J. Supplemental fertilization of **irrigated corn** guided by foliar critical nutrient levels and diagnosis and recommendation integrated system norms. **Agronomy Journal**, v.80, p.243-249, 1988.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agrícola. Programa SIARCS v3.1: sistema de análise de raízes e cobertura do solo (software). São Carlos, 1996.
- GATHAARA, M.P.H. Pruning arabica coffee: some physiological aspects to consider. **Kenya Coffee**, v.61, n.717, p.2261-2262, July 1996.
- HALLMARK, W.B. Increasing soybean yields through the use of the diagnosis and recommendation integrated system. In: FLUID FERTILIZER SYMPOSIUM, St. Louis, 1987. **Proceedings**. St. Louis, 1987. p.180-188.
- JONES, C.A. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant **analysis**. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.12, n.8, p.785-794, 1981.
- LEITE, R. de A. Avaliação do estado nutricional do cafeeiro conilon no estado do Espírito Santo utilizando diferentes métodos de interpretação de análise foliar. Viçosa, 1992. 87p. Tese (D.S.) - Universidade Federal de Viçosa.
- LETZSCH, W.S. Computer program for selection of norms for use in the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.16, n.4, p.339-347, 1985.

- LETZSCH, W.S.; SUMNER, M.E. Effect of population size and yield level in selection of diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) norms. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.15, n.9, p.997-1006, 1984.
- MALAVOLTA, E. *Nutrição mineral e adubação do cafeeiro*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1993. 210p.
- MICROSOFT CORPORATION. *Microsoft Excel para Windows 95 v7.0*. (software). New York, 1995a.
- MICROSOFT CORPORATION. *Microsoft Word para Windows 95 v7.0*. (software). New York, 1995b.
- MIGUEL, A.E.; OLIVEIRA, J.A.; MATIELLO, J.B.; FIORAVANTE, N.; FREIRE, A.C.F. Efeitos *des* diferentes tipos de podas na morte de raízes do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11., Londrina, 1984. Resumos. Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1984. p.240-241.
- MINERAIS DO PARANÁ S.A. *Mapa geológico do estado do Paraná*. Curitiba: DNP/MINERAIS DO PARANÁ S.A., 1989. Folha única, Escala 1:650.000.
- MOTA, F.S. *Meteorologia agrícola*. São Paulo: Nobel, 1981. 425p.
- NICK, J.A.; YORINORI, G.T.; MOTTA, A.C.V.; SCOPEL, I; FERNANDES, J.S.C. Efeito de 11 anos de cultivo de café, em LE, sobre parâmetros químicos do solo e crescimento de raiz, no município de Tomazina - PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., Viçosa, 1995. *O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado; resumos expandidos*. Viçosa: SBCS/UFV, 1995. p.633-635.
- PAVAN, M.A.; CHAVES, J.C.D.; MIYAZAWA, M.; CARDOSO, R.M.L.; SILVA, E. da. Remoção de resíduos químicos e físicos da superfície das folhas para diagnóstico nutricional do cafeeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.8, n.3, p.319-324, 1984.

- PLAY INCORPORATED. **Snappy Software v1.0.** (software). Rancho Cordova, 1995.
- RENA, AB.;** **MAESTRI, M.** Ecofisiologia do Cafeeiro. In: **CASTRO, P.R.C.;** **FERREIRA, S.O.;** **YAMADA, T.** (Ed.). **Ecofisiologia da produção agrícola.** Piracicaba: POTAFOS, 1987. p. 119-147.
- SANTOS, W.R. dos.** Avaliação do equilíbrio nutricional dos macronutrientes em citros com diferentes adubações. Piracicaba, 1997. 112p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- SARRUGE, J.R.;** **HAAG, H.P.** **Análises químicas em plantas.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Departamento de Química, 1974. 56p.
- SOFTWARE PUBLISHING CORPORATION. **Harvard F/X v1.10.** (software). New York, 1994.
- SUMNER, M.E.** Application of Beaufils' diagnostic indices to corn data published in literature irrespective of age and conditions. **Plant and Soil**, v.46, p.359-363, 1977a.
- SUMNER, M.E.** Use of the DRIS system in foliar diagnosis of crops at high yields levels. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.8, n.3, p.251-268, 1977b.
- SUMNER, M.E.** Interpretation of foliar analysis for diagnostic purposes. **Agronomy Journal**, v.71, p.343-348, 1979.
- SUMNER, M.E.** Diagnosis of sulfur requirements of corn and wheat using foliar analysis. **Soil Science Society of America Journal**, v.45, p.87-90, 1981.
- T.A.L. TECHNOLOGIES INCORPORATED. **Software Wedge for Windows v1.2.** (software). Philadelphia: 1997.
- TAIZ, L.;** **ZEIGER, E.** **Plant physiology.** Redwood City: Benjamin/Cummins, 1991.

WALWORTH, J.L.; LETZSCH, W.S.; SUMNER, M.E. Use of boundry lines in establishing diagnostic noms. **Soil Science Society of America Journal**, v.50, p.123-128, 1986.

WALWORTH, J.L.; WOODDARD, H.J.; SUMNER, M.E. Generation of com tissue nom from a small, high-yield data base. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.19, n.5, p.563-577, 1988.