

COEFICIENTES DE CAMINHAMENTO ENTRE
CARACTERES DA PARTE AÉREA E DO
SISTEMA RADICULAR EM GUARANÁ
(*Paullinia cupana* var. *sorbilis*)

FIRMINO JOSÉ DO NASCIMENTO FILHO
Engenheiro Agrônomo

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo,
para obtenção do título de Mestre em Agronomia.
Área de Concentração: Fitotecnia.
Genética e Melhoramento de Plantas,
Orientador: Prof. Dr. Akihiro Ando

PIRACICABA
Estado de São Paulo
1988

988

Coeficientes de ...
1988 TS-PP-1989.00011



1989.00011

CPAA-3128-1

1. INTRODUÇÃO

O guaraná (*Paullinia cupana cv sorbilis*) é uma espécie de alto potencial para a Amazônia Brasileira, quanto aos aspectos econômico, social e ecológico. O seu cultivo data da época pré-colombiana e era feito por diversas tribos indígenas, entre as quais os Maués e Andiras, localizadas no Baixo Amazonas (PATIÑO, 1967). Seu produto comercial são suas sementes devido às propriedades medicinais e estimulantes que possuem, sendo considerada a maior fonte natural de cafeína.

Em meados do século passado, era reportado como ocorrendo em alguns municípios do Estado do Amazonas, onde até a metade da década de 60 a cultura era essencialmente extrativa (CORREIA, 1983).

Hoje, além do seu consumo interno, já é consagrado produto de exportação, sendo o Brasil praticamente o único país produtor de guaraná no mundo. Seu cultivo já ultrapassou as fronteiras da Amazônia, possuindo uma área plantada de cerca de 12.000 hectares, dos quais 70% a 80% encontram-se no Estado do Amazonas. O restante está distribuí-

do entre Bahia, Pará, Acre, Mato Grosso, Rondônia e Roraima, além dos Estados de São Paulo, Espírito Santo e o território do Amapá, onde a cultura se encontra em fase preliminar de implantação.

Embora tenha atingido estes níveis de extensão, a produtividade alcançada é ainda muito baixa, principalmente no Estado do Amazonas que segundo CORRÊA (1983) é da ordem de 127 kg de sementes seca por hectare (aproximadamente 300 g/planta).

Vários fatores são responsáveis pela baixa produtividade da cultura no Amazonas. Dentre eles destacam-se: a ausência de seleção de plantas, problemas fitossanitários, manejo incipiente e sistema de cultivo (CORRÊA, 1983).

A Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Manaus - UEPAE de Manaus da EMBRAPA, escolheu como uma das estratégias para resolver o problema da baixa produtividade a seleção de materiais resistentes às principais doenças e com produções acima de 1 kg/planta. Levando-se em consideração que a propagação por semente é uma das responsáveis pela alta variabilidade genética, decidiu-se fazer a propagação vegetativa dos materiais selecionados para se conseguir plantações mais uniformes.

Conseguida a técnica de enraizamento de estacas, como método de propagação vegetativa, estabeleceu-se um padrão de mudas para o plantio definitivo.

Nas avaliações efetuadas, constatou-se que os

níveis de sobrevivência destas mudas foram irregulares e não satisfatórios para um número considerável de materiais.

Como é visto, a seleção atual de mudas do guaraná restringe-se somente aos caracteres da parte aérea, não levando em consideração as características do sistema radicular.

Em vista destas limitações, o presente trabalho tem como objetivos: 1) estimar na fase de viveiro a magnitude da variabilidade genética dos caracteres da parte aérea e do sistema radicular em mudas de clones de guaraná; 2) correlacionar variáveis da parte aérea com uma variável representativa do sistema radicular com a finalidade de encontrar indicadores que permitam estimar as características das raízes através de observações na parte aérea.

COEFICIENTES DE CAMINHAMENTO ENTRE CARACTERES DA PARTE AÉREA
E DO SISTEMA RADICULAR EM GUARANÁ (*Paullinia cupana* var.
sorbilis)

FIRMINO JOSÉ DO NASCIMENTO FILHO

Aprovado em: 09/09/88

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Akihiko Ando	ESALQ/USP
Prof. Dr. Natal Antonio Vello	ESALQ/USP
Prof. Dr. Antonio Natal Gonçalves	ESALQ/USP



Prof. Dr. Akihiko Ando
Orientador



N244c

Nascimento Filho, Firmino José do
Coeficientes de caminhamento entre caracteres da
parte aérea e do sistema radicular em guaraná "(Paul-
linia cupana var. sorbilis)" Piracicaba, 1988.
101p. ilus.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Clone de guaraná - Estaquia 2. Guaraná - Melhora
mento 3. Guaraná - Parâmetro genético 4. Guaraná - Raiz
I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Pira
cicaba

CDD 633.88328

X
006/88

COEFICIENTES DE CAMINHAMENTO ENTRE CARACTERES DA PARTE AÉREA
E DO SISTEMA RADICULAR EM GUARANÁ
(*Paullinia cupana* var. *sorbilis*)

FIRMINO JOSÉ DO NASCIMENTO FILHO
Engenheiro Agrônomo



Orientador: Prof. Dr. AKIHIKO ANDO

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Agosto de 1988



"MINHA PRECE"

Obrigado Senhor

por mais esta etapa
pela tua luz em forma de soluções
pelo teu auxílio através da presença constante
pelas portas que se abriram e
pelo conhecimento que me concedestes.

OBRIGADO DEUS.

O Autor.

Este trabalho dedico aos meus
pais Firmino e Aurora,
irmãos e sobrinhos,
e a todos aqueles que, apesar de tudo
lutam por um mundo melhor.

"in memoriam" a meu
tio José Pereira de Souza e
ao cunhado Aparecido Batistela.

À minha esposa IRIS
e as filhas RAQUEL e REBECA
OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus agradecimentos a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização do presente trabalho, e de maneira especial às seguintes pessoas e instituições:

- Professor Dr. Akihiko Ando, pela orientação e ensinamentos recebidos, durante o desenvolvimento deste trabalho;
- Drs. Acilino do Carmo Canto e Expedito Ubirajara Peixoto Galvão, chefe e sub-chefe da UEPAE de Manaus pela confiança, apoio e compreensão na finalização deste trabalho;
- Dr. Erci de Moraes, ex-chefe da UEPAE de Manaus e atual chefe do CNPSD-EMBRAPA, pela atenção concedida durante a fase de treinamento e pela confiança a mim depositada na realização deste curso;
- Consultor Dr. José Ricardo Escobar - convênio IICA / EMBRAPA - pela sugestão e orientação desta pesquisa, especialmente no desenvolvimento da fase experimental;
- Dr. Afonso Celso Candeira Valois, na pessoa de Assessor para a Região Norte - EMBRAPA/Sede, pelo apoio na fase inicial do curso;
- Dr. Adroaldo G. Rossetti - CNPSD/EMBRAPA, no auxílio tocante a fase inicial da organização dos dados para análise estatística;
- Prof. Dr. Roland Vencovsky - Depto. Genética - ESALQ/USP, pelo auxílio na orientação das análises referentes a genética quantitativa;

- Ao Colega Cosme Damião Cruz, Prof. do Depto. de Genética - UFV/Viçosa, pela sugestão referente a análise de caminhamento ("path coefficient") aplicada no presente estudo e sua contribuição na interpretação dos dados, como também;
- Ao colega Paulo Hideo Nakano Rangel - CNPAF/EMBRAPA, pela ajuda nesta interpretação;
- Dr. Benedito George do Canto Pinto e família pelo apoio moral e espiritual prestado durante a fase final de elaboração desta dissertação a quem reitero meus agradecimentos;
- Aos Professores da ESALQ: Antonio Natal Gonçalves e Hilton Thadeu Z. do Couto - Depto. de Ciências Florestais; Paulo Roberto C. e Castro - Depto. de Botânica e Antônio A. Lucchesi - Depto. de Fruticultura pelas sugestões e informações prestadas;
- Dr. Oswaldo Machado Rodrigues Cabral - CNPSD/EMBRAPA), pelas análises e interpretações dos dados agrometeorológicos;
- Ao amigo Eng^o Agr^o Ricardo Montalvân del Aguila, pesquisador do Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana - IIAP/Peru pelo companheirismo, críticas construtivas e sua colaboração marcante na melhor coerência do texto;
- Aos amigos Juvenil Enrique Cares, prof. do Depto. de Fitopatologia - UNB/Brasília pelos registros fotográficos na fase da coleta dos dados; Eng^{os} Agr^{os} Leônidas Correia das Neves pelo encorajamento e estímulo espiritual e Reinaldo Campanatti Pereira pela ajuda concedida na correção do texto;

ÍNDICE

	Página
RESUMO	ix
SUMMARY	xi
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	04
2.1. Problemática da guaranaicultura	04
2.2. Trabalhos referentes ao estudo	08
2.2.1. Trabalhos relacionados com guaraná .	08
2.2.2. Trabalhos relacionados com outras	
espécies	09
2.2.3. Aspectos metodológicos	14
2.3. Parâmetros genéticos	19
2.3.1. Coeficiente de herdabilidade	19
2.3.2. Correlações	21
2.4. Análise de caminhamento ("path analysis") .	24
3. MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1. Material	29
3.2. Métodos	31
3.2.1. Coleta das estacas	31
3.2.2. Execução e condução experimental ...	32
3.2.2.1. Enraizamento das estacas ..	33
3.2.2.2. Indução das gemas vegetati	
vas	35
3.2.2.3. Desenvolvimento vegetativo.	37
3.2.2.4. Fase destrutiva ou final ..	38
3.2.3. Coleta dos dados experimentais	40

- Aos Professores, colegas e funcionários do Curso de Genética e Melhoramento de Plantas - ESALQ/USP e aos funcionários e pesquisadores da Seção de Radiogenética do CENA/USP pela amizade, atenção e o excelente convívio proporcionado;
- Aos técnicos José Carlos Rocha Dantas, Argemiro Soares Mota, Antonio Sabino Neto da Costa Rocha pela colaboração na condução experimental; ao técnico Carlos Doza pela coleta e organização dos dados agrometeorológicos e a equipe do laboratório de solos e plantas da UEPAE de Manaus, pelas análises realizadas;
- À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, pela oportunidade através da bolsa de estudos concedida para a realização do curso;
- À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, através do Departamento de Genética, pelo aperfeiçoamento de minha formação científica e cultural;
- Ao Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA) especialmente ao chefe do CPD Jorge Portugal e ao programador Adelino Alves Vieira pelo apoio durante a fase de digitação dos dados; ao Centro de Informática na Agricultura - CIAGRI/ESALQ, em nome do Engº Agrº Gabriel Sarries pelas computações das análises estatísticas;

A todos meu sincero agradecimento e gratidão.

3.2.4. Análise estatístico-genética	44
3.2.4.1. Análise de variância	44
3.2.4.2. Análise de covariância	46
3.2.4.3. Cálculo do coeficiente de determinação genotípica ...	48
3.2.4.4. Cálculos das correlações fe notípicas, genotípicas e am bientais	48
3.2.4.5. Estimativas dos coeficientes de caminhamento	50
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4.1. Análise de variância	62
4.2. Estimativas das correlações	71
4.3. Análise de caminhamento ("Path Analysis") .	76
5. CONCLUSÕES	84
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
APÊNDICE	95



COEFICIENTES DE CAMINHAMENTO ENTRE CARACTERES DA PARTE AÉREA
E DO SISTEMA RADICULAR EM GUARANÃ (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*)

Autor: FIRMINO JOSÉ DO NASCIMENTO FILHO
Orientador: Prof. Dr. AKIHIKO ANDO

RESUMO



O guaraná é uma cultura importante para a Amazônia Brasileira, embora sua baixa produtividade obstaculize um maior impulso à formação de novos plantios. Esta baixa produtividade é devida principalmente à desuniformidade do material reproduzido por sementes e à alta incidência de doenças.

Para superar estas dificuldades, a EMBRAPA através da UEPAE de Manaus decidiu selecionar plantas resistentes à antracnose e produtivas. Foi empregada a propagação vegetativa para reproduzir estes materiais.

Selecionaram-se 201 clones entre 1982 a 1985, que foram submetidos a avaliações preliminares em teste de competição ao nível de campo, onde verificaram-se baixos níveis de sobrevivência. Posto que as mudas utilizadas para plantio foram selecionadas dentro do mesmo padrão de características da parte aérea, considerou-se que a causa da baixa sobrevivência estava ligada ao sistema radicular. Assim, surgiu a necessidade de estudar a variabilidade do sistema

radicular de mudas aptas para o plantio e correlacionar variáveis da parte aérea com uma variável básica do sistema radicular.

A finalidade de determinar essas correlações consistiu em poder predizer, com uma base segura, o bom estado do sistema radicular, medindo uma característica da parte aérea, que esteja melhor relacionada.

Nesse sentido estimaram-se parâmetros genéticos, tais como, as correlações entre variáveis da parte aérea e do sistema radicular. Para uma melhor consistência das correlações efetuou-se a análise de caminhamento

Os resultados do presente estudo revelaram existir uma alta variabilidade do sistema radicular entre os clones, como também uma alta correlação genética e uma baixa correlação ambiental entre a maioria dos pares de caracteres estudados. Isto indica que estes caracteres são mais influenciados pelos fatores genéticos do que pelo ambiente. Quando se soma estes resultados o alto coeficiente de determinação genotípica, pode-se dizer que é possível empregá-los em programas de seleção.

Conclui-se que o diâmetro basal do ramo é a característica da parte aérea mais correlacionada, através de um alto efeito direto com o peso seco da raiz. Esta particularidade permite também concluir que a avaliação do diâmetro basal do ramo pode servir para avaliação indireta do sistema radicular. Desse modo, esse caráter pode se integrar ao padrão de seleção de mudas ao nível de viveiro.

PATH COEFFICIENTS BETWEEN ABOVE GROUND AND ROOT SYSTEM
CHARACTERS IN "GUARANÁ" (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*)

Author: FIRMINO JOSÉ DO NASCIMENTO FILHO
Adviser: Prof. Dr. AKIHIKO ANDO

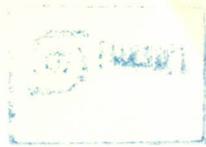
SUMMARY

"Guaraná", a very important crop for the Brazilian Amazonian Region, has a problem of low productivity, which imposes restriction to the expansion of its cultivation. This low productivity is due mainly to the lack of uniformity in the material propagated by seeds, and a high incidence of diseases.

To surpass these difficulties, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA through - Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual - UEPAE of Manaus, has established a program to select clones resistant to anthracnosis and more productive, using vegetative propagation to reproduce these materials.

Two hundred and one clones were selected between 1982 and 1985 and submitted to preliminary evaluations in competition trials under field conditions. During these trials low levels of survival were observed. Considering that the material utilized for planting was selected within the same pattern of the above ground characters, it was concluded

indicates that the evaluation of the root system. Therefore this character can be incorporated into the pattern of selection of material in nursery conditions.



that the cause of low survival could be related to the root system.

Thus, the necessity arose to study the variability of the root system of the material suitable for planting, and to correlate the above ground variables with a basic variable of the root system.

The objective of determining these correlations was to be able to predict, in a safe way, the good state of the root system, by measuring a correlated character of the above ground part.

With this objective, genetic parameters and correlations between the above ground variables and the root system were estimated. For a better consistence of the correlations, path analysis was realized.

The results obtained show a high variability of the root system among clones, high genetic correlation and low environmental correlation between most of the pairs of characters studied. This is an indication that these characters are more influenced by genetic factors than by environmental ones. From these results, together with high coefficient of genotypic determination for most of the characters studied, it can be said that it is possible to select characters which could be used in breeding programs.

It was concluded that the basal diameter of the stem, one of the above ground characteristics, is highly correlated with the root dry weight. This particular situation

2. REVISÃO DE LITERATURA

A revisão compreende as seguintes partes: problemática da guaranaicultura; trabalhos referentes ao estudo envolvendo trabalhos relacionados com guaraná, trabalhos com outras espécies, aspectos metodológicos e parâmetros genéticos.

2.1. PROBLEMÁTICA DA GUARANAICULTURA

O principal problema identificado nas plantações de guaraná no Estado do Amazonas, o principal produtor, é a baixa produtividade. Esta baixa produtividade está ligada diretamente à grande desuniformidade no aspecto geral das plantas. Por sua vez, esta desuniformidade acha-se intimamente relacionada com os seguintes fatores: sistema de cultivo, manejo incipiente, problemas fitossanitários, e principalmente a ausência de seleção de plantas, resultando numa baixa densidade populacional (CORRÊA, 1983).

Convém precisar que, nos plantios tradicionais, praticamente 80% das plantas apresentam a incidência de antracnose (*Colletotrichum guaranicola*), a principal doença da cultura, com um nível variando de médio a severo, e se, a isso somarmos os efeitos da sobrevivência que é da ordem de 50%, torna a guaranaicultura, no Estado do Amazonas, uma atividade agrícola pouco atraente para novos investidores (ESCOBAR, 1986).

Este quadro apresentado pela cultura é em parte devido à forma de reprodução do guaraná que, segundo ESCOBAR (1985), é considerado uma espécie intermediária com graus variados de polinização cruzada e geitonogamia de acordo com o tamanho da população a que pertença. Devido a este fato a propagação por sementes não melhoradas concorre sem dúvida para a heterogeneidade observada entre indivíduos nas plantações existentes (CORRÊA, 1983).

Para as culturas que apresentam alta desuniformidade em função de sua forma de reprodução, a propagação vegetativa é de especial importância (HARTMANN & KESTER, 1979). No caso da cultura do guaraná, após uma série de dificuldades na definição do método mais adequado para a propagação vegetativa (OKAWA et alii, 1959; CASTRO, 1971; GONÇALVES, 1971; SOUZA & ALMEIDA, 1972; CASTRO & FERREIRA, 1973), chegaram a um consenso de que o guaraná poderia ser propagado vegetativamente pelo método da estaquia.

A partir de 1977, iniciou-se na UEPAE de Ma-

naus estudos preliminares sobre o enraizamento de estacas obtendo-se baixos percentuais de enraizamento. CORRÊA & ESTOLBERG (1981), utilizando ácido indolbutírico (IBA) e nebulização intermitente de acordo com MIRANDA (1983), conseguiram 40% de enraizamento. Neste estudo também definiram qual o melhor tipo de estaca a utilizar.

Após estes estudos, ficou evidente a obtenção de mudas de guaraná pelo método da estaquia, onde as estacas dos tipos herbáceos e semi-lenhosas foram as mais promissoras. Assim, obteve-se resultados estimuladores no enraizamento, encontrando-se hoje ao nível de campo plantas adaptadas e com ótimo desenvolvimento (ESCOBAR, 1986).

Porém, para assegurar a viabilização do método da propagação vegetativa, esta deve ser aplicada sobre materiais promissores. Neste sentido, a EMBRAPA através da UEPAE de Manaus, implantou um programa de seleção de plantas resistentes à antracnose e com bons níveis de rendimento. Isto foi possível devido à variabilidade que é encontrada nas plantações existentes (ESCOBAR, 1986).

Segundo ESCOBAR (1986), através da seleção de plantas matrizes e da técnica da propagação vegetativa, conseguiu-se colocar em competição e avaliação, 201 clones entre 1982 e 1985. Mediante as avaliações iniciais, verificou-se uma ampla variação na adaptação dos materiais onde os níveis de sobrevivência variaram de 0,0% a 100%. No caso dos clones

envolvidos no presente trabalho (Tabela 1), 40% apresentaram uma porcentagem média de 48,8% de sobrevivência o que não é um índice aceitável.

De acordo com ESCOBAR (1986), é importante também selecionar clones de alta sobrevivência (acima de 90%) garantindo ao produtor um maior número de plantas efetivas por hectare, apenas, em decorrência do uso de materiais genéticos adaptados às condições locais.

Desse modo, considerou-se que um dos fatores mais importantes na sobrevivência inicial das plantas de guaraná está ligado à seleção de mudas aptas para o plantio definitivo. A seleção destas mudas estão sujeitas a um padrão de características que facultam sua escolha. Estas características são: o vigor das mudas e o número de folhas aos oito meses de idade. Como é visto, a seleção atual de mudas está baseada nas características da parte aérea, sem nenhuma avaliação do sistema radicular por razões práticas. Por este motivo, as condições do sistema radicular são inferidas sem base segura através da avaliação da parte aérea.

Baseado nesta circunstância, considerou-se necessário realizar o presente estudo com os objetivos citados na introdução e que tem como finalidade precípua melhorar a seleção de mudas, visando melhores níveis de sobrevivência das plantas.

2.2. TRABALHOS REFERENTES AO ESTUDO

Não se encontraram referências de trabalhos relacionados ao guaraná sobre estudos de correlações entre a parte aérea e o sistema radicular, bem como sobre a relação entre padrões de seleção de mudas e sobrevivência após plantio no campo definitivo.

2.2.1. Trabalhos relacionados com guaraná

Dentro dos poucos estudos encontrados, pode ser citado o trabalho realizado por VALOIS & CORRÊA (1976) que encontraram correlações significativas entre alguns caracteres do cacho e do fruto com a produção de sementes secas.

Também, ESCOBAR *et alii* (1984) efetuaram correlações entre as estimativas do número de folhas e ramos, altura da planta, tamanho de semente seca e produção. Encontraram uma correlação significativa ($r = 0,622$) entre o número de folhas no plantio e o número de ramos após seis meses no campo. Mostrou-se também significativamente correlacionada a altura da planta no plantio e o número de folha após seis meses ($r = 0,594$). Finalmente, a correlação entre o número de ramos e o número de folhas à idade de seis meses foi também significativa.

RODRIGUES (1986), analisando o crescimento de

mudas de guaraná obtidas através da propagação vegetativa, na fase de viveiro, efetuou as correlações entre caracteres. Desse modo, encontrou-se correlações significativas e de alta magnitude ($r = 0,920$) entre o peso seco da raiz e o peso seco da estaca e entre o peso seco do caule mais o peso seco do pecíolo com o peso seco da estaca ($r = 0,940$). Entretanto, as correlações entre o comprimento da estaca com o peso seco da raiz ($r = 0,130$) e o comprimento da estaca com o peso seco do caule mais pecíolo ($r = 0,210$) foram muito baixas e não significativas.

Sobre herdabilidade em guaraná, o próprio ESCOBAR (1986) estimou este parâmetro para alguns caracteres da fase juvenil de clones. Seu estudo mostrou a existência de diferenças significativas entre clones quanto ao número de folhas, comprimento do maior ramo e número de ramos aos seis e doze meses após o plantio. Também encontrou que os caracteres avaliados são altamente herdáveis, tendo sido verificado que a variância genética foi alta e expressiva, embora tenha encontrado altos valores na variância ambiental. No estudo de correlações, encontrou significância entre número de folhas e comprimento do maior ramo.

2.2.2. Trabalhos com outras espécies

Estudos com outras espécies também são escassos. A respeito, VELLO (1984) indica que, embora não se

tenha total conhecimento da relação existente entre a magnitude do sistema radicular e a adaptação de plantas ao nível de campo, trabalhando com sistema radicular de milho, cita que o conhecimento do desenvolvimento de suas raízes e sua relação com a parte aérea são de interesse do ponto de vista agrônomo, genético e fisiológico. Também anota que um sistema radicular mais vigoroso deve aparentemente ser mais eficiente na absorção de nutrientes e de água no solo, com influência direta sobre a produtividade.

MONYO & WHITTINGTON (1970) estudaram as características do sistema radicular em variedades de trigo Chinese Spring, Hope e no material proveniente da substituição de cromossomos de linhagens de Hope por cromossomos da variedade Chinese Spring. Eles concluíram que o padrão de crescimento das raízes variou consideravelmente entre as linhagens, sendo que tal variação ocorreu também com os números de perfilhos que desenvolveram por diferentes períodos de tempo. Neste trabalho, ficou evidente a existência de uma relação do desenvolvimento da parte aérea com o desenvolvimento do sistema radicular, onde algumas linhagens diferiram significativamente quanto à relação parte aérea/raiz.

Igualmente CAFFREY & CARROLL (1938), estudando a susceptibilidade ao acamamento, verificaram que variedades de aveia diferiram na resistência da palha, diferindo também no desenvolvimento da raiz, onde vários tipos de raízes foram encontrados nas variedades submetidas aos testes. Veri

ficaram ainda que as variedades com forte empalhamento tiveram uma melhor sustentação através do sistema radicular, do que aquelas mais suscetíveis ao acamamento.

HAMILTON (1941), estudando também certos caracteres do caule de aveia e sua relação com o acamamento, concluiu que o tipo de raiz desenvolvido estava associado com certos caracteres da parte aérea, mostrando estar relacionado com a resistência da palha.

Estudos sobre a relação de tamanho de raiz, crescimento ereto e acamamento em feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.) mostram resultados onde a maior quantidade de biomassa da raiz pode ser um componente importante de resistência ao acamamento, uma vez que detectaram diferenças significativas para as relações parte aérea/raiz, entre cultivares e linhagens, testadas tanto ao nível de campo como em condições controladas (STOFELLA et alii, 1979).

Finalmente BROWN (1969), procurando explicar as diferenças no crescimento da parte aérea e a sobrevivência em mudas em plantio definitivo com pinheiro Scotch (*Pinus sylvestris* L.) de diversas variedades e de diferentes origens geográficas, efetuou uma caracterização de raízes. Este autor detectou grande variação em relação ao tipo e a extensão do desenvolvimento das raízes laterais.

Trabalhando com variedades, raças, híbridos e compostos de milho, ARAÚJO (1975) encontrou variabilidade fenotípica no desenvolvimento do sistema radicular entre e dentro das cultivares para os seguintes caracteres avaliados: volume de raiz, peso total da planta e de raízes, peso das raízes seminais e nodais, número de raízes seminais, número de raízes nodais e número total de raízes bem como percentagem de raízes seminais. Assim com os resultados encontrados concluiu que cultivares de milho que possuem maiores sistemas radiculares e com maior rapidez de crescimento no estágio inicial, poderão possuir um sistema radicular mais vigoroso e compacto na maturidade.

VELLO (1984), estudando caracteres do sistema radicular de plantas jovens de milho, encontrou variabilidade genética, a qual considerou ser útil em antever a obtenção de sucesso na prática de seleção para raízes vigorosas.

DERERA et alii (1969), estudando a variabilidade genética no desenvolvimento da raiz em relação à tolerância à seca em trigo de primavera, observaram diferenças varietais significativas quanto a taxa de penetração, máximo de profundidade de penetração, e número de raízes seminais e nodais. Através do estudo de correlações, verificaram que, durante os estádios iniciais de desenvolvimento da planta, o peso de raiz foi negativamente correlacionado com a taxa de evapotranspiração. Assim, concluíram a existência de

diferenças genotípicas quanto ao desenvolvimento do sistema radicular e tolerância à seca.

Quanto a estudos sobre os aspectos genéticos dos caracteres da raiz, HOWARD & HOWARD (1912), estudando a herança em alguns caracteres em trigo, já encontraram uma distinta segregação entre tipos de raízes. Também, CAFFREY & CARROLL (1938), num trabalho de hibridação entre diferentes variedades de aveia, demonstraram que as diferenças observadas nos tipos de raízes são controladas por fatores genéticos, pois ficou muito bem evidenciada a sua segregação.

A mesma conclusão chegou SHANK (1943), após estudo da relação parte aérea/raiz em linhagens e híbridos de milho em casa-de-vegetação, verificando que esta é controlada por vários fatores genéticos, com uma tendência no sentido de dominância para baixa relação.

FRANCO & INFORZATO (1946) concluíram que a conformação do sistema radicular de uma planta depende, em primeiro lugar, da sua constituição genética, existindo ao mesmo tempo uma interação com o ambiente.

A respeito da natureza dos fatores genéticos, pode ser citado que dados de Gerloff, citados por NASS & ZUBER (1971), sobre sistema radicular em milho sugerem que existe herança quantitativa de efeito aditivo para a relação parte aérea/raiz e quantidade do desenvolvimento de raiz, uma vez que linhagens com sistema radicular superior produziram progênies F_1 com o melhor sistema radicular.

EISSA et alii (1983) também encontraram a existência de herança quantitativa para raízes em algodão, estudando a herança do peso e a do seu peso relativo em plântulas, e determinaram, através de análises das médias de diferentes gerações, grande quantidade de efeito aditivo, de dominância e epistático do tipo aditivo por aditivo.

* 2.2.3. Aspectos metodológicos

Visto que a cultura do guaraná é pouco estudada em seus vários aspectos, não se tem encontrado metodologias prontas para se utilizar quando se quer fazer avaliações quantitativas relacionadas a variáveis importantes apresentadas pela planta.

ESCOBAR (1984), procurando analisar e discutir a utilidade de algumas medições, tais como: o número de folhas, número de ramos e altura da planta em experimentos com guaraná, reconhece que a carência de informações deste tipo dificulta a compreensão e avaliação do comportamento natural do guaraná, para fins de seleção de plantas e avaliação dos materiais ao nível de campo.

No caso das avaliações relacionadas às variáveis da parte aérea, foram utilizadas as metodologias usadas por ESCOBAR (1984) e RODRIGUES (1986). As avaliações das variáveis

veis do sistema radicular (número de raiz, peso da raiz fresca, peso da raiz seca, superfície da raiz, volume de raiz, diâmetro de raiz e comprimento de raiz) foram feitas baseadas sobre trabalhos de diferentes autores, cujas considerações a respeito são citadas em seguida.

O número de raízes principais e laterais geralmente é contado quando o sistema radicular de uma planta é recuperado integralmente, pois este número proporcionará a obtenção de uma estimativa do seu comprimento total (DITNER, 1937). Embora o número de raiz não seja uma boa avaliação do sistema radicular, tem-se conseguido altas correlações com outras variáveis (MELHUIISH & LANG, 1968).

No caso do parâmetro peso fresco de raiz, um dos inconvenientes maiores é a uniformidade do conteúdo de água retido nas mesmas. É por sua vez, um método simples de determinação e através de um procedimento padronizado para remover a água retida pelas raízes, os dados obtidos podem correlacionar-se bem com outros parâmetros, a exemplo de AYCOCK & MCKEE (1975) que trabalhando com este parâmetro conseguiram altas correlações com o peso seco da raiz e volume de raiz. Este procedimento foi utilizado por Wallbrink (1966), citado por BÖHM (1979), no estudo do sistema radicular de plantas de pomar.

BÖHM (1979) afirma que a maioria das informações referentes ao crescimento e função das raízes são ainda baseadas sobre o peso seco, sendo por conseguinte o parâmetro mais preciso e aceito entre os resultados de trabalhos

de pesquisas, os quais podem ser prontamente comparados. BRAY (1963) e SANTANTONIO et alii (1977) também afirmaram que o peso da raiz pode ser considerado como uma medida fundamental de estoque de fotossintetizados na planta. Assim, para os casos em que a produtividade da planta abaixo da superfície do solo tiver que ser determinada, o peso da raiz será o melhor critério para avaliação.

Schuurman & Goedeewaagen (1971), citados por BÖHM (1979), mostraram que, para a determinação do peso das raízes, estas devem ser lavadas e enxaguadas, podendo em seguida serem colocadas para secar em estufa à temperatura de 105°C por cerca de 10 a 20 horas, dependendo da quantidade de raízes. Porém, a secagem pode ser feita entre 60 a 75°C levando mais tempo, com a vantagem de não tornarem as raízes altamente quebradiças.

A respeito do uso do peso de raiz, convém salientar que SHANK (1943) não concorda totalmente com BÖHM (1979) e com os demais autores, advertindo que o mesmo por si só não se constitui um parâmetro altamente eficiente para avaliação de sistemas radiculares, uma vez que sistemas radiculares de igual peso podem suportar partes aéreas de tamanhos diferentes. Devido a este tipo de problema, o reconhecimento da superfície de raiz é considerado uma importante variável

principalmente quando experimentos envolvem a absorção de água e nutrientes. Porém, as suas limitações estão ligadas a falta de métodos práticos para as avaliações rápidas e seguras.

DITTMER (1937), através do cálculo direto determinando a média do diâmetro e comprimento de um grande número de raízes por amostras, conseguiu chegar a uma estimativa da área de raízes em plantas de centeio.

Usando a metodologia de medida indireta através de aparelhos foto-elétricos, MORRISON & ARMSON (1968) estimaram a superfície de raiz de plântulas de coníferas desenvolvida em canteiro a qual denominaram de índice de área de raiz. Estas medidas indiretas, normalmente usadas na determinação de área foliar, provaram, através de vários testes, estar altamente correlacionadas com medidas feitas diretamente sobre as raízes (BÖHM, 1979).

No caso da avaliação do volume de raiz, existe entre outras técnicas, a do deslocamento do volume de água contida em um recipiente graduado, tendo sido a mais usada. Porém, autores como BHASKARAN & CHAKRABASTY (1965) determinaram o volume através da média do diâmetro da raiz e do seu comprimento, embora este procedimento tem sido raramente utilizado na prática.

São poucos os trabalhos citados na literatura que utilizam o volume de raiz como parâmetro de avaliação. A principal razão para isto, segundo BÖHM (1979), é certamente que

o volume de raízes para espécies de poucas raízes grandes pode ser igual as espécies com grande quantidade de pequenas raízes fibrosas, sendo usado somente para suplementar outros parâmetros. Dentre os poucos estudos envolvendo determinação do volume, há o trabalho de AYCOCK & MCKEE (1975) onde encontraram altas correlações entre peso fresco e peso seco, estudando a variabilidade de raízes entre vários cultivares e linhagens de tabaco.

Também o conhecimento do diâmetro de raízes, segundo WIERSUM (1957), pode dar importantes informações sobre a relação entre o tamanho de poros em um solo e o seu potencial de penetração.

O diâmetro de raiz, nos estudos com plantas anuais, na maioria dos casos, tem sido medido somente para calcular superfície ou volume de raiz. Porém, nos estudos de raízes de árvores, os trabalhos de pesquisa são confrontados com os problemas, em diferenciação de raízes de vários diâmetros (BÖHM, 1979).

Os mais importantes trabalhos de pesquisa têm considerado o comprimento de raiz por unidade de volume de solo ser um dos melhores parâmetros para o cálculo de absorção de água pelas raízes.

Segundo Grosskopf (1950), Gardner (1969), Melz (1971) e Taylor & Klepper (1973 e 1975), citados por BÖHM (1979), foi considerado o comprimento de raiz por unidade de volume de solo um dos melhores parâmetros para o cálculo de absorção

de água pelas raízes. Uma das razões colocadas pelos autores é a tendência de novas possibilidades para a rápida determinação com os métodos de intersecção (HEAD, 1966; NEWMAN, 1966a) e os aparelhos para facilitar as medições desenvolvidos por ROWSE & PHILLIPS (1974).

2.3. PARÂMETROS GENÉTICOS

2.3.1. Coeficiente de herdabilidade

O parâmetro principal para o estudo genético de um caráter quantitativo é, muitas vezes, o coeficiente de herdabilidade (h^2). Este tem sido aplicado quando o material genético constitui uma amostra aleatória. Quando o conjunto de indivíduos avaliados está relacionado ao efeito genético fixo é sugerido o uso do coeficiente de determinação genotípica (" h^2 "). O conhecimento destes possibilitará ao melhorista prever a eficiência de diferentes métodos de seleção e escolher o método mais apropriado para cada situação. A importância destes coeficientes em programas de melhoramento reside no fato de expressar a validade do valor fenotípico como representante do valor genotípico de uma população (FALCONE, 1972).

Segundo BRIQUET (1946), herdabilidade é a porção da variação observada numa população, de uma dada característica, devida às diferenças genotípicas dos indivíduos, componentes dessa população. LUSH (1940) definiu herdabilidade como "a fração da variância observada, devido às diferenças gênicas dos indivíduos".

O coeficiente de herdabilidade varia de 0 (zero) a 1 ou de 0 (zero) a 100 se em base de porcentagem, dando assim a idéia de relação quantitativa. Um coeficiente de herdabilidade de 0,75 indica que setenta e cinco por cento da variação observada numa população são causados pelos diferentes genótipos que compõem a população e vinte e cinco por cento dessa mesma variação, são causados pela ação do meio. Portanto, a herdabilidade indica quanto influi o meio e quanto influem os genes na expressão de uma determinada característica (BRIQUET, 1946).

É importante compreender que a herdabilidade é uma propriedade não somente de um caráter, mas também da população e das circunstâncias de ambiente, às quais os indivíduos estão sujeitos. Desta maneira, a quantidade de variação ambiental não controlada pode limitar um possível ganho genético na seleção de uma população (FALCONER, 1972).

A herdabilidade pode ser expressa no sentido amplo e no sentido restrito. No sentido amplo, é o quociente entre a variância genética total e a variância fenotípica de um caráter, enquanto que no sentido restrito, é o quociente entre a variância genética aditiva e a variância fenotípica (DUDLEY, 1969).

O progresso genético substancial somente acontece quando o caráter selecionado é altamente herdável e determinado por ação gênica aditiva. No caso de plantas propagadas vegetativamente, a ação gênica dominante é importan-

te visto que plantas mães transferem às suas filhas (clones) todo seu patrimônio genético. Sob tal situação, a seleção é efetiva e a resposta rápida e contínua (VENCOVSKY, 1978).

2.3.2. Correlações

Outro parâmetro importante no melhoramento é a correlação entre caracteres.

Os caracteres correlacionados são de interesse, segundo FALCONER (1972), por três razões: a sua relação com as causas genéticas devido à ação pleiotrópica dos genes, a relação com as mudanças produzidas pela seleção e a relação com a seleção natural. Nos estudos genéticos, é necessário distinguir apenas duas causas de correlações: a genética e a ambiental. No estudo das correlações genéticas, o efeito pleiotrópico dos genes é o mais importante pois é responsável pelas causas permanentes de associação entre caracteres, enquanto que a ligação gênica é responsável pela causa transitória de correlação particularmente em populações derivadas de cruzamentos entre materiais divergentes. O ambiente é uma causa de correlação, quando dois caracteres estão influenciado pelas mesmas diferenças ambientais.

O uso de correlações no melhoramento genético vem sendo muito estudado e é de grande importância, principalmente quando se quer melhorar um caráter da fase adulta com relação às características da fase juvenil, consideran

do-se que o tempo é um fator que onera muito os programas de melhoramento especialmente com plantas perenes, para as quais as predições de resposta a seleção são mais importantes.

O melhoramento contribui para aprimorar várias características simultaneamente (VENCOVSKY, 1978); sendo assim é praticamente impossível poder-se melhorar um caráter de maneira totalmente isolada.

Portanto, uma forma mais adequada de se conseguir sucesso no melhoramento de um caráter que apresenta dificuldades na sua identificação, medição ou baixa herdabilidade é a utilização de um caráter correlacionado, que mostre facilidades na coleta dos dados e que apresente um alto coeficiente de herdabilidade (GOLDENBERG, 1968). Ainda GOLDENBERG (1968) mostra uma outra vantagem do estudo de caracteres correlacionados que é o fato de estes proporcionarem o conhecimento de correlações desfavoráveis, permitindo assim a escolha de métodos ou procedimentos genéticos para preveni-las ou eliminá-las.

No caso da seleção de certos caracteres que são influenciados pelo ambiente, o uso de caracteres altamente correlacionados, por causas genéticas, com a característica desejada, permite uma grande economia no trabalho necessário para atingir o objetivo desejado (FALCONER, 1972).

JOHNSON et alii (1955a) mencionam que a seleção através de caracteres correlacionados depende das variações fenotípicas e genotípicas apresentados pelos mesmos. Se

gundo ROBINSON & COCKERHAM (1965), as correlações e variâncias são os parâmetros que mais interessam no melhoramento de uma cultura.

Além da ação do meio sobre os caracteres em estudo, é importante se conhecer muito bem os componentes e o grau de suas associações com o caráter a ser melhorado (MORAIS, 1980). A associação entre dois caracteres que pode ser observada diretamente é a correlação dos valores fenotípicos, ou correlação fenotípica (FALCONER, 1972). ZACARIAS (1977) afirma que as correlações fenotípicas se prestam mais à orientação, ao passo que as genotípicas são muito mais valiosas no sentido de retratar os verdadeiros valores das associações entre caracteres, o que é corroborado por SOUZA (1985) o qual reafirma que a correlação fenotípica, por si só, não oferece valor prático, e o seu uso pode levar a insucessos num programa de melhoramento.

As correlações fenotípicas entre as características podem ser desdobradas em correlações genotípicas e de ambiente, porém só as genotípicas envolvem uma associação de caracteres herdáveis, podendo, por conseguinte, ser utilizada na orientação de programas de seleção (CRUZ, 1983).

As correlações genéticas e de ambiente, muitas vezes, diferem em magnitude, e algumas vezes em sinal. A diferença em sinal, entre duas correlações, indica que as causas genéticas e de ambiente afetam os caracteres por meio de mecanismos fisiológicos diferentes (FALCONER, 1972).

2.4. ANÁLISE DE CAMINHAMENTO ("PATH ANALYSIS")

O método da análise dos coeficientes de caminhamen-
to ("path analysis"), desenvolvido por WRIGHT (1921, 1923)
não foi imediatamente aceito pelos geneticistas nem pelos
estatísticos. Posteriormente, este método foi tratado com
mais pormenores através do próprio WRIGHT (1934).

Wright (1934) e Li (1972, 1975), citado por
RANGEL (1979), definiram as propriedades do coeficiente de cami-
nhamento como: (1) sendo um coeficiente de regressão, ele é di-
recional, podendo ser negativo ou positivo e maior ou menor
que a unidade; (2) sendo um coeficiente de regressão padro-
nizado, ele pode ser utilizado para comparar unidades dife-
rentes; (3) não tendo unidade física, ele se assemelha a um
coeficiente de correlação; e (4) em algumas ocasiões ele se
comporta com um coeficiente de correlação simples.

BHATT (1973) cita que a análise de caminhamen-
to nos casos em que se considera um único modelo causal, é simples-
mente uma análise de regressão parcial padronizada sendo útil
no desdobramento dos coeficientes de correlação em efeito
direto e indireto.

Li (1948, 1956), citado por BHATT (1973), lhe
deu melhor interpretação e aplicação tornando seu uso mais
generalizado entre os melhoristas de animais e os geneticis-
tas e apenas esporadicamente usado pelos melhoristas de
plantas.

Atualmente, percebe-se que a tendência do uso do coeficiente de caminamento é crescente nos trabalhos de melhoramento que envolvem o estudo de correlações entre diferentes caracteres.

Segundo VENCOVSKY (1978), o melhorista busca o aprimoramento de várias características simultaneamente. Neste caso, a análise do coeficiente de caminamento proporcionará o melhor conhecimento das interrelações entre os caracteres, pois a correlação simples mede apenas a associação mútua entre duas variáveis, sem considerar a causa, e o coeficiente de caminamento especifica a causa e mede a sua importância relativa.

A correlação entre caracteres agronômicos, apesar de ser de grande utilidade na determinação dos componentes de um caráter complexo, não dá a exata importância relativa das influências diretas e indiretas destes caracteres. Portanto, a utilização da metodologia do coeficiente de caminamento pode, então, melhor auxiliar o melhorista, por permitir a visualização do efeito direto que um caráter causa no outro e dos efeitos indiretos dos outros caracteres relacionados (PAIVA, 1982).

Matematicamente, a análise de caminamento é o estudo pormenorizado do coeficiente de correlação simples entre duas variáveis. Esta tem sido útil para descrever as relações que existem entre um conjunto de variáveis, dentro de uma ótica proposta pelo pesquisador, cujos resultados são

interpretados com base em um diagrama previamente estabelecido (CRUZ, 1988).

Assim, para um melhor entendimento das inter-relações dos caracteres envolvidos na produção de arroz, RANGEL (1979) avaliou dois diagramas de causas-efeito ou modelos casuais utilizando de forma diferente o mesmo conjunto de caracteres. Estes arranjos foram previamente estabelecidos, para os quais encontrou resultados divergentes sobre os caracteres que explicaram em mais alto grau a produção. Isto, segundo o autor, mostra que o sucesso do método da análise de caminhamento está diretamente ligado à composição dos referidos diagramas causais, que deverão conter as variáveis mais importantes para o efeito das causas que se deseja explicar.

A partir das estimativas dos coeficientes de correlações genéticas entre dez caracteres em plantas jovens de clones de seringueira (*Hevea brasiliensis*), PAIVA et alii (1982) aplicaram o método da análise de coeficiente de caminhamento para detectar os efeitos diretos e indiretos relacionados com a produção precoce de borracha seca. Desta maneira, constataram alto efeito direto positivo para espessura da folha, espessura da casca, número de anéis de vasos laticíferos, densidade dos vasos em 5 mm do anel e distância média entre os consecutivos anéis de vasos laticíferos os quais variaram de 0,490 a 5,188, sendo que encontraram influência marcante, tanto direta como indiretamente para o caráter espessura da casca na maior produção de borracha.

Através da análise de caminhamento VASCONCELLOS (1982), estudando nove caracteres de *Hevea* spp e suas relações com o melhoramento genético da cultura, concluiu que o caráter produção de borracha é influenciado por baixos efeitos direto e indireto via altura da planta, efeito direto negativo via densidade de vasos laticíferos, sendo os efeitos direto e indireto via número de anéis de vasos laticíferos, o mais importante na produção de borracha seguido pelos efeitos direto e indireto da espessura da casca.

Com o novo conceito no tipo de planta em arroz, apresentado por Tsunoda (1965), citado por KUMAR & SAINI (1973), os melhoristas foram estimulados a dar ênfase às variedades de porte baixo, surgindo assim a necessidade de se conhecer a influência direta e indireta dos caracteres que contribuem com a produção para maior segurança na seleção de genótipos de alta produtividade, o que foi possível através da análise do coeficiente de caminhamento onde trabalharam com 58 linhagens promissoras de arroz.

No estudo do relacionamento entre tamanho de semente, número de espiguetas por espigas, fertilidade, peso de semente por espiga, altura de planta e produção de semente em 81 progênies de "crested wheatgrass", *Agropyron caninum*, DEWEY & LU (1959) utilizaram a análise do coeficiente de caminhamento onde conseguiram mostrar que a fertilidade e altura de planta foram os dois caracteres que exerceram maior influência tanto direta como indiretamente na produção, o que

não foi possível através do coeficiente de correlação simples.

Em estudo envolvendo vinte e dois genótipos de trigo (*T. aestivum* L.), em doze ambientes do Estado de Minas Gerais, SOUZA (1985) obteve as correlações parciais fixando o comprimento da espiga e, através do uso do coeficiente de caminhamento, fez o desdobramento destas correlações parciais, entre a produção de grãos e os componentes primários do rendimento (peso de mil grãos, número de grãos/espiga e estande final). Desta forma, conseguiu demonstrar a presença de efeito direto positivo para todos caracteres, sendo que o peso de mil grãos apresentou maior magnitude e mostrou ser o componente mais importante na produção. As correlações negativas entre o número de grãos por espiga e a produção foram explicadas pelos altos efeitos indiretos negativos deste caractere via peso de mil grãos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATERIAL

Para o desenvolvimento do trabalho, foram utilizados 36 clones de guaraná provenientes de plantas selecionadas das populações existentes na Estação Experimental da Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual, denominada UEPAE de Manaus, pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. As referidas populações envolveram os experimentos: SP 7801, SP 7804, SP 7805 e SP 7806 pertencentes ao sistema de produção, e os experimentos: ME-8203, ME 8308, ME 8310 e ME 8311, pertencentes ao estudo de competição de clones que compreende os trabalhos de melhoramento genético da cultura (Tabela 1).

Dos clones em estudo, 23 se encontram em fase de avaliação, cujas percentagens de sobrevivência variaram de 0,00% a 100% nos plantios definitivos em caráter experimental. Dos 13 clones restantes, ainda não se conhece o comportamento de adaptação a nível de campo.

Para cada clone foram coletadas, na fase ini-

Tabela 1. Relação dos clones de guaraná submetidos ao estudo da variabilidade de caracteres da parte aérea e do sistema radicular. Manaus, AM, 1985/86.

Tratamento	Clone	Origem	% sobre- vivência	Trat.	Clone	Origem	% sobre- vivência	Trat.	Clone	Origem	% sobre- vivência
1	138	ME8310	100	13	227	SP7806	85	25	343	SP7806	100
2	140	ME8203	33	14	228	SP7806	85	26	348	SP7805	DESC
3	142	ME8203	86	15	229	SP7806	87	27	413	SP7805	DESC
4	183	ME8203	90	16	250	SP7805	DESC	28	416	SP7805	DESC
5	187	SP7801	DESC	17	251	SP7805	70	29	431	SP7804	100
6	189	SP7806	90	18	275	ME8311	77	30	447	SP7804	DESC
7	206	SP7806	19	19	276	SP7806	93	31	497	SP7806	DESC
8	217	ME8308	87	20	280	SP7806	73	32	507	SP7805	DESC
9	222	SP7806	55	21	286	SP7801	44	33	514	SP7806	DESC
10	223	SP7806	68	22	287	SP7801	87	34	636	SP7806	DESC
11	224	SP7806	88	23	288	SP7801	0	35	637	SP7806	DESC
12	225	SP7806	81	24	340	SP7806	DESC	36	678	SP7801	DESC

ME = Experimentos de Melhoramento Genético; SP = Experimentos do Sistema de Produção; DESC = Desconhecida.

cial, 159 estacas em média provenientes dos ramos herbáceos (lançamentos do ano) dos quais, segundo CORRÊA (1983), têm-se conseguido maiores percentagens de enraizamento.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Coleta das estacas

Visto que o problema do baixo índice de sobrevivência das plantas apresentado acnível de campo foi oriundo de mudas produzidas através do sistema de produção de mudas comerciais, tomou-se no presente trabalho a precaução de seguir o mesmo procedimento de coleta para evitar erros nas interpretações dos resultados.

A coleta e o preparo das estacas foram efetuados nas próprias populações, no período matutino, iniciando por volta das 06:00 horas, e se prolongando no máximo até às 09:30 horas. Desse modo, reduziu-se a intensidade de calor, evitando assim a desidratação do material.

As estacas coletadas apresentaram tamanho variável, permanência de um par de meio folíolos inseridos na estaca através do pecíolo em cuja inserção há presença constante de uma gema vegetativa, uma vez que estudos anteriores revelaram não haver diferenças significativas entre comprimento e número de raízes quando se utiliza duas gemas por estaca (CORRÊA, 1983).

Após a coleta, as estacas foram acondicionadas em baldes plásticos e mantidas úmidas via pulverização de água, utilizando-se para isso um pulverizador costal. Assim, conseguiu-se evitar, ao máximo, a desidratação durante o transporte até o viveiro de enraizamento.

Das partes restantes das folhas e dos ramos que integraram o material botânico que deu origem às estacas, foram feitas duas amostras compostas: uma das folhas e outra dos ramos. Estas amostras foram submetidas à análise química para os macro e micronutrientes com a finalidade de se conhecer os níveis nutricionais de cada planta fornecedora das estacas (Apêndices 1 e 2).

3.2.2. Execução e condução experimental

Este trabalho foi iniciado em julho de 1985, momento em que a fenologia das plantas de guaraná estavam mais favoráveis à coleta das estacas. A implantação e desenvolvimento deste trabalho foram feitos nos viveiros de enraizamento de estacas e formação de mudas enraizadas, também da UEPAE de Manaus. EMBRAPA, localizada no Km 30 da Rodovia AM 010 Manaus-Itacotiara, no Estado do Amazonas, numa latitude de 03°08'S e uma longitude de 59°52'W Gr, com uma altitude de 50 m em relação ao nível do mar. O clima segundo a classificação de Köppen, pertence ao grupo de clima tropical chuvoso tipo Af, com temperatura média do mês mais frio, supe-

rior a 18°C, e uma precipitação superior a 60 mm no mês mais seco, de acordo com o "BOLETIM AGROMETEOROLÓGICO" da EMBRAPA - UEPAE de Manaus (1984).

Segundo o processo de formação de mudas através da propagação vegetativa, o desenvolvimento do presente trabalho constitui-se de 4 etapas: enraizamento das estacas, indução das gemas vegetativas, desenvolvimento vegetativo e fase destrutiva ou final.

Para as etapas de enraizamento das estacas e induções das gemas vegetativas, não foi utilizado o delineamento experimental. As estacas foram colocadas a enraizar de maneira ordenada em 6 blocos com 6 sub-blocos cada um, e aproximadamente 159 estacas por sub-bloco, o qual foi composto de estacas referentes a um clone. O mesmo esquema se seguiu para a fase de indução das gemas vegetativas. Na etapa de desenvolvimento vegetativo até a fase destrutiva foi utilizado o delineamento de blocos casualizados com 36 tratamentos e 5 repetições (PIMENTEL GOMES, 1982).

3.2.2.1. Enraizamento das estacas

As estacas foram levadas diretamente para o viveiro de enraizamento, onde as extremidades superiores receberam uma aplicação de parafina derretida com a finalidade de evitar contaminações e deterioração dos tecidos durante o tempo de enraizamento das mesmas.

Para uma maior estimulação do processo da rizogênese, utilizou-se um tratamento rápido por via líquida do fitohormônio ácido indolbutírico (IBA) numa concentração de 4000 ppm (CORREIA, 1983). Tal procedimento sucedeu ao tratamento das estacas com parafina, antecedendo imediatamente o plantio das mesmas.

Seguindo o procedimento utilizado por RODRIGUES (1986), o plantio individual das estacas foi feito em sacos plásticos transparentes para possibilitar a visualização da presença das raízes formadas. Estes apresentaram as seguintes dimensões: largura 20 cm, comprimento 33 cm e espessura 0,03 mm. Para facilitar a drenagem foram feitas perfurações na porção inferior até a altura de 1/3 do mesmo.

O conteúdo para cada saco foi de aproximadamente 2 kg da mistura de terriço (solo da mata) mais areia lava da numa proporção de 80% e 20% respectivamente. A análise química deste substrato é apresentada no Apêndice 3.

De acordo com BROWN (1969), a mistura usada oferece um ambiente com menor resistência para o desenvolvimento das raízes. O terriço foi peneirado para evitar ao máximo a presença de raízes estranhas, no momento da coleta das raízes das mudas de guaraná, permitindo assim um maior controle sobre o estudo dos parâmetros relacionados com as variáveis do sistema radicular.

O plantio das estacas foi feito de modo que um terço da porção inferior permaneceu em contato com o subs

trato contido nos sacos plásticos, recebendo em seguida 2 cm a 3 cm de areia lavada para evitar a presença de ervas daninhas, e melhor drenagem superficial, completando assim o volume total dos sacos.

Nesta fase, visando a indução do sistema radicular, todo material em estudo permaneceu no viveiro de enraizamento, cuja cobertura com sombrite proporcionou uma redução de 67% da radiação solar (Apêndice 4). Um sistema adicional de nebulização automática intermitente no viveiro de acordo com MIRANDA (1983) promoveu uma redução da desidratação dos tecidos, principalmente da lâmina foliar, garantindo assim os processos biológicos das estacas. De acordo com CORRÊA & STOLBERG (1981), estas condições ambientais são favoráveis e proporcionam índices mais elevados de enraizamento.

3.2.2.2. Indução das gemas vegetativas

Após comprovada a presença do sistema radicular em 64% das estacas, aos 71 dias após o plantio das mesmas (Tabela 2), estas foram transferidas para o viveiro de formação onde houve um aumento na quantidade de luz incidente da ordem de 12% em relação à fase anterior, o qual pode ser verificado no Apêndice 5. Nesta etapa, a luz é um fator importante na aceleração da indução das gemas vegetativas. O



Tabela 2. Porcentagem de estacas enraizadas aos 71 dias após plantio referente aos 36 clones estudados. UEPAE/Manaus, 1985 ^{1/}, Manaus, AM.

Clones	Número inicial de estacas	Número de estacas enraizadas	Porcentagem de estacas enraizadas
138	155	120	77,4
140	169	127	75,1
142	162	142	87,7
183	152	99	65,1
187	151	94	62,3
189	155	78	50,3
206	126	100	79,4
217	158	131	82,9
222	162	105	64,8
223	152	107	70,4
224	161	98	60,9
225	159	99	62,3
227	167	95	56,9
228	153	102	66,7
229	158	66	41,8
250	156	131	84,0
251	166	127	76,5
275	162	114	70,4
276	163	64	39,3
280	172	112	65,1
286	160	143	89,4
287	174	162	93,1
288	161	87	54,0
340	167	97	58,1
343	150	102	68,0
348	153	67	43,8
413	164	138	84,1
416	161	71	44,1
431	161	69	42,9
447	154	100	64,9
497	153	87	56,9
507	167	82	49,1
514	158	101	63,9
636	162	69	42,6
637	167	94	56,3
678	171	89	52,0
Média geral	159	102	64,0

^{1/} Dados coletados no viveiro de enraizamento do campo experimental do Km 30 da UEPAE de Manaus/EMBRAPA. Manaus, AM.

sistema de nebulização intermitente foi substituído por regas manuais controladas, mantendo sempre a capacidade de campo do substrato das mudas. Nestas regas foi usado a mesma quantidade de água para cada muda.

Os sacos plásticos transparentes foram revestidos com sacos plásticos pretos para evitar o desenvolvimento de certos musgos e algas. Foram feitas duas adubações: a primeira foi composta de 1 g de sulfato de magnésio, 1 g de uréia e 1,5 g de superfosfato triplo. Na segunda adubação, houve apenas o aumento na mistura de 1 g de sulfato de magnésio em relação à primeira.

3.2.2.3. Desenvolvimento vegetativo

O período do desenvolvimento vegetativo das mudas foi de exatamente oito meses. No momento da instalação do experimento propriamente dito, as mudas com as gemas vegetativas induzidas foram submetidas a um critério de seleção levando-se em consideração um tamanho padrão de desenvolvimento das mesmas para todos os tratamentos. As mudas permaneceram nas mesmas condições ambientais da indução das gemas vegetativas. Estas foram arranjadas no delineamento de blocos casualizados (PIMENTEL GOMES, 1982) e as parcelas foram compostas de 10 mudas sendo todas dentro do padrão previamente estipulado com a finalidade de reduzir a variação dentro da parcela.

As mudas selecionadas foram transplantadas para sacos plásticos pretos de maior tamanho, com as seguintes dimensões: 40 cm de largura; 40 cm de comprimento e 0,20 mm de espessura contendo a mesma mistura do substrato da fase de enraizamento, cuja análise química do mesmo é apresentada no Apêndice 6.

Este transplante foi feito para proporcionar o livre desenvolvimento das raízes, criando assim condições para expressar todo o seu potencial. Nesta fase, foram feitas 6 adubações foliares numa concentração de 20 g de uréia, 100g de sulfato de magnésio, 10 g de sulfato de zinco e 10 g de bórax por 20 litros d'água.

Visando evitar danos na parte aérea das plantas, para não mascarar os dados coletados sobre a mesma, foram feitos tratamentos fitossanitários preventivos com aplicações de inseticida e fungicida a cada dez dias, no controle de pragas e doenças. No controle das pragas, usou-se o Ethion na dosagem de 20 ml para 10 litros de água, mais 10 ml de espalhante adesivo. No caso das doenças, foi utilizado 10 g de Benlate e 15 ml de espalhante adesivo em 20 litros de água, e no controle de bacteriose utilizou-se um fungicida à base de cobre utilizando as dosagens de acordo com suas recomendações.

3.2.2.4. Fase destrutiva ou final

No final da etapa do desenvolvimento vegetati

vo, aos 8 meses após o transplante, foi feita uma amostragem aleatória de 3 plantas por parcela totalizando 15 plantas por tratamento, das quais foram apuradas, através de uma dissecação da parte aérea e do sistema radicular, todas as variáveis possíveis. Segundo dados de RODRIGUES (1986), ocorre nesta fase um rápido crescimento do sistema radicular, o que corresponde ao momento mais adequado para o plantio definitivo no campo.

Quanto aos componentes da parte aérea (ramo, folhas e pecíolos), estes foram coletados no viveiro e quantificados no laboratório. A estaca remanescente* permaneceu juntamente com o sistema radicular os quais permaneceram por uma noite imersos em água, em uma caixa de cimento amianto da marca "Brasilit" com capacidade de 1000 litros e, na manhã seguinte, lavado dentro de peneira de malha fina usando sempre um jato leve de água para retirar toda a terra envolvente à raiz, sem perdê-las nem danificá-las.

Após a liberação das raízes, estas também foram enviadas ao laboratório dentro de bandejas de plástico de 0,50 m de comprimento x 0,30 m de largura x 0,10 m de profundidade de forma individual, onde fez-se toda preparação necessária para a coleta de todas as variáveis possíveis sobre o sistema radicular. Após cortarem as raízes, uma a uma, na base da estaca remanescente estas também foram liberadas.

(*) Estaca que deu origem à muda.

3.2.3. Coleta dos dados experimentais

Coletou-se dezoito variáveis da parte aérea e sete variáveis do sistema radicular e o peso seco total. Estas estão relacionadas, abaixo, de uma forma bastante sucinta. Após, segue os esclarecimentos sobre os procedimentos utilizados em suas mensurações. Notar-se-á também que as variáveis submetidas ao mesmo tipo de medição ou tipos de avaliações diferentes sobre a mesma variável encontram-se apresentadas de forma seqüencial e agrupadas.

As variáveis estão ordenadas na seguinte seqüência: peso fresco⁺ da estaca remanescente, peso fresco do ramo, peso fresco do pecíolo, peso fresco da folha*, peso seco⁺ da estaca remanescente, peso seco do ramo, peso seco do pecíolo, peso seco da folha*, peso seco da raiz, peso seco da parte aérea, peso seco total, peso da raiz seca ao ar, índice de área de raiz, volume da raiz, área foliar, comprimento do ramo, comprimento médio da raiz, diâmetro médio da raiz, diâmetro basal do ramo, diâmetro mediano do ramo, diâmetro apical do ramo, diâmetro médio do ramo, número de gemas no ramo, número de folhas, número de folíolos e número de raízes. Na coleta das variáveis usou-se os seguintes procedimentos:

Peso fresco da estaca remanescente (PFER), peso fresco do ramo (PFR), peso fresco do pecíolo (PFP) e peso fresco da folha

⁺ Peso fresco e peso seco subentende-se peso da matéria fresca e peso da matéria seca.

* Os pesos da folha corresponde aos pesos dos folíolos.

(PFF) - Para maior confiabilidade nos dados coletados sobre a biomassa fresca do material procurou-se protegê-lo, ao máximo, do efeito da desidratação. Assim, após a coleta e divisão das diferentes partes, estas foram levadas imediatamente até ao laboratório e pesadas em balança eletrônica com precisão de centigramas. Neste trabalho utilizou-se a balança de marca "SARTORIUS" 2354 com capacidade máxima de 1000 gramas e precisão de 0,01 grama.

Peso seco da estaca remanescente (PSEr), peso seco do ramo (PSR), peso seco do pecíolo (PSP), peso seco da folha (PSF) e peso seco da raiz (PSRZ) - Para a obtenção dos pesos secos, os materiais foram levados à estufa numa temperatura de 75°C até chegarem à constância de seu peso. Esta constância foi verificada através de duas ou três pesagens sucessivas dentro de intervalos regulares.

Peso seco da parte aérea (PSPA) e peso seco total (PST) - A primeira variável foi obtida através da soma dos pesos secos de cada variável relativa à parte aérea, sendo a segunda resultado da soma da primeira mais o peso seco das raízes. Nestas variáveis não se incluiu o peso seco da estaca devido a grande variabilidade apresentada, tanto dentro de clones como inter-clones. Porém, o que se observou na fase final foi que estacas menores e com menores pesos produziram sistemas radiculares e partes aéreas semelhantes a sis-

temas radiculares e partes aéreas originadas de estacas maiores e com maiores pesos.

Peso da raiz seca ao ar (PRSA), índice de área de raiz (IAR) e volume de raiz (VR) - Estas variáveis foram determinadas com as raízes praticamente nas mesmas condições de umidade. O IAR foi medido através do determinador de área foliar. As raízes previamente secas ao ar foram preparadas e cortadas em segmentos de tamanhos regulares para não permitir a sobreposição dos mesmos, proporcionando assim um resultado mais correto sobre esta variável. O valor resultante sobre esta variável foi baseado na média de duas leituras, pois se houvesse desvio acima de 30 unidades de leitura era feita uma 3ª leitura. Isto garantiu uma maior segurança dos valores médios encontrados. No caso do VR, utilizou-se de uma proveta com capacidade de 1000 ml e com precisão de décimos de ml. Foi estabelecido um ponto de zeragem na proveta na altura dos 800 ml, e após o deslocamento do volume de água devido à massa da raiz introduzida, era feita a leitura.

Área foliar (AF) - A área foliar foi calculada através do determinador de área foliar pelo sistema automático de integração de área com respostas em cm^2 (Marca "LI-COR" IMC Modelo 3100). Porém, foi feita posteriormente a transformação para dm^2 .

Comprimento do ramo (CR) - No laboratório, usando uma régua graduada em cm e mm, com limite máximo de 1 metro, foi feita a tomada do comprimento dos ramos desde a base até a extremidade dos mesmos.

Comprimento médio de raiz (CMR) - O sistema radicular de mudas de guaraná é formado por um número variável de raízes de acordo com o clone em estudo. Tais raízes dentro da mesma planta possuem comprimentos variados. Portanto, para se ter uma medida bem representativa, foram feitas tantas medidas quantas eram o número de raízes de uma planta, gerando no final um comprimento médio sobre o total de raízes.

Diâmetro médio de raiz (DMR) - Após a tomada do comprimento das raízes, eram coletadas também os seus diâmetros, através de um paquímetro com divisões em cm e mm, estabelecendo-se no final um diâmetro médio, usando-se o mesmo procedimento anterior.

Diâmetro basal do ramo (D1), diâmetro mediano do ramo (D2), diâmetro apical do ramo (D3) e diâmetro médio do ramo (DMRA) - Através do uso de um paquímetro com divisões em cm e mm, foram coletados os três diâmetros, e através de sua soma determinou-se o diâmetro médio.

Número de gema do ramo (NG), número de folhas (NF) e número de folíolos (NFL) e número de raízes (NR) - Estas variáveis foram obtidas através de simples contagens.

3.2.4. Análise estatístico-genética

3.2.4.1. Análise de variância

As análises foram realizadas em microcomputador do Centro de Informática da Agricultura (CIAGRI) da ESALQ/USP.

A análise de variância foi feita para cada variável, segundo o esquema de blocos casualizados que é apresentado na Tabela 3. O modelo estatístico usado na análise foi o seguinte:

$$Y_{ij} = m + g_i + b_j + e_{ij}$$

sendo:

Y_{ij} = valor observado relativo a parcela que recebeu o tratamento i no bloco j ,
 $i = 1, 2, \dots, 36$.
 $j = 1, 2, \dots, 5$.

m = média geral;

g_i = efeito do genótipo i ;

b_j = efeito do bloco j ;

e_{ij} = erro experimental associado ao valor fenotípico da observação ij .

Tabela 3. Esquema da análise de variância (quadrados médios e esperanças dos quadrados médios) para cada variável estudada.

FV	GL	QM	E(QM)
Blocos	r-1	-	-
Clones	c-1	QM ₂	$\sigma_e^2 + r\sigma_g^2$
Erro	(r-1)(c-1)	QM ₁	σ_e^2

r = número de repetições;

c = número de clones;

QM₂ = quadrado médio de clones;

QM₁ = quadrado médio do erro experimental;

E(QM) = esperança do quadrado médio;

σ_e^2 = componente de variância da observação, que é função do erro experimental;

σ_g^2 = componente de variância genética entre os clones.

Os componentes de variância foram estimados do seguinte modo:

- a) estimador do componente de variância devido ao efeito de clones.

$$\hat{\sigma}_g^2 = \frac{(\hat{\sigma}_e^2 + r\hat{\sigma}_g^2) - \hat{\sigma}_e^2}{r} = \frac{QM_2 - QM_1}{r}$$

- b) estimador do componente de variância devido ao erro experimental

$$\hat{\sigma}_e^2 = QM_1$$

c) estimador da variância fenotípica entre as médias dos clones

$$\hat{\sigma}_F^2 = \frac{\hat{\sigma}_e^2 + r\hat{\sigma}_g^2}{r} = \frac{QM_2}{r}$$

d) estimador do coeficiente de variação genética para os diferentes caracteres estudados

$$CV_g = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_g^2}}{\bar{x}} \cdot 100$$

onde:

\bar{x} = média do caráter.



3.2.4.2. Análise de covariância

As análises de covariância foram efetuadas à semelhança das análises de variância.

Sabe-se que a variância da soma de duas variáveis quaisquer é igual à soma das variâncias individuais, mais duas vezes a covariância entre elas, ou seja,

$$QM(x+y) = QM(x) + QM(y) + 2 \text{Cov}(x,y).$$

Deste modo

$$\text{Cov}(x,y) = \frac{QM(x+y) - QM(x) - QM(y)}{2}$$

Tratando-se de componentes de covariância, as esperanças dos produtos médios apresentam o mesmo formato das esperanças dos quadrados médios em se tratando de componentes de variância (MODE & ROBINSON, 1959). Assim procedeu-se à análise de covariância cujo esquema é mostrado na Tabela 4.

Tabela 4. Esquema da análise da covariância com as esperanças dos produtos médios, para os diferentes caracteres dois a dois.

FV	GL	PM(x,y)	E (PM)
Blocos	r-1	-	-
Trat.	c-1	$\hat{C}OV_F(xy) = \frac{QM_2(x+y) - QM_2(x) - QM_2(y)}{2}$	$COV_E(xy) + rCOV_G(xy)$
Erro	(r-1)(c-1)	$\hat{C}OV_E(xy) = \frac{QM_1(x+y) - QM_1(x) - QM_1(y)}{2}$	$COV_E(xy)$

Onde a covariância genotípica foi estimada do seguinte modo:

$$\hat{C}OV_G(x,y) = \frac{\hat{C}OV_F(x,y) - \hat{C}OV_E(x,y)}{r}$$

3.3.4.3. Cálculo do coeficiente de determinação genotípica

Em virtude dos genótipos utilizados pertencerem a um conjunto fixo de materiais genéticos, foi empregado o coeficiente de determinação genotípica que segundo FALCONER (1972) representa o coeficiente de herdabilidade no sentido amplo, utilizado quando as populações constituem amostras aleatórias. Assim, o coeficiente de determinação genotípica foi estimado com base nas médias dos clones através da seguinte fórmula:

$$"h_a^2" = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_F^2}$$

sendo: σ_g^2 = variância genotípica total;

σ_F^2 = variância fenotípica entre as médias dos clones;

Estimador " \hat{h}_a^2 " do coeficiente de determinação genotípica " h_a^2 ".

$$" \hat{h}_a^2 " = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_F^2}$$

Estimador s (" \hat{h}_x^2 ") o erro associado as estimativas do coeficiente de determinação genotípica.

$$s(" \hat{h}_x^2 ") = \left(\frac{2}{n_1 + 2} + \frac{2}{n_2 + 2} \right) \cdot (1 - " \hat{h}_x^2 ") \text{ de acordo com (VELLO \& VENCOSKY, 1974)}$$

3.2.4.4. Cálculos das correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais

Os cálculos das correlações foram baseados na relação entre as covariâncias (genotípica, fenotípica e am-

biental) entre os dois caracteres e a raiz quadrada do produto das variâncias de cada caráter (FALCONER, 1972). Deste modo os coeficientes de correlação foram estimados como segue:

a) Estimador r_F do coeficiente de correlação fenotípica (ρ_F):

$$r_F = \frac{\widehat{CÔV}_F(x,y)}{\sqrt{\widehat{\sigma}_F^2(x) \cdot \widehat{\sigma}_F^2(y)}}$$

sendo:

$\widehat{CÔV}_F(x,y)$ = estimador da covariância fenotípica entre os caracteres x e y ;

$\widehat{\sigma}_F^2(x)$ e $\widehat{\sigma}_F^2(y)$ = estimadores das variâncias fenotípicas dos caracteres x e y , respectivamente.

b) Estimador r_G do coeficiente de correlação genotípica (ρ_G):

$$r_G = \frac{\widehat{CÔV}_G(x,y)}{\sqrt{\widehat{\sigma}_G^2(x) \cdot \widehat{\sigma}_G^2(y)}}$$

sendo:

$\widehat{CÔV}_G(x,y)$ = estimador da covariância genotípica entre os caracteres (x e y).

$\widehat{\sigma}_G^2(x)$ e $\widehat{\sigma}_G^2(y)$ = estimadores das variâncias genotípicas dos caracteres x e y , respectivamente.

c) Estimador r_E do coeficiente de correlação ambiental (ρ_E):

$$r_E = \frac{\widehat{CÔV}_E(x,y)}{\sqrt{\widehat{\sigma}_E^2(x) \cdot \widehat{\sigma}_E^2(y)}}$$

sendo:

$C\hat{O}V_E(x,y)$ = estimador da covariância ambiental entre os caracteres x e y ;

$\hat{\sigma}_E^2(x)$ e $\hat{\sigma}_E^2(y)$ = estimadores das variâncias ambientais dos caracteres x e y , respectivamente.

3.2.4.5. Estimativas dos coeficientes de caminhamento

Para análise de caminhamento estabeleceu-se, preliminarmente, um diagrama causal, onde o peso seco das raízes foi considerado como a variável básica e os caracteres comprimento do ramo, diâmetro basal do ramo, número de folhas, área foliar, peso seco da parte aérea e peso seco total como variáveis explicativas. Os coeficientes de caminhamento foram estimados a partir do desdobramento das correlações entre os caracteres considerados.

No presente trabalho, os coeficientes de caminhamento foram calculados a partir das correlações genotípicas usando-se o método sugerido por DEWEY & LU (1959) para a resolução de um conjunto de equações simultâneas. Tal metodologia foi usada por LENK & MISRA (1973), RANGEL (1979), PAIVA *et alii* (1982) e VASCONCELLOS (1982) e SOUZA (1985), onde os sistemas de equações propostas expressam o relacionamento básico entre o efeito da correlação e seus componentes desdobrados em componentes de efeitos direto e indireto.

De acordo com LI (1956, 1975), construiu-se um diagrama de causas-efeito, mostrando as relações entre a variável básica e as variáveis explicativas como também suas interrelações as quais são apresentadas na Figura 1. No diagrama, as setas unidirecionais indicam a influência direta de cada uma das cinco variáveis explicativas, medidas pelo coeficiente de caminhamento, simbolizado por P_{jx} ($j = 1,2,3,4,5$), e as setas bidirecionais mostram a interdependência dos componentes, cuja magnitude e direção são dadas pelo coeficiente de correlação simples (r) conforme descrito no item 3.2.4.4.

A variável 6 não correlacionada e incluída no diagrama representa os fatores residuais, o que permite a completa determinação dos efeitos.

De acordo com o diagrama da Figura 1, foram estabelecidas 5 equações da seguinte forma:

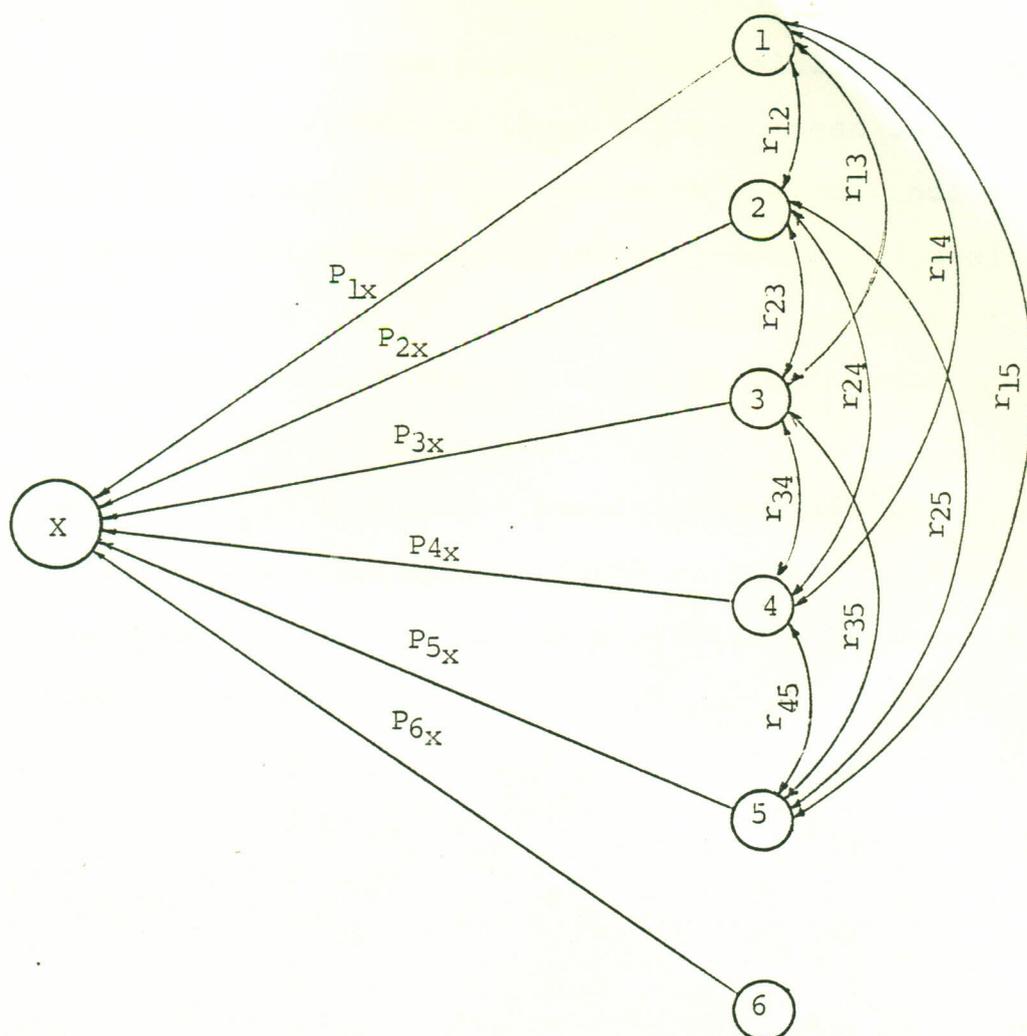
$$r_{1x} = P_{1x} + r_{12}P_{2x} + r_{13}P_{3x} + r_{14}P_{4x} + r_{15}P_{5x}$$

$$r_{2x} = r_{21}P_{1x} + P_{2x} + r_{23}P_{3x} + r_{24}P_{4x} + r_{25}P_{5x}$$

$$r_{3x} = r_{31}P_{1x} + r_{32}P_{2x} + P_{3x} + r_{34}P_{4x} + r_{35}P_{5x}$$

$$r_{4x} = r_{41}P_{1x} + r_{42}P_{2x} + r_{43}P_{3x} + P_{4x} + r_{45}P_{5x}$$

$$r_{5x} = r_{51}P_{1x} + r_{52}P_{2x} + r_{53}P_{3x} + r_{54}P_{4x} + P_{5x}$$



Variáveis explicativas:

- 1 - Comprimento do ramo
- 2 - Diâmetro do ramo
- 3 - Número de folhas
- 4 - Área foliar
- 5 - Peso seco da parte aérea

Variável básica

X - Peso seco de raiz

Variável residual

6 - Variável residual não correlacionada

Figura 1. Diagrama de causas-efeitos de seis variáveis relacionadas a caracteres de mudas de guaraná propagadas vegetativamente mostrando suas interrelações, onde 1,2,3,4 e 5 são causas correlacionadas de X.

Nestas equações, P_{ix} ($i=1,2,\dots,5$) mede o efeito direto da i -ésima variável sobre x (peso seco da raiz) e os outros termos ($r_{ij} P_{jx}$) medem os efeitos indiretos da i -ésima variável sobre x através da j -ésima variável. O sistema de equações descrito foi colocada em forma matricial possibilitando a estimação dos coeficientes de caminamento por operações matriciais elementares.

Seguindo a metodologia usada por VASCONCELLOS (1982), a representação na forma matricial do sistema de equações normais $X'X\beta = X'Y$, que possibilita a estimação dos parâmetros resulta:

$$X'X = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & r_{13} & r_{14} & r_{15} \\ r_{21} & 1 & r_{23} & r_{24} & r_{25} \\ r_{31} & r_{32} & 1 & r_{34} & r_{35} \\ r_{41} & r_{42} & r_{43} & 1 & r_{45} \\ r_{51} & r_{52} & r_{53} & r_{54} & 1 \end{bmatrix}$$

onde $X'X$ é uma matriz não-singular das correlações genotípicas entre as variáveis explicativas;

$$\hat{\beta} = \begin{bmatrix} P_{1x} \\ P_{2x} \\ P_{3x} \\ P_{4x} \\ P_{5x} \end{bmatrix}$$

onde $\hat{\beta}$ é a matriz dos coeficientes de caminamento;

$$X'Y = \begin{bmatrix} r_{1x} \\ r_{2x} \\ r_{3x} \\ r_{4x} \\ r_{5x} \end{bmatrix}$$

onde $X'Y$ é a matriz das correlações genotípicas entre as variáveis explicativas e a variável básica.

A solução do sistema

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1} X'Y$$

nos fornece os valores dos P_{jx} na matriz que relaciona matematicamente o coeficiente de correlação e o coeficiente de caminamento.

Deste modo chegamos ao seguinte sistema matricial:

$$\begin{bmatrix} r_{1x} \\ r_{2x} \\ r_{3x} \\ r_{4x} \\ r_{5x} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & r_{13} & r_{14} & r_{15} \\ r_{21} & 1 & r_{23} & r_{24} & r_{25} \\ r_{31} & r_{32} & 1 & r_{34} & r_{35} \\ r_{41} & r_{42} & r_{43} & 1 & r_{45} \\ r_{51} & r_{52} & r_{53} & r_{54} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_{1x} \\ P_{2x} \\ P_{3x} \\ P_{4x} \\ P_{5x} \end{bmatrix}$$

ou ainda:

$$\begin{bmatrix} P_{1x} \\ P_{2x} \\ P_{3x} \\ P_{4x} \\ P_{5x} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & r_{13} & r_{14} & r_{15} \\ r_{21} & 1 & r_{23} & r_{24} & r_{25} \\ r_{31} & r_{32} & 1 & r_{34} & r_{35} \\ r_{41} & r_{42} & r_{43} & 1 & r_{45} \\ r_{51} & r_{52} & r_{53} & r_{54} & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} r_{1x} \\ r_{2x} \\ r_{3x} \\ r_{4x} \\ r_{5x} \end{bmatrix}$$

Através dos efeitos diretos e indiretos, inclusive do efeito residual (P_{6x}), obteve-se a equação de determinação total da seguinte forma:

$$\begin{aligned} 1 = & P_{6x}^2 + P_{1x}^2 + P_{2x}^2 + P_{3x}^2 + P_{4x}^2 + P_{5x}^2 + 2P_{1x} r_{12} P_{2x} + 2P_{1x} r_{13} P_{3x} + \\ & + 2P_{1x} r_{14} P_{4x} + 2P_{1x} r_{15} P_{5x} + 2P_{2x} r_{23} P_{3x} + 2P_{2x} r_{24} P_{4x} + \\ & + 2P_{2x} r_{25} P_{5x} + 2P_{3x} r_{34} P_{4x} + 2P_{3x} r_{35} P_{5x} + 2P_{4x} r_{45} P_{5x} \end{aligned}$$

onde:

$$P_{1x}^2 + P_{2x}^2 + \dots + 2P_{4x} r_{45} P_{5x} = R_x^2(1, 2, \dots, 5)$$

onde:

$R_x^2(1, 2, \dots, 5)$... coeficiente de determinação da análise de caminhamento ou, de maneira equivalente, coeficiente de determinação da regressão múltipla tendo como variável dependente o peso seco da raiz e como variáveis independentes as cinco características explicativas do diagrama da análise de caminhamento.

O efeito residual (P_{6x}^2) foi obtido da seguinte forma:

$$P_{6x}^2 = 1 - R_{x(1,2,\dots,5)}^2$$

ou

$$P_{6x} = [1 - R_{x(1,2,\dots,5)}^2]^{\frac{1}{2}} .$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na exploração inicial do material de acordo com as considerações colocadas na metodologia, foram medidos 26 caracteres, cujas médias estão apresentadas na Tabela 5. Com a finalidade de observar as amplitudes de variação dos dados de cada um dos ditos caracteres, foi elaborada a Tabela 6. Assim, pode-se apreciar com nitidez o amplo espectro de variação para todos os caracteres, sendo excepcionalmente alto o valor do volume de raiz, cujo limite superior é 10,9 vezes maior que o limite inferior e o valor do peso seco do folíolo, cujo limite superior é 8,2 vezes o limite inferior. Os valores mais baixos foram para os seguintes caracteres: diâmetro apical do ramo e número de gemas no ramo com limites superiores a 1,6 e 1,7 vezes maiores do que o limite inferior, respectivamente.

Este amplo espectro de variação é atribuído a alta heterogeneidade do material que se encontra na fase inicial de melhoramento. Este aspecto foi detectado por ESCOBAR (1986) em avaliações na fase juvenil para o número de fo

Tabela 5. Médias de 15 plantas referente a 26 caracteres estudados em 36 clones de guaraná sobre mudas propagadas vegetativamente, com 8 meses de idade na fase de viveiro. Manaus, 1985-86.

Clone	PFEr (g)	PSEr (g)	PFR (g)	PSR (g)	CR (cm)	NG (Unid)	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)
138	10,81	4,33	20,27	15,14	18,88	16,33	0,73	0,55	0,39
140	14,14	6,19	18,28	14,59	12,53	16,33	0,80	0,65	0,48
142	14,03	5,74	19,77	14,83	16,58	17,53	0,78	0,61	0,47
183	17,19	7,36	33,38	19,50	38,27	17,93	1,18	0,68	0,45
187	13,69	5,47	39,61	21,19	41,05	20,20	1,11	0,81	0,53
189	24,50	10,72	52,89	28,36	71,23	16,87	1,25	0,74	0,39
206	26,89	11,32	41,73	22,95	44,28	17,27	1,23	0,85	0,51
217	21,71	9,32	37,87	22,96	29,51	19,40	1,17	0,85	0,52
222	25,60	11,11	48,42	25,68	63,34	17,13	1,15	0,74	0,41
223	19,57	8,00	36,28	20,31	45,82	16,20	1,13	0,73	0,50
224	27,48	11,31	42,91	28,17	55,42	17,73	1,08	0,72	0,45
225	27,36	11,15	53,85	28,33	71,00	18,40	1,24	0,79	0,49
227	22,78	10,59	53,01	27,55	70,67	17,40	1,22	0,78	0,44
228	29,54	12,47	49,64	27,54	62,67	16,07	1,13	0,79	0,44
229	22,49	9,19	38,54	25,05	56,09	16,27	1,24	0,71	0,42
250	15,89	7,37	40,07	20,47	35,33	17,67	1,01	0,74	0,48
251	15,36	5,90	30,42	18,73	25,54	17,27	1,05	0,76	0,54
275	25,00	11,04	40,09	22,76	49,77	17,73	1,12	0,70	0,41
276	22,67	9,19	43,66	24,72	54,74	17,33	1,14	0,72	0,45
280	21,40	9,72	43,05	22,45	60,93	17,93	1,09	0,74	0,48
286	31,96	11,76	38,91	20,59	36,55	16,20	1,27	0,92	0,58
287	16,71	9,18	32,43	20,07	44,07	17,73	0,96	0,66	0,39
288	12,81	6,46	40,51	22,10	39,39	19,33	1,16	0,82	0,59
340	21,15	8,19	31,09	19,07	35,51	15,07	1,15	0,69	0,45
343	23,97	9,80	43,07	23,33	48,06	16,40	1,28	0,82	0,50
348	20,35	8,82	40,81	23,24	33,41	15,47	1,12	0,83	0,55
413	18,65	7,77	40,52	23,05	46,04	23,20	1,06	0,77	0,43
416	22,66	10,09	41,25	24,28	36,05	20,53	1,25	0,98	0,50
431	17,23	6,54	28,89	17,92	35,56	13,47	1,02	0,67	0,48
447	23,83	10,26	40,75	23,08	38,75	17,13	1,23	0,77	0,47
497	18,81	7,89	35,03	22,72	46,64	16,33	1,07	0,65	0,36
507	18,49	7,65	39,21	23,31	43,92	16,60	1,11	0,76	0,44
514	15,73	5,87	20,63	14,87	17,91	15,00	0,84	0,62	0,44
636	24,91	10,70	51,59	28,37	67,32	17,00	1,20	0,81	0,49
637	24,06	10,33	48,92	26,03	54,45	17,87	1,13	0,73	0,48
678	22,79	9,22	37,05	18,96	39,29	14,73	1,12	0,71	0,45
Média geral	20,89	8,83	38,73	22,29	44,07	17,26	1,12	0,75	0,47

Continua

Tabela 5. Continuação

Clone	DMRA (cm)	PFP (g)	PSP (g)	NF (Unid)	NFL (Unid)	PFF (g)	PSF (g)	AF (dm ²)	NR (Unid)
138	0,56	6,04	1,80	9,33	43,27	35,60	17,13	13,58	3,34
140	0,64	4,03	1,20	5,87	26,20	20,63	5,92	8,42	4,80
142	0,62	4,95	1,41	7,27	33,80	29,49	11,20	11,85	4,40
183	0,77	10,95	3,68	7,86	37,07	54,62	21,57	22,50	4,33
187	1,02	16,95	4,97	8,07	35,40	68,54	28,08	27,71	7,00
189	0,79	14,69	5,31	8,80	41,33	80,96	35,49	33,33	6,33
206	0,86	14,87	5,67	8,40	37,53	71,71	36,89	29,11	5,33
217	0,85	22,46	7,40	10,46	47,13	93,77	36,33	38,47	9,00
222	0,77	13,19	5,27	9,40	44,73	77,89	35,04	32,19	6,00
223	0,79	10,69	3,83	8,13	37,60	56,58	26,29	24,93	5,00
224	0,75	14,75	5,07	9,20	44,20	73,51	36,75	31,96	5,60
225	0,84	15,33	5,63	9,40	40,94	79,01	34,39	33,39	7,40
227	0,82	14,77	5,37	9,27	43,80	77,61	37,37	34,24	5,00
228	0,79	13,61	4,95	8,07	37,53	71,27	36,75	29,56	6,33
229	0,79	12,50	4,61	8,00	37,73	69,67	34,58	29,40	4,87
250	0,74	15,51	4,73	7,80	37,07	70,45	31,96	27,57	8,33
251	0,78	11,94	4,14	7,27	31,20	49,58	25,51	19,21	6,54
275	0,74	11,97	5,03	8,20	38,87	66,30	26,56	27,33	6,80
276	0,77	13,69	4,49	9,87	44,00	69,32	31,68	30,06	5,60
280	0,77	14,30	4,71	8,47	37,20	68,01	27,35	27,79	7,13
286	0,92	21,02	6,22	8,27	37,07	90,09	36,55	35,50	10,26
287	0,67	13,77	4,63	9,47	45,87	67,01	29,22	28,44	7,47
288	0,86	14,54	5,44	6,40	29,87	80,47	33,68	30,99	7,20
340	0,76	9,48	3,02	7,80	33,67	48,07	29,87	20,00	9,07
343	0,87	13,14	4,88	8,47	39,20	70,47	40,05	29,18	6,40
348	0,83	16,19	5,03	6,73	29,00	66,16	27,51	26,11	7,06
413	0,75	19,76	5,81	10,53	47,33	92,51	35,62	36,33	9,33
416	0,91	27,20	10,00	13,73	59,87	120,81	48,61	51,12	7,33
431	0,72	13,99	3,99	9,20	42,47	55,25	27,78	21,13	5,00
447	0,82	14,94	5,67	9,87	46,27	74,21	35,27	28,51	8,60
497	0,70	13,01	4,38	10,27	44,73	64,65	31,08	29,19	6,13
507	0,77	11,75	3,79	9,33	40,67	77,83	29,81	26,09	8,20
514	0,63	3,83	1,08	4,73	20,73	21,85	8,20	7,90	7,46
636	0,84	14,61	5,22	8,93	40,13	77,30	36,37	31,56	6,33
637	0,78	14,87	8,99	8,93	42,27	76,17	36,66	32,89	6,20
678	0,76	15,95	5,47	8,47	35,86	70,81	39,13	33,44	8,00
Média geral	0,78	13,76	4,80	8,62	39,21	67,73	30,62	27,81	6,64

Continua



Tabela 5. Continuação.

Clone	CPMR (cm)	DMR (cm)	PRSA (g)	VR (ml)	IAR (dm ²)	PSRZ (g)	PSPA (g)	PST (g)
138	46,42	0,36	11,00	11,52	1,95	5,76	34,07	39,83
140	43,57	0,33	9,68	11,47	1,75	5,21	21,71	26,92
142	41,17	0,38	11,08	12,53	2,26	6,04	27,45	33,49
183	59,43	0,49	28,69	34,56	4,96	17,43	44,75	62,19
187	54,32	0,50	32,66	38,05	5,39	18,74	54,23	72,98
189	60,69	0,55	44,26	57,28	8,47	32,73	69,15	101,89
206	63,15	0,50	32,70	43,01	6,39	22,99	65,52	88,51
217	49,29	0,39	29,29	36,72	5,33	21,20	66,69	87,89
222	58,13	0,51	40,17	51,81	8,07	27,38	65,99	93,87
223	63,98	0,59	35,45	43,76	6,50	23,35	50,43	73,77
224	57,13	0,49	37,44	43,68	6,78	22,15	69,99	92,15
225	62,63	0,51	54,87	65,09	8,13	34,27	68,35	102,62
227	64,67	0,53	43,87	57,89	8,17	34,15	70,29	104,44
228	59,90	0,48	45,37	59,73	8,73	34,25	69,23	103,48
229	59,23	0,52	33,12	39,31	5,35	23,23	64,24	87,47
250	46,83	0,39	26,08	31,01	4,73	17,40	57,16	74,56
251	51,24	0,35	18,42	21,81	3,74	11,47	48,39	59,86
275	59,05	0,42	35,02	39,52	6,07	21,96	54,34	76,30
276	61,74	0,53	40,20	51,97	6,64	27,04	60,89	87,93
280	60,51	0,44	39,16	50,69	6,50	25,68	54,51	80,19
286	47,15	0,39	38,06	45,65	7,29	24,88	63,35	88,23
287	47,50	0,44	32,18	36,75	7,05	17,87	53,93	71,80
288	52,83	0,40	33,91	40,24	5,88	21,94	61,21	83,15
340	45,02	0,38	21,59	25,71	3,93	15,70	51,95	67,65
343	59,05	0,47	33,36	40,05	5,76	24,61	68,26	92,87
348	45,20	0,44	25,17	29,23	4,73	15,25	55,78	71,03
413	51,80	0,56	36,36	44,80	6,59	23,60	64,49	88,09
416	55,89	0,49	54,22	125,12	10,22	38,83	82,89	121,71
431	52,04	0,47	18,94	20,80	3,48	11,96	49,69	61,65
447	55,86	0,43	45,31	102,64	7,20	33,16	64,01	97,17
497	55,89	0,50	30,35	76,75	4,99	18,99	58,18	77,17
507	52,89	0,41	35,04	42,69	6,19	22,33	56,91	79,24
514	45,77	0,32	12,38	14,32	2,70	8,71	24,13	32,85
636	64,11	0,44	49,83	62,96	9,33	35,12	69,95	105,07
637	60,77	0,51	40,37	51,20	6,70	27,66	71,69	99,36
678	61,19	0,48	32,10	39,65	5,99	22,83	63,55	86,39
Média geral	58,89	0,45	33,01	44,44	5,94	22,12	57,70	79,82

PFEr - Peso fresco da estaca remanescente; PSEr - Peso seco da estaca remanescente; PFR - Peso fresco do ramo; PSR - Peso seco do ramo; CR - Comprimento do ramo; NG - Número de gemas no ramo; D1 - Diâmetro basal do ramo; I - Diâmetro mediano do ramo; D3 - Diâmetro apical do ramo; DMRA - Diâmetro médio do ramo; PFP - Peso fresco do pecíolo; PSP - Peso seco do pecíolo; NF - Número de folhas; NFL - Número de folíolos; PFF - Peso fresco do folíolo; PSF - Peso seco do folíolo; AF - Área foliar; NR - Número de raízes; CPMR - Comprimento médio da raiz; DMR - Diâmetro médio da raiz; PRSA - Peso da raiz seco ao ar; VR - Volume da raiz; IAR - Índice de área da raiz; PSRZ - Peso seco da raiz; PSPA - Peso seco da parte aérea; PST - Peso seco total.

Tabela 6. Valores médios e a amplitude representada pelos valores máximos e mínimos dos 26 caracteres estudados em clones de guaraná. UEPAE/Manaus - 1985/86 ^{1/}, Manaus - AM.

Caracteres avaliados	Unidades	Média	Amplitude
Peso fresco da estaca remanecente (PFEr)	grama	20,89	31,96 - 10,81
Peso seco da estaca remanecente (PSEr)	grama	8,83	12,47 - 4,33
Peso fresco ramo (PFR)	grama	38,73	53,85 - 18,28
Peso seco do ramo (PSR)	grama	22,29	28,37 - 14,59
Comprimento do ramo (CR)	centímetro	44,07	71,23 - 12,53
Número de gemas no ramo (NG)	unidade	17,25	23,20 - 13,47
Diâmetro basal do ramo (D1)	centímetro	1,12	1,71 - 0,73
Diâmetro mediano do ramo (D2)	centímetro	0,75	0,98 - 0,55
Diâmetro apical do ramo (D3)	centímetro	0,47	0,59 - 0,36
Diâmetro médio do ramo (DMRA)	centímetro	0,78	1,02 - 0,56
Peso fresco do pecíolo (PFP)	gramas	13,76	27,19 - 3,83
Peso seco do pecíolo (PSP)	gramas	4,80	10,00 - 1,07
Número de folhas (NF)	unidade	8,62	13,73 - 4,73
Número de folíolo (NFL)	unidade	39,21	59,87 - 20,73
Peso fresco do folíolo (PFF)	gramas	67,73	120,81 - 20,63
Peso seco do folíolo (PSF)	gramas	30,62	48,61 - 5,92
Área foliar (AF)	decímetro quadrado	27,81	51,12 - 7,89
Número de raiz (NR)	unidade	6,64	10,27 - 3,33
Comprimento médio de raiz (CPMR)	centímetro	54,89	64,67 - 41,17
Diâmetro médio da raiz (DMR)	centímetro	0,46	0,59 - 0,33
Peso da raiz seca ao ar (PRSA)	gramas	33,01	54,87 - 9,68
Volume de raiz (VR)	mililitro	44,44	125,12 - 11,47
Índice de área de raiz (IAR)	decímetro quadrado	5,94	10,22 - 1,75
Peso seco de raiz (PSRZ)	gramas	22,12	38,83 - 5,21
Peso seco da parte aérea (PSPA)	gramas	57,70	82,89 - 21,71
Peso seco total (PST)	gramas	79,82	121,71 - 26,92

^{1/} Dados provenientes do resumo das análises de variâncias individuais e dos seus testes de médias.

lhas e comprimento do ramo, onde encontrou amplitudes de 8,2 a 13,2 e 27,7 a 55,6 cm, respectivamente.

4.1. ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Os resultados dos caracteres submetidos a análise de variância ao nível de quadrados médios, coeficientes de variação ambiental e significância ao teste F, são apresentados na Tabela 7.

Pode-se apreciar que existem diferenças altamente significativas entre os clones para todos os caracteres estudados, revelando um alto nível de variabilidade dos materiais avaliados. Devido a este comportamento, todos os caracteres foram submetidos a análises mais detalhadas.

Com relação à precisão do experimento, os coeficientes de variação oscilaram dentro dos seguintes níveis de precisão segundo PIMENTEL GOMES (1982): 12 caracteres obtiveram nível médio, 10 nível alto e 4 nível muito alto.

Em avaliações realizadas por ESCOBAR (1986) em clones de guaraná na fase juvenil, para os caracteres número de folhas, comprimento do ramo e número de ramos, em seis ambientes, foram encontrados coeficientes médios de variação de: 50, 47 e 54%, respectivamente. Isto é consequência da alta heterogeneidade entre plantas de um mesmo clone, atribuída à

Tabela 7. Valores e significâncias dos quadrados médios obtidos nas análises individuais da variância de vinte seis caracteres avaliados em clones de guaraná, UEPAE/Manaus, 1986. Manaus-AM.

FONTES DE VARIACÃO	GL	V A R I Á V E I S							
		PFEr (g)	PSEr (g)	PFR (g)	PSR (g)	CR (cm)	NG (μ d)	D ₁ (cm)	D ₂ (cm)
Blocos	4	280,586	28,003	551,929	51,566	144,632	4,992	0,599	0,072
Clones	35	126,763**	21,887**	427,318**	78,144**	1209,54**	15,657**	0,095**	0,037**
Resíduo	140	23,749	4,604	62,577	12,310	226,905	5,919	0,023	0,009
Coefficiente de variação (%)		23,32	24,29	20,42	15,74	34,18	14,10	13,68	12,48

PFEr = Peso fresco da estaca remanescente; PSEr = Peso seco da estaca remanescente; PFR = Peso fresco do ramo; PSR = Peso seco do ramo; CR = Comprimento do ramo; NG = Número de gemas no ramo (NG); D₁ = Diâmetro basal do ramo; D₂ = Diâmetro mediano do ramo.

** significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

Continua

Tabela 7. Continuação.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	V A R I Á V E I S							
		D ₃ (cm)	DMRA (cm)	PFP (g)	PSP (g)	NF (µd)	NFL (µd)	PFF (g)	PSF (g)
Blocos	4	0,010	0,147	20,695	8,918	3,092	56,766	1045,609	784,172
Clones	35	0,014**	0,039**	108,483**	16,266**	11,673**	243,821**	1953,514**	395,374**
Resíduo	140	0,005	0,012	12,836	2,484	1,957	46,878	315,094	61,379
Coefficiente de variação(%)		15,20	13,92	26,04	32,82	16,23	17,46	26,21	25,59

D3 = Diâmetro apical do ramo; DMRA = Diâmetro médio do ramo; PFP = Peso fresco do pecíolo (PFP); PSP = Peso seco do pecíolo; NF = Número de folhas; NFL = Número de folíolo; PFF = Peso fresco do folíolo; PSF = Peso seco do folíolo.

Continua

Tabela 7. Continuação

FONTES DE VARIACÃO	GL	V A R I Á V E I S				
		AF (dm ²)	NR (μ d)	CPMR (cm)	DMR (cm)	PRSA (g)
Blocos	4	157,074	4,128	1108,031	0,074	1284,262
Clones	35	354,080**	12,446**	229,786**	0,023**	665,630**
Resíduo	140	54,070	2,914	29,748	0,013	77,824
Coefficiente de variação(%)		26,45	25,69	9,94	24,69	26,73

AF = Área foliar; NR = Número de raiz; CPMR = Comprimento médio de raiz; DMR = Diâmetro médio da raiz;
PRSA = Peso da raiz seca ao ar.

Continua

Tabela 7 . Continuação

FONTES DE VARIACÃO	GL	V A R I Á V E I S				
		VR (mL)	IAR (dm ²)	PSRZ (g)	PSPA (g)	PST (g)
Blocos	4	7786,211	37,997	813,318	1042,391	3397,938
Clones	35	2684,339**	20,639**	374,932 **	936,982**	2347,986**
Resíduo	140	1106,214	2,537	46,991	120,057	260,433
Coefficiente de variação (%)		74,84	26,80	30,99	18,99	20,22

VR = Volume de raiz; IAR = Índice de área de raiz; PSRZ = Peso seco de raiz; PSPA = Peso seco da parte aérea; PST = Peso seco total.

natureza complexa dos caracteres citados, os quais devem ser fortemente influenciados pelo meio.

Ainda, o mesmo autor detectou em clones avaliados em vários experimentos, dentro de dois ambientes, coeficientes de variação entre médios e muito altos numa amplitude de 10 a 47%, respectivamente, estudando os mesmos caracteres.

No presente estudo, o maior coeficiente de variação ambiental foi para o caráter volume de raiz de 74,84%. Apesar deste alto coeficiente, ainda houve diferença significativa, demonstrando que, para o referido caráter, existe uma alta variância genotípica.

Aprofundando a análise dos caracteres, estimaram-se os seguintes parâmetros: a variância fenotípica e seus componentes, quais sejam: a variância genotípica e a variância ambiental; o coeficiente de variação genética, o coeficiente de determinação genotípica a nível de média de parcela e o erro da estimativa do coeficiente de determinação genotípica. Tais resultados se encontram na Tabela 8.

Baseado nas estimativas das variâncias fenotípicas, genotípicas e ambientais de cada característica obteve-se as estimativas dos coeficientes de determinação genotípica no sentido amplo ao nível de médias e os coeficientes de variação genética.

O coeficiente de determinação genotípica de uma maneira geral foi alto para todos os caracteres, demonstrando tratar-se de uma

Tabela 8. Estimativas obtidas para variância fenotípica ($\hat{\sigma}_F^2$), variância genética ($\hat{\sigma}_G^2$) e variância do erro experimental entre parcelas ($\hat{\sigma}_e^2$), ao nível de médias entre clones de guaraná, o coeficiente de variação genética (C.V.G. %), o coeficiente de determinação genotípica também ao nível de médias (" \hat{h}_X^2 "%) em porcentagem, e as estimativas do erro associado às estimativas do coeficiente de determinação genotípica ($s\hat{h}_X^2$ %). UEPAE/Manaus, 1986. Manaus-AM.

Caracteres	$\hat{\sigma}_F^2$	$\hat{\sigma}_G^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	CVG %	" \hat{h}_X^2 " (%)	$s\hat{h}_X^2$ (%)
PFEr	25,35	20,60	4,75	21,72	81,26	± 4,90
PSEr	4,38	3,46	0,92	21,05	78,97	± 5,49
PFR	85,46	72,95	12,52	22,05	85,36	± 3,83
PSR	15,63	13,17	2,46	16,28	84,25	± 4,12
CR	241,91	196,53	45,38	31,81	81,24	± 4,90
NG	3,14	1,95	1,18	8,09	62,20	± 9,88
D ₁	0,01888	0,01431	0,00458	10,81	75,74	± 6,34
D ₂	0,00745	0,00571	0,00174	10,12	76,68	± 6,10
D ₃	0,00282	0,00181	0,00101	9,10	64,17	± 9,37
DMRA	0,00789	0,00554	0,00235	9,55	70,16	± 7,80
PFP	21,69	19,13	2,57	31,79	88,17	± 3,09
PSP	3,26	2,76	0,50	34,57	84,73	± 3,99
NF	2,33	1,94	0,39	16,17	83,25	± 4,38
NFL	48,77	39,39	9,38	16,01	80,77	± 5,03
PFF	390,70	327,68	63,02	26,73	83,87	± 4,22
PSF	79,07	66,80	12,28	26,70	84,48	± 4,06
AF	70,81	60,00	10,81	27,86	84,73	± 3,99
NR	2,49	1,91	0,58	20,78	76,59	± 6,12
CPMR	45,96	40,01	5,95	11,52	87,05	± 3,39
DMR	0,00452	0,00199	0,00253	9,78	43,99	±14,64
PRSA	133,12	117,56	15,58	32,85	88,31	± 3,06
VR	536,88	315,63	221,24	39,97	58,79	±10,77
IAR	4,13	3,62	0,51	32,02	87,71	± 3,21
PSRZ	74,99	65,59	9,40	36,61	87,47	± 3,28
PSPA	187,40	163,39	24,01	22,15	87,19	± 3,35
PST	469,59	417,51	52,09	25,60	88,91	± 2,90

lação não melhorada, onde a aplicação do uso de métodos simples de melhoramento poderão resultar em bons ganhos de seleção.

Para avaliar a precisão das estimativas dos coeficientes de determinação genotípica, calculou-se, de acordo com VELLO e VENCOVSKY (1974), as estimativas do erro, a eles associado, como se verifica na Tabela 8. De acordo com os resultados, a maior precisão encontrada foi para o caráter peso seco total, de mais ou menos 2,20%, sendo que a menor precisão foi para o caráter diâmetro médio das raízes, de mais ou menos 14,64%, indicando que, além deste caráter ter apresentado um baixo coeficiente de determinação genotípica, demonstra também uma baixa precisão. Tal fato evidencia que estes altos coeficientes apresentados na maioria dos caracteres são reforçados pelo seu bom nível de precisão. Isto garante uma boa consistência dos coeficientes de determinação genotípica para a maioria dos caracteres estudados.

Entre os coeficientes de variação genética encontrou-se uma amplitude de 31,88%, sendo que o menor valor foi referente ao número de gemas no ramo, de 8,90% e o maior valor, para o volume de raiz, de 39,97%.

Os valores da variância genética e da ambiental encontrados, referentes ao número de folhas e comprimento do ramo (Tabela 8), foram semelhantes a valores encontrados por ESCOBAR (1986) em clones de guaraná na fase juvenil, aos seis meses de idade, os quais são apresentados na Tabela 9. Isto mostra, por um lado, que as avaliações feitas a nível de

Tabela 9. Dados parciais referentes a quadrados médios (Q.M) e estimativas de variâncias genética e ambiental de caracteres da fase juvenil de clones de guaraná ^{1/}. Extraído da Tabela 48, p. 69 (ESCOBAR, 1986).

Caracteres	Idade (meses)	Expt.	Média	CV (%)	Q.M.		VARIÂNCIA	
					Clones	Resíduo	Genética	Ambiental
Número de Folhas	6	83-14	11,2	21	25,991	5,561	5,11	1,39
		84-6	9,6	29	13,724	7,666	2,02	2,56
		84-7	11,2	20	23,741	4,857	4,72	1,21
		84-8	13,2	25	31,553	10,674	5,22	2,67
		84-12	8,2	19	13,753	2,481	2,82	0,62
		84-13	8,7	20	8,664	3,041	1,41	0,76
		84-15	10,1	10	9,011	1,001	2,67	0,33
Comprimento maior ramo (cm)		83-10	39,3	28	705,622	122,048	194,52	40,68
		83-14	41,4	31	728,371	169,931	139,61	42,48
		84-6	43,9	24	496,307	107,719	129,53	35,91
		84-7	43,4	31	1896,941	177,407	429,88	44,35
		84-8	55,6	26	1427,611	205,582	305,51	51,40
		84-9	40,3	23	242,877	84,058	52,94	28,02
		84-12	27,7	32	289,418	77,477	52,99	19,37
		84-13	39,3	31	473,937	147,936	81,50	36,98
		84-14	29,1	47	742,983	184,555	186,14	61,52
84-15	52,5	13	364,097	49,142	104,99	16,38		

^{1/} Dados da fase juvenil aos 6 meses de idade para dez experimentos em dois ambientes. UEPAE-Manaus - Estudo Experimental do Km 30 e Fazenda do Poço, 1985. Manaus-AM.



viveiro, pelo menos para as duas características aqui discutidas, foram coincidentes de certo modo com as avaliações feitas nas condições de campo, até seis meses de idade. Por outro lado, isto mostra a representatividade alcançada da população, através dos 36 clone envolvidos no presente estudo (18% da população base).

De acordo com o objetivo do trabalho, e baseado nos valores dos coeficientes de determinação genotípica, variâncias e facilidades de observações e medições, foram selecionadas sete variáveis para o estudo das correlações.

Para esse fim, foram selecionados cinco caracteres da parte aérea, sendo: comprimento do ramo, diâmetro basal do ramo, número de folhas, área foliar, e peso seco da parte aérea. Para o sistema radicular, tomou-se como variável básica o peso seco da raiz, sendo adicionado a estas variáveis, o peso seco total.

A seleção da variável peso seco da raiz está de acordo com BÖHM (1979), BRAY (1963), AYCOCK & McKEE (1975) e SANTANTONIO *et alii* (1977), que o recomendam como o caráter mais apropriado para avaliação do sistema radicular.

4.2. ESTIMATIVAS DAS CORRELAÇÕES

Com a finalidade de determinar a magnitude da relação entre as sete variáveis selecionadas, calculou-se os

respectivos coeficientes de correlação. Os resultados das estimativas destes coeficientes são mostrados na Tabela 10.

Analisando estes resultados, verificou-se que, de uma maneira geral, os níveis de associação entre os caracteres foram de alta magnitude para os coeficientes de correlações genotípica e fenotípica, sendo que para a fenotípica, os resultados foram altamente significativos para quase todos os caracteres. Os coeficientes de correlação ambiental foram relativamente menores, resultando valores não significativos em quatro correlações.

Em relação às correlações fenotípicas, observou-se que todas as correlações foram positivas, com predominância de magnitudes altas em uma boa porcentagem, sendo que 67% foram maiores de 0,7 e 86% maiores que 0,6. Os caracteres mais correlacionados foram: peso seco da parte aérea x peso seco total ($r = 0,981$), peso seco de raiz x peso seco total ($r = 0,952$), área foliar x peso seco da parte aérea ($r = 0,933$) e área foliar x peso seco total ($r = 0,917$). Os menores valores encontrados foram para os seguintes pares de caracteres: comprimento de ramo x número de folhas ($r = 0,336$), diâmetro basal do ramo x número de folhas ($r = 0,376$), número de folhas x peso seco de raiz ($r = 0,567$) e comprimento do ramo x área foliar ($r = 0,580$).

As correlações fenotípicas comparadas com as obtidas por RODRIGUES (1986) são semelhantes para os seguintes pares de caracteres: peso seco de raiz x peso seco

Tabela 10. Coeficientes de correlações fenotípicas (F), genotípicas (G) e de ambientais (A) entre sete caracteres de muda de guaraná com 8 meses de idade propagada vegetativamente. UEPAE/Manaus, 1986. Manaus-AM.

Caracteres	r	D ₁	NF	AF	PSRZ	PSPA	PST
Comprimento do (CR) ramo	F	0,648**	0,336*	0,580**	0,804**	0,718**	0,775**
	A	-0,057ns	0,461**	0,616**	0,243**	0,588**	0,502**
	G	0,842	0,310	0,573	0,910	0,745	0,826
Diâmetro basal do (D ₁) ramo	F		0,376*	0,756**	0,797**	0,833**	0,844**
	A		-0,035ns	0,082ns	0,166ns	0,269**	0,254**
	G		0,483	0,925	0,945	0,968	0,978
Número de (NF) folhas	F			0,735**	0,567**	0,643**	0,633**
	A			0,640**	0,234**	0,536**	0,464**
	G			0,754	0,624	0,662	0,662
Área (AF) foliar	F				0,820**	0,933**	0,917**
	A				0,525**	0,798**	0,765**
	G				0,868	0,956	0,942
Peso seco da (PSRZ) raiz	F					0,874**	0,952**
	A					0,622**	0,847**
	G					0,911	0,966
Peso seco da (PSPA) parte aérea	F						0,981**
	A						0,943**
	G						0,987

Significância do teste de t segundo FISHER e YATES (1943, p.59) ao nível de 5% (*) e 1% (**)
Correlações genotípicas acima de 0,5 foi considerada de alta magnitude

ns = não significativo

r = correlações; PST = peso seco total.

total ($r = 0,993$) e área foliar x peso seco de raiz ($r = 0,960$). Ao contrário, os seguintes pares apresentaram magnitudes superiores: comprimento do ramo x número de folhas ($r = 0,978$), comprimento do ramo x área foliar ($r = 0,981$) e número de folhas x peso seco de raiz ($r = 0,869$). Tais valores, poderão ser confrontados com os da Tabela 10. Os valores das altas magnitudes poderão ser devido a semelhança dos materiais utilizados, referentes a parte aérea, principalmente quanto ao comprimento do ramo. Neste caso, foi utilizado apenas 5 clones (2,5% da população de clones selecionados).

No presente trabalho, as altas magnitudes das correlações fenotípicas encontradas entre a maioria dos caracteres, torna patente que existe um alto grau de associação entre as variáveis.

A correlação positiva indicou o grau de associação direta entre todos os caracteres.

No caso dos coeficientes de correlações ambientais, cerca de 80% apresentaram sinal positivo e foram altamente significativos. Apenas em alguns casos, obteve-se sinal negativo e não significativo, correspondendo às seguintes correlações: diâmetro basal do ramo x comprimento do ramo ($r = -0,057$) e diâmetro basal do ramo x número de folhas ($r = -0,035$). Isto mostra que estes pares de caracteres não foram afetados simultaneamente pelo ambiente.

Segundo FALCONER (1972), a existência de correlação de ambiente significativa indica que os pares de caracteres estão influenciados pelas mesmas condições ambientais.

As demais correlações (cerca de 10%) foram positivas e não significativas, envolvendo os seguintes pares de caracteres: diâmetro basal do ramo x área foliar ($r = 0,082$), diâmetro basal do ramo x peso seco da raiz ($r = 0,166$) e número de folhas x peso seco da raiz ($r = 0,234$).

As três maiores magnitudes positivas e altamente significativas foram para os seguintes pares: peso seco da parte aérea x peso seco total ($r = 0,943$), peso seco da raiz x peso seco total ($r = 0,847$) e área foliar x peso seco da parte aérea ($r = 0,798$).

Devido a complexidade dos testes para avaliar a significância das correlações genéticas, visto também não haver uma definição segura do número de graus de liberdade, de acordo com MIRANDA (1988), considerou-se 0,5 como um alto coeficiente de correlação.

Com respeito às correlações genéticas, pode-se apreciar que todas apresentaram valores positivos e em sua maioria, com altas magnitudes, sendo que cerca de 90% foram superiores a 0,5 e cerca de 48% superiores a 0,9. Estes altos valores mostram que os fatores genéticos tiveram alta expressividade. Os maiores valores foram atingidos pelos seguintes pares de caracteres: peso seco da parte aérea x peso seco total ($r =$

0,987), diâmetro basal do ramo x peso seco total ($r = 0,978$) e diâmetro basal do ramo x peso seco da parte aérea ($r = 0,968$) e os menores valores foram para: comprimento do ramo x número de folhas ($r = 0,310$) e diâmetro basal do ramo x número de folhas ($r = 0,483$).

Observando em conjunto, as correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais, pode-se fazer a seguinte afirmação: na maioria dos casos, as correlações fenotípicas e genotípicas foram semelhantes em magnitude e direção; as correlações fenotípicas apresentaram, na sua maioria, alto grau de significância ao nível de 0,01 de probabilidade.

Convém salientar que, em quase todas as confrontações, a correlação genética foi ligeiramente superior em magnitude à correlação fenotípica.

Este comportamento, comparado ao fato de que a correlação ambiental ostenta baixa magnitude com valores abaixo ou próximos a 0,5, é explicado no sentido de que os fatores genéticos são os que mais contribuem com a expressão do fenótipo, uma vez que, a influência do ambiente foi de pouca importância.

4.3. ANÁLISE DE CAMINHAMENTO ("PATH ANALYSIS")

Visando um melhor entendimento das correlações, foram determinados seus efeitos diretos e indiretos entre as variáveis através da análise de caminhamento.

A análise de caminham^{to} proporcionará um conhecimento detalhado da influência dos caracteres envolvidos num diagrama previamente estabelecido e da razão da existência de correlações positivas e negativas, de altas ou baixas magnitudes entre os caracteres estudados.

No mencionado diagrama de causas-efeito (Figura 1) desenvolveu-se, através da análise de caminham^{to}, o desdobramento dos coeficientes das correlações genotípicas entre os seguintes caracteres: comprimento do ramo, diâmetro basal do ramo, número de folhas, área foliar e peso seco da parte aérea sobre o peso seco da raiz, cujos resultados estão apresentados na Tabela 11.

Entre os caracteres envolvidos no desdobram^{en}to das correlações, o caráter diâmetro basal do ramo mostrou o mais alto grau de associação com o peso seco da raiz ($r = 0,945$), sendo seguido pelo peso seco da parte aérea ($r = 0,911$) e comprimento do ramo ($r = 0,910$) entre outros. O efeito direto do diâmetro basal do ramo de ($0,973$), foi de alta magnitude e semelhante ao coeficiente de correlação ($r = 0,945$).

O alto efeito indireto negativo, via peso se^co da parte aérea ($-1,354$) foi compensado em sua maior parte pelos efeitos indiretos positivos via comprimento do ramo ($0,550$), número de folhas ($0,189$) e área foliar ($0,592$).

O comprimento do ramo e a área foliar, apresentaram valores dos efeitos diretos bastante semelhantes ($0,655$ e $0,637$, respectivamente). Os efeitos indiretos do com^m

Tabela 11. Desdobramento das correlações genotípicas entre peso seco da raiz (PSRZ) e cinco características explicativas (CR = comprimento do ramo; D_1 = diâmetro basal do ramo; NF = número de folhas; AF = área foliar e PSPA = peso seco da parte aérea) em efeitos diretos e indiretos. UEPAE/Manaus, 1986. Manaus-AM.

Vias de Associação	Efeito direto do coeficiente de caminhamento	Efeito indireto do coeficiente de caminhamento	Coefficiente de Correlação
CR			
Efeito direto sobre PSRZ	0,655		
Efeito indireto via D_1		0,817	
Efeito indireto via NF		0,122	
Efeito indireto via AF		0,363	
Efeito indireto via PSPA		-1,047	
Total			0,910
D_1			
Efeito direto sobre PSRZ	0,973		
Efeito indireto via CR		0,550	
Efeito indireto via NF		0,189	
Efeito indireto via AF		0,592	
Efeito indireto via PSPA		-1,354	
Total			0,945
NF			
Efeito direto sobre PSRZ	0,394		
Efeito indireto via CR		0,203	
Efeito indireto via D_1		0,467	
Efeito indireto via AF		0,478	
Efeito indireto via PSPA		-0,921	
Total			0,624

Continua

Tabela 11. Continuação.

Vias de Associação	Efeito direto do coeficiente de caminhamento	Efeito indireto do coeficiente de caminhamento	Coefficiente de correlação
AF			
Efeito direto sobre PSRZ	0,637		
Efeito indireto via CR		0,373	
Efeito indireto via D_1		0,905	
Efeito indireto via NF		0,295	
Efeito indireto via PSPA		-1,340	
Total			0,868
PSPA			
Efeito direto sobre PSRZ	-1,396		
Efeito indireto via CR		0,491	
Efeito indireto via D_1		0,944	
Efeito indireto via NF		0,260	
Efeito indireto via AF		0,611	
Total			0,911
$R^2_{x(1,2,\dots,5)}$			1,04 ^{1/}
P_{6x}			0,00

^{1/} Estimativa do número real 1,00.

primento do ramo (0,817) e da área foliar (0,905) via diâmetro basal do ramo refletiram em quase toda a sua magnitude, os valores das próprias correlações do comprimento do ramo com o diâmetro basal do ramo ($r = 0,842$) e da área foliar, com o diâmetro basal do ramo ($r = 0,925$). Porém, os efeitos indiretos do comprimento do ramo (-1,047) e da área foliar (-1,340) via peso seco da parte aérea mostraram ser altamente negativos, sendo contrabalanceados pelos efeitos indiretos, via variáveis explicativas.

O caráter número de folhas foi o que apresentou, de maneira geral, os menores efeitos. O efeito direto (0,394) não correspondeu à magnitude do valor do coeficiente de correlação com o peso seco de raiz ($r = 0,624$), sendo que este foi influenciado indiretamente através do número de folhas via os caracteres diâmetro basal do ramo (0,467) e área foliar (0,478) principalmente. Estes dois efeitos, juntamente com o efeito indireto via comprimento do ramo (0,203), contribuíram para neutralizar o efeito indireto negativo via peso seco da parte aérea (-0,921). O menor efeito indireto via diâmetro do ramo foi apresentado no desdobramento desta correlação, ou seja, número de folhas com peso seco de raiz, o que explica a baixa magnitude do coeficiente de correlação genética entre o diâmetro basal do ramo e o número de folhas ($r = 0,483$). Os baixos valores expressados pelos efeitos indiretos através do caráter número de folhas via variáveis explicativas refletiram as baixas mag

nitudes relativas das correlações entre o número de folhas e os demais caracteres apresentados na Tabela 10.

O coeficiente de correlação entre peso seco da parte aérea e peso seco da raiz ($r = 0,911$), não foi explicado pelo seu efeito direto ($-1,396$), mas através da influência indireta via diâmetro basal do ramo ($0,944$) e área foliar ($0,611$) principalmente, que somados aos efeitos indiretos do comprimento do ramo e número de folhas ($0,491$) e ($0,260$) respectivamente, compensaram o alto efeito direto negativo.

Apesar da alta correlação ($r = 0,911$) para o caráter peso seco da parte aérea sobre o peso seco da raiz, a análise de caminhamento revelou que este caráter não constituiu-se um bom indicador para seleção indireta, devido a seu alto efeito direto negativo.

O resultado obtido através do coeficiente de correlação entre peso seco da parte aérea e o peso seco da raiz, evidencia muito bem a importância da análise de caminhamento sobre o estudo detalhado das correlações. Assim, foi possível visualizar as interrelações dos caracteres, uma vez que a correlação simples mede apenas a associação mútua entre duas variáveis, onde permanecem embutidas as causas e os efeitos, responsáveis por tal correlação.

De acordo com a estimativa do coeficiente de determinação genotípica $R_{x(1,2,\dots,5)}^2 = 1$, o componente residual (P_{6x}) ficou reduzido a zero. Desta maneira, ficou evi-

dente que as variáveis que compuseram o diagrama causal explicaram em 100% a produção de matéria seca da raiz, através de seus efeitos diretos e indiretos das variáveis explicativas.

De todos os desdobramentos efetuados pela análise de caminhamento observa-se um aspecto muito importante, que é o dos altos valores dos efeitos indiretos via diâmetro basal do ramo para os caracteres comprimento do ramo (0,817), área foliar (0,905) e peso seco da parte aérea (0,944) mais o efeito direto (0,973). Isto explica de forma segura, a alta correlação com o peso seco da raiz ($r = 0,945$). Desse modo, fica confirmado o valor do diâmetro basal do ramo como um importante caráter para seleção indireta da magnitude do sistema radicular.

Convém salientar, finalmente, que o diâmetro basal do ramo foi o caráter que apresentou as melhores características para o uso visando a seleção correlacionada. Este mostrou um alto coeficiente de determinação genotípica; 83% das correlações fenotípicas positivas, altamente significativas e com altas magnitudes e 83% das correlações genotípicas com valores acima de 0,5 sendo todas positivas. Revelou, também, que a correlação ambiental foi de baixa magnitude, indicando que os fatores genéticos contribuíram satisfatoriamente, refletindo adequadamente o genótipo.

Algumas sugestões podem ser dadas para o melhoramento da cultura do guaraná:

- Introduzir a variável diâmetro basal do ramo no padrão de seleção de mudas, no viveiro, visando selecionar clones que apresentem ramos com diâmetro basal maiores, e que poderão dispor de sistemas radiculares mais vigorosos os quais tem grande influência no estabelecimento das plantas no campo.

- Dimensionar em quanto a variabilidade existente no sistema radicular de clones é responsável pelos diferentes níveis de sobrevivência em plantios definitivos.

- Utilizar caracteres de mudas, em fase de viveiro que estejam correlacionados à fase adulta, de modo a possibilitar a seleção antecipada. Uma possibilidade levantada neste trabalho é o uso do comprimento médio do internódio (avaliado pela relação comprimento do ramo/número de gemas no ramo); este caráter pode estar relacionado com: número de gemas florais, número de cachos e arquitetura da planta.

5. CONCLUSÕES

Levando em consideração as condições do presente trabalho, os resultados discutidos permitiram tirar as seguintes conclusões:

- Existe ampla variabilidade genotípica para todos os caracteres estudados, tanto da parte aérea como do sistema radicular, em mudas de guaraná aptas para o plantio definitivo. Estas características podem ser exploradas em programas de melhoramento.

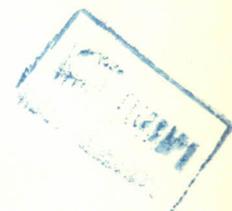
- Os coeficientes de determinação genotípica apresentaram altas magnitudes em todas as variáveis estudadas, indicando uma grande possibilidade de seleção através de métodos simples de melhoramento.

- Os coeficientes de correlação ambiental foram baixos para a maior parte dos casos, sendo que os menores envolveram os pares de caracteres em que houve a presença do diâmetro basal do ramo, mostrando assim, serem poucos influenciados pelo ambiente.

- Existem altas correlações fenotípicas e genotípicas entre os caracteres da parte aérea e do sistema radicular, destacando-se as do peso seco da raiz x peso seco total, peso seco da raiz x diâmetro basal do ramo e peso seco da raiz x peso seco da parte aérea.

- O diâmetro basal do ramo pode ser considerado, dentro dos padrões de seleção de mudas, como indicador das condições do sistema radicular ao nível de viveiro, baseado no seu alto coeficiente de correlação e nos altos valores direto e indireto atingidos na análise de caminhamento.

- O alto coeficiente de correlação entre o peso seco da parte aérea e o peso seco da raiz é de baixo valor como indicador indireto para a seleção do sistema radicular de clones de guaraná ao nível de viveiro, devido ter revelado um alto efeito direto negativo.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, N.M. de, 1975. Variabilidade do sistema radicular em tre cultivares de milho (*Zea mays*). Piracicaba, ESALQ / USP, 72p. (Dissertação de Mestrado).
- AYCOCK JUNIOR, M.K. e G.C. MCKEE, 1975. Root size variability among several cultivars and breeding lines of Maryland tobacco. Agron. J., Madison, 67: 604-6.
- BRASKARAN, A.R. e D.C. CHAKRABARTY, 1965. A preliminary study on the variations in the soil binding capacity of some grass roots. Indian J. Agron., New Delhi, 10: 326-330.
- BHATT, G.M., 1983. Significance of path coefficient analysis in determining the nature of character association. Euphytica, Wageningen, 22: 338-343.
- BÖHM, W., 1979. Methods of Studying Root Systems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, 183p.
- BRAY, J.R., 1963. Root production and the estimation of net productivity. Can J. Bot., Ottawa, 41: 65-72.

- BRIQUET, R.J., 1946. Grau de heritabilidade: conceito, medida e importância. Revista de Agricultura, Piracicaba, 21: 71-81.
- BROWN, J.H., 1969. Variation in roots of greenhouse grown seedlings of different scotch pine provenances. Silvae Genetica, Frankfurt, 18: 111-117.
- CAFFREY, M. e P.T. CARROLL, 1938. Lodging in oats. Erie Dept. of Agric. Journal, 35: 25.
- CASTRO, A.M.G., 1971. Diagnóstico da Cultura do Guaranã em Manaus, Manaus, ACAR-AM. 32p.
- CASTRO, A.M.G. e M.A. FERREIRA, 1973. Enraizamento de Estacas de Guaranã. Manaus, ACAR-AM. 25p.
- CORRÊA, M.P.F. e A.G. STOLBERG, 1981. Propagação Vegetativa do Guaranazeiro (Paullinia cupana var. sorbilis) (Mart.) Ducke. Manaus, EMBRAPA/UEPAE de Manaus. 4p.
- CORRÊA, M.P.F. e J.R. ESCOBAR, 1981. Seleção Fenotípica do Guaranazeiro. Manaus, EMBRAPA/UEPAE de Manaus, 3p. (EMBRAPA/UEPAE de Manaus. Pesquisa em Andamento, 29).
- CORRÊA, M.P.F., 1983. A pesquisa do guaraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO GUARANÃ, 1; Manaus, 1983. Anais, Manaus, EMBRAPA/UEPAE de Manaus. p.43-67.
- CRUZ, C.D., 1983. Análise dialélica e correlações entre caracteres em combinações híbridas de linhagens endogâmicas de milho (*Zea mays* L.). Viçosa, UFV, 54p. (Dissertação de Mestrado).

- CRUZ, C.D.; J.E.C. de MIRANDA; C.P. de Costa, 1988. Correlações, efeitos diretos e indiretos de caracteres agrônômicos sobre a produção de pimentão (*Capsicum annuum* L.) 16p. (no prelo).
- DERERA, N.F.; D.R. MARSHALL e L.N. BALAAM, 1969. Genetic variability in root development in relation to drought tolerance in spring wheats. Exp. Agric., London, 5: 327-337.
- DEWEY, D.R. e K.H. LU, 1959. A correlation and path-coefficient analysis of components of crested-wheargrass seed production. Agron. J., Madison, 51: 515-518.
- DITTIMER, H.J., 1937. A quantitative study of roots and root hairs of a winter rye plant (*Secale cereale*). Am. J. Bot. New York, 24: 417-420.
- DUDLEY, J.W. e R.H. MOLL, 1969. Interpretation and use of estimates of heritability and genetics variances in plant breeding. Crop Science, Madison, 9(3): 257-262.
- EISSA, A.M.; J.N. JENKIS e C.E. VAUGHAN, 1983. Inheritance of seedling root length and relative root weight in cotton. Crop Sci., Madison, 23: 1107-1110.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1984. Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual. Boletim Agrometeorológico. EMBRAPA/UEPAE, Manaus, 6: 1-24.
- ESCOBAR, J.R.; M.P.F. CORRÊA e A.S. MOTTA, 1984. Seleção de clones de guaraná (*Paulinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) baseada em vigor e adaptação ao campo. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1, Belém-PA, 1984. Resumos. Belém, EMBRAPA/CPATU. p.266.

ESCOBAR, J.R.; P.R. CASTRO e M.P.F. CORRÊA, 1985. Variação do teor de cafeína na semente de guaraná em progênies de polinização aberta. Manaus, EMBRAPA/UEPAE de Manaus. 17p. (EMBRAPA/UEPAR de Manaus. Boletim de Pesquisa, 5).

ESCOBAR, J.R., 1986. Relatório de atividades de pesquisa, convênio IICA-EMBRAPA/UEPAE de Manaus 1981-86. Manaus, IICA/EMBRAPA, 117p.

FALCONER, D.S., 1972. Introduction to Quantitative Genetics. London, Oliver and Boyd. 365p.

FISCHER, R.A. e F. YATES, 1943. Estatistical Tables for Biological Agricultural and Medical Research. 2nd. ed. London, Oliver and Boyd. p.59

FRANCO, M. e R. INFORZATO, 1946. O sistema radicular do cafeeiro nos principais tipos de solo do Estado de São Paulo. Bragantia, Campinas, 6(9): 443-448.

GOLDENBERG, J.B., 1968. El empleo de la correlacion en el mejoramiento genético de las plantas. Fitotecnica Latinoamericana, San José, 5: 1-8.

GONÇALVES, J.R.C., 1971. A Cultura do Guaraná. Belém, IPEAN, 13p. (Série culturas da Amazônia 2).

HAMILTON, D.G., 1941. Certain oat culm characters and their relationship to lodging. Sci. Agr., University Park, 21: 646.

HARTMANN, H.T. e D.F. KESTER, 1979. Propagación de plantas. México, Compañía Editorial Continental. 813p.

- HEAD, G.C., 1966. Estimating seasonal changes in the quantity of white unsuberized root on fruit trees. J. Hortic., London, 41: 197-206.
- HOWARD, A. e G.L.C. HOWARD, 1912. On the inheritance of some characters in wheat 1. Mem. Dept. Agr. Ind. Bot., 5: 1 - 46.
- JOHNSON, H.W.; H.F. ROBINSON e R.E. COMSTOCK, 1955. Estimate of genetic and environmental variability in soybeans. Agron. J., Madison, 47: 314-318.
- KUMAR, I. e S.S. SAINI, 1973. Path analysis in short-statured rice varieties. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding, New Delhi, 33(1): 13-15.
- LENKA, D. e B. MISRA, 1973. Path-coefficient analysis of yield rice varieties. Indian J. Agric. Sci., New Delhi, 43(4): 376-379.
- LI, C.C., 1956. The concept of path coefficient and its impact on population genetics. Biometrics, Washington, 12: 190-210.
- LI, C.C., 1975. Path Analysis - a primer. California, Boxwood Press. 346p.
- LUSH, J.L., 1940. Intra-sire correlations on regressions of offspring on dam as a method of estimating heritability. Proc. Am. So. An. Prod., p.293-301.
- MELHUISH, F.M. e A.R.G. LANG, 1968. Quantitative studies of in soil. I. Length and diameter of cotton roots in a clay-loani soil by analysis of surface-ground blocks of resin-impregnated soil. Soil Sci., New Brunswick, 106: 16-22.

- MIRANDA, J.E.C.; C.P. COSTA e C.D. CRUZ, 1988. Correlações genotípica, fenotípica e de ambiente entre caracteres de fruto e planta de pimentão (*Capsicum annuum* L.). Rev. Bras. Genet., Ribeirão Preto, 11: 457-468.
- MIRANDA, R.M., 1983. Irrigação por nebulização intermitente para enraizamento de estacas de guaraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO GUARANÁ, 1, Manaus, 1983. Anais. Manaus, EMBRAPA/UEPAE de Manaus. p.369-381.
- MODE, G.L. e H.F. ROBINSON, 1959. Pleiotropism and the genetic variance and covariance. Biometrics, Washington, 15: 518-537.
- MONYO, J.H. e W.J. WHITTINGTON, 1970. Genetic analysis of root growth in wheat. J. Agric. Sci., Cambridge, 74: 329-338.
- MORAIS, O.P., 1980. Adaptabilidade, estabilidade de comportamento e correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente em variedades e linhagens de arroz (*Oryza sativa* L.). Viçosa, UFV, 70p. (Dissertação de Mestrado).
- MORRISON, J.K. e K.A. ARMSON, 1968. The rhizometer - a device for measuring roots of tree seedlings. For. Chron., Toronto, 44: 21-23.
- NASS, H.G.E. e M.S. ZUBER, 1971. Correlation of corn (*Zea mays* L.) roots early in development to mature root development. Crop Sci., Madison, 11: 665-668.
- NEWMAN, E.I., 1966a. A method of estimating the total length of root in a sample. J. Appl. Ecol., Oxford, 3: 139-145.

- OKAWA, K.; J.L. SILVA e W.M. SOUZA, 1969. Exposição preliminar da problemática do guaraná. Manaus, DEMA. 8p.
- PAIVA J.R. de; A.G. ROSSETTI e P. de S. GONÇALVES, 1982. Uso do coeficiente de caminhamento no melhoramento da seringueira. Pesq. Agrop. Bras., Brasília, 17(3): 433-440.
- PATIÑO, V.M., 1967. Plantas Cultivadas y Animales Domesticos en América Equinoccial; fibras, medicinas, miscelanea. Cali, Imprenta Departamental. v.3, 659p.
- PIMENTEL GOMES, F., 1982. Curso de Estatística Experimental. 10.^a ed. São Paulo, Livraria Nobel. 430p.
- RANGEL, P.H.N., 1979. Correlações fenotípicas, genotípicas, de ambiente e coeficientes de trilha, em variedade de arroz (*Oryza sativa* L.). Viçosa, UFV, 44p. (Dissertação de Mestrado).
- ROBINSON, H.F. e C.C. COCKERHAM, 1965. Estimación y significado de los parametros genéticos. Fitotecnica Latinoamericana, San José, 2: 23-38.
- RODRIGUES, M.R.L., 1986. Análise de crescimento de mudas de guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) obtidas pelo processo de enraizamento de estacas na fase de viveiro. Manaus, Fundação Universidade do Amazonas. 56p.
- ROWSE, H.R. e D.A. PHILLIPS, 1974. An instrument for estimating the total length of root in a sample. J. Appl. Ecol., Oxford, 11: 309-314.
- SANTANTONIO, D.; R.K. HERMANN e W.S. OVERTON, 1977. Root biomass studies in forest ecosystems. Pedobiologia, Jena, 17: 1-31.

- SHANK, D.B., 1943. Top root ratios of in breed and hybrid maize. J. Amer. Soc. Agron., Washington, 35: 976-987.
- SOUZA, A.F. e L.C. ALMEIDA, 1972. Cultura do guaraná. Alguns aspectos sobre formação de mudas do guaranazeiro através de semente em condições de ripado. Manaus, IPEAAOc. 16p.
- SOUZA, M.A., 1985. Adaptabilidade, estabilidade, correlações e coeficiente de trilha em genótipos de trigo (*T. aestivum* L.), em doze ambientes de Minas Gerais. Viçosa, UFV, 118p. (Dissertação de Mestrado).
- STOFFELLA, P.J.; R.F. SANDSTED e R.W. ZOBEL; W.L. HIMES, 1979. Root characteristics of black beans. I. Relationship of root size to lodging and seed yield. Crop Sci., Madison, 19: 823-826.
- VALOIS, A.C.C. e M.P.F. CORRÊA, 1976. Estudo de caracteres correlacionados com a produção de amêndoa seca no guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*). Manaus, EMBRAPA/UEPAE de Manaus. 15p. (EMBRAPA/UEPAE de Manaus. Circular Técnica, 8).
- VASCONCELLOS, M.E. da C., 1982. Análise do coeficiente de caminhamento ("Path coefficient") e estimativas de parâmetros genéticos em clones de seringueira (*Hevea* spp.). Piracicaba, ESALQ/USP, 77p. (Dissertação de Mestrado).
- VELLO, A.C., 1984. Heterose e endogamia em caracteres do sistema radicular de plantas jovens de milho (*Zea mays* L.) braquítica. Piracicaba, ESALQ/USP, 84p. (Dissertação de Mestrado).
- VELLO, N.A. e R. VENCOVSKY, 1974. Variâncias associadas às estimativas de variâncias genéticas e coeficientes de herdabilidade. Relatório Científico do Instituto de Genética, Piracicaba, 8: 238-248.

- VENCOVSKY, R., 1978. Herança quantitativa. In PATERNIANI, E. (coord.). Melhoramento e Produção do Milho no Brasil. Campinas, Fundação Cargill. p.122-201.
- WIERSUM, L.K., 1957. The relationship of the size and structural rigidity of pores to their penetration by roots. Plant Soil, The Hague, 9: 75-85.
- WRIGHT, S., 1921. Correlation and causation. Journal Agricultural Research, Washington, 20: 557-585.
- WRIGHT, S., 1923. Theory of path coefficient. Genetics, Princeton, 8: 239-255.
- WRIGHT, S., 1934. The method of path coefficients. Annals of Mathematical Statistics, Ann Arbor, 5: 161-215.
- ZACARIAS, C.A.B., 1977. Estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos em clones de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) e suas implicações no melhoramento. Piracicaba, ESALQ/USP, 82p. (Dissertação de Mestrado).

A P Ê N D I C E

Apêndice 1. Análises químicas foliar referente aos clones de guaraná sub-
metidos ao enraizamento de estacas. UEPAE/Manaus - 1985 ^{1/}.
Manaus, AM.

Clones	equivalente em miligrama					ppm		
	N	Ca	Mg	K	P	Mn	Zn	Cu
138	3,08	0,46	0,19	1,15	0,22	87	19,00	3,34
140	4,56	0,17	0,16	1,40	0,35	12	23,58	8,35
142	2,66	0,52	0,17	0,85	0,29	137	16,19	5,01
183	2,91	0,35	0,16	1,10	0,25	85	15,49	5,01
187	3,61	0,26	0,14	1,15	0,18	134	14,40	5,01
189	1,82	0,35	0,13	0,80	0,24	124	15,84	5,01
206	3,22	0,49	0,17	0,85	0,20	88	18,65	3,34
217	3,08	0,32	0,14	0,95	0,18	80	18,30	5,01
222	3,36	0,49	0,20	0,80	0,19	276	9,15	6,68
223	2,97	0,52	0,19	0,90	0,24	252	15,14	8,35
224	1,82	0,26	0,14	0,85	0,13	227	10,91	6,68
225	2,94	0,52	0,21	0,80	0,18	187	13,02	8,35
227	2,88	0,58	0,15	0,65	0,19	209	8,45	5,01
228	3,56	0,38	0,15	0,85	0,22	127	12,32	5,01
229	3,36	0,29	0,15	1,20	0,17	131	11,97	8,35
250	1,99	0,29	0,17	0,90	0,17	95	5,28	6,68
251	2,74	0,29	0,18	1,05	0,13	155	7,04	6,68
275	2,88	0,35	0,20	0,80	0,18	104	9,15	6,68
276	2,72	0,41	0,23	1,15	0,17	112	11,97	8,35
280	3,22	0,35	0,20	0,80	0,10	99	7,74	5,01
286	3,05	0,38	0,16	0,85	0,24	109	8,45	3,34
287	2,97	0,29	0,20	0,95	0,15	132	9,50	5,01
288	2,80	0,20	0,12	1,00	0,24	112	4,58	5,01
340	3,78	0,23	0,13	1,00	0,26	60	14,78	8,35
343	3,75	0,35	0,13	1,10	0,28	95	10,56	5,01
348	3,84	0,29	0,19	1,05	0,26	105	10,91	6,68
413	4,28	0,17	0,16	1,15	0,26	57	14,78	8,35
416	2,77	0,23	0,14	0,65	0,18	100	11,62	3,34
431	3,00	0,52	0,19	0,80	0,20	125	3,87	5,01
447	3,92	0,20	0,21	0,90	0,17	117	10,91	6,68
497	3,28	0,46	0,16	0,80	0,26	90	7,39	5,01
507	3,72	0,46	0,18	1,00	0,32	90	11,97	5,01
514	3,98	0,46	0,15	0,85	0,23	109	15,14	6,68
636	3,16	0,52	0,16	0,75	0,29	105	4,93	3,34
637	3,64	0,49	0,20	1,00	0,23	112	8,80	3,34
678	3,19	0,52	0,16	1,10	0,26	47	10,91	6,68

^{1/} Análises realizadas no Laboratório de Solos e Plantas da Unidade de
Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Manaus, da EMBRAPA. Manaus,
AM.

Apêndice 2. Análises químicas do ramo referente aos clones de guaraná submetidos ao enraizamento de estacas. UEPAE/Manaus - 1985 ^{1/} - Manaus, AM.

Clones	equivalente miligrama					ppm		
	N	Ca	Mg	K	P	Mn	Zn	Cu
138	1,98	0,58	0,11	1,20	0,17	48	14,38	6,75
140	2,35	0,38	0,14	1,15	0,22	3	10,35	4,50
142	2,38	0,70	0,12	1,00	0,26	32	12,08	9,00
183	2,77	0,38	0,12	1,30	0,21	43	14,38	6,75
187	3,22	0,58	0,20	1,55	0,26	56	17,25	6,75
189	2,43	0,81	0,16	1,40	0,22	43	19,55	11,25
206	2,45	0,64	0,11	1,05	0,22	48	12,65	9,00
217	1,68	0,44	0,11	1,40	0,18	27	11,50	6,75
222	2,29	0,84	0,14	0,95	0,21	136	18,40	9,00
223	1,96	0,52	0,10	1,00	0,17	75	11,50	6,75
224	2,54	0,70	0,13	0,95	0,15	110	17,83	9,00
225	2,10	0,46	0,11	0,90	0,22	54	14,38	11,25
227	1,84	0,64	0,09	0,90	0,17	88	13,23	9,00
228	1,90	0,44	0,11	1,20	0,19	45	20,13	9,00
229	2,40	0,58	0,09	1,00	0,13	128	20,13	11,25
250	2,10	0,38	0,15	1,10	0,14	40	13,80	9,00
251	1,76	0,55	0,11	1,05	0,14	80	13,80	11,25
275	2,01	0,44	0,14	1,10	0,17	27	15,53	9,00
276	2,40	0,38	0,12	1,25	0,15	27	13,80	11,25
280	2,38	0,70	0,12	1,10	0,14	70	21,28	9,00
286	1,82	0,90	0,10	1,20	0,25	37	19,55	9,00
287	1,87	0,67	0,09	0,95	0,14	75	14,95	6,75
288	1,42	0,17	0,05	1,35	0,24	27	13,23	11,25
340	2,60	0,17	0,10	1,35	0,20	13	14,38	13,50
343	2,18	0,20	0,06	1,50	0,20	32	10,93	9,00
348	2,10	0,20	0,06	1,60	0,20	19	9,78	9,00
413	2,80	0,12	0,10	1,30	0,17	11	16,10	9,00
416	1,79	0,20	0,07	0,95	0,16	64	8,05	11,25
431	1,56	0,32	0,07	1,05	0,17	29	9,20	11,25
447	2,80	0,20	0,14	1,35	0,16	51	18,99	13,50
497	1,96	0,29	0,05	1,15	0,19	29	85,68	11,25
507	2,24	0,29	0,09	1,55	0,20	27	6,90	9,00
514	2,80	0,29	0,10	1,20	0,18	35	13,26	13,50
636	1,96	0,38	0,07	1,25	0,19	40	12,08	9,00
637	2,26	0,46	0,11	1,40	0,20	51	12,65	11,25
678	1,98	0,38	0,06	1,40	0,21	21	8,05	13,50

^{1/} Análises realizadas no Laboratório de Solos e Plantas da Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Manaus, da EMBRAPA. Manaus, AM

Apêndice 3. Análises químicas do substrato utilizado no enraizamento de estacas de guaraná no viveiro. Campo Experimental do Km 30 - UEPAE/Manaus, 1985 ^{1/}, Manaus - AM.

Blocos	pH(H ₂ O)	PO ₄ ⁻⁻⁻ ppm	K ⁺ ppm	Ca ⁺⁺ e.mg	Mg ⁺⁺ e.mg	Al ⁺⁺⁺ e.mg/100ml TFSA
Bloco n° 1	4,2	7	34	1,0	0,5	0,9
Bloco n° 2	4,3	7	54	1,2	0,8	0,8
Bloco n° 3	4,1	3	44	1,0	0,8	1,0
Bloco n° 4	4,3	4	56	1,2	0,7	1,0
Bloco n° 5	4,6	5	52	1,2	0,6	0,8
Bloco n° 6	4,1	4	46	1,3	0,6	1,0
Bloco n° 7	4,3	3	56	1,2	0,7	0,9
Bloco n° 8	4,2	3	54	1,3	0,6	1,0
Bloco n° 9	4,5	3	60	1,5	0,6	0,9
Bloco n° 10	4,3	4	34	1,0	0,8	1,2
Média geral	4,3	4	49	1,2	0,7	1,0

^{1/} Análises realizadas pelo Laboratório de Solos e Plantas da Unidade de Execução de Pesquisa de Ambiente Estadual de Manaus, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manaus, AM.

Apêndice 4. Médias mensais dos parâmetros meteorológicos mais importantes referente as condições de viveiro de enraizamento (interna) e as condições naturais (externa) no período de agosto à dezembro de 1985. Fase de enraizamento das estacas. Campo Experimental do Km 30 - UEPAE Manaus ^{1/}, Manaus - AM.

Dados climatológicos - 1985								
Meses	Radiação solar (cal/cm ² /dia)			Temperatura média do ar atmosférico(°C)		Umidade relativa (%)		Precipitação pluvial (mm)
	Externa	Interna	% de sombreamento	Externa	Interna	Externa	Interna	
Agosto	423,17	139,96	67%	25,2	26,3	89	82	169,1
Setembro	485,48	145,97	70%	25,9	27,0	85	82	103,2
Outubro	474,77	145,10	70%	26,4	26,8	84	86	91,0
Novembro	413,03	134,64	67%	25,6	25,7	91	90	248,6
Dezembro	363,38	136,08	63%	25,9	26,6	86	86	380,5
Média geral	431,97	140,35	67%	25,8	26,5	87	85	198,5

^{1/} Dados fornecidos pela Estação Agrometeorológica da Unidade de Execução de Pesquisa de âmbito Estadual de Manaus, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manaus - AM.

Apêndice 5. Médias mensais dos parâmetros meteorológicos mais importantes referentes as condições do viveiro de formação de mudas (interna) e as condições naturais (externa) no período de janeiro a maio de 1986. Fase de desenvolvimento vegetativo das mudas. Campo Experimental do Km 30 - UEPAE/Manaus ^{1/}

Dados climatológicos - 1986												
Meses	Radiação solar (cal/cm ² /dia)			Temperatura média do ar atmosf. (°C)		Temperatura média do solo (°C)				Umidade relativa (%)		Precip. pluvial (mm)
	Profundidade											
	Ext.	Int.	% de sobream.	Ext.	Int.	Ext.	Int.	Ext.	Int.	Ext.	Int.	
Janeiro	351,58	169,21	55%	21,5	25,1	27,9	27,2	27,9	27,7	90	92	354,5
Fevereiro	343,45	144,27	55%	25,8	25,1	27,3	27,4	27,3	27,2	88	91	389,1
Março	-	-	-	25,1	26,2	28,0	27,1	28,0	27,9	88	90	253,1
Abril	-	-	-	25,7	26,8	28,6	28,7	28,4	28,4	89	92	331,4
Maio	-	-	-	27,3	26,0	28,6	28,0	28,4	28,1	86	86	338,9
Media geral	362,52	156,74	55%	25,8	25,8	28,1	27,7	28,0	27,9	88	90	333,4

^{1/} Dados fornecidos pela Estação Agrometeorológica da Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Manaus, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: Manaus, AM.

- Dados não coletados devido defeito no aparelho (piranógrafo).

Apêndice 6. Análises químicas do substrato utilizado para o transplante das mudas enraizadas de guaraná após a indução das gemas vegetativas, no viveiro de formação. Campo Experimental do Km 30 - UEPAE/Manaus, 1986 ^{1/}, Manaus, AM.

Blocos	pH (H ₂ O)	PO ₄ ⁻⁻⁻ ppm	K ⁺ ppm	Ca ⁺⁺ e.mg	Mg ⁺⁺ e.mg	Al ⁺⁺⁺ e.mg/100ml TFSA
Bloco nº 1	4,7	4	26	0,7	0,6	1,1
Bloco nº 1	4,7	5	28	0,8	0,6	0,9
Bloco nº 2	4,7	6	28	0,8	0,7	0,9
Bloco nº 2	4,6	4	26	0,8	0,7	0,9
Bloco nº 3	4,6	4	30	0,7	0,8	0,8
Bloco nº 3	4,6	3	26	0,7	0,6	0,8
Bloco nº 4	4,5	4	30	0,7	0,8	0,9
Bloco nº 4	4,6	3	24	0,7	0,5	0,8
Bloco nº 5	4,5	3	26	0,7	0,6	0,8
Bloco nº 5	4,6	4	26	0,7	0,6	0,9
Média geral	4,6	4	27	0,7	0,7	0,9

^{1/} Análises realizadas pelo Laboratório de Solos e Plantas da Unidade de Execução de Pesquisa de Ambiente Estadual de Manaus, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manaus, AM.