NUTRIÇÃO MINERAL DE CLONES DE GUARANAZEIROS
(*Paullinia cupana* VAR. *sorbilis* (MART.) DUCKE)
CULTIVADOS EM PORTO VELHO, RONDÔNIA

JOÃO ELIAS LOPES FERNANDES RODRIGUES
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. ANTONIO AUGUSTO LUCCHESI

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

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Setembro - 1990

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

R696n Rodrigues, João Elias Lopes Fernandes
Nutrição mineral de clones de guaranazeiros
(Paullinia cupana Var. sorbilis (Mart.) Ducke)
cultivados em Porto Velho, Rondônia. Piraci-
caba, 1990.
86p.

Tese - ESALQ
Bibliografia.

1. Guaraná - Clone - Nutrição - 2. Guaraná -
Cultivo - Porto Velho, RO I. Escola Superior de
Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 633.88328

NUTRIÇÃO MINERAL DE CLONES DE GUARANAZEIROS
(*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke)
CULTIVADOS EM PORTO VELHO, RONDÔNIA

JOÃO ELIAS LOPES FERNANDES RODRIGUES

Aprovado em:

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Antonio Augusto Lucchesi	ESALQ/USP
Prof. Dr. Nilson A. Villa Nova	ESALQ/USP
Prof. Dr. José Dias Costa	ESALQ/USP
Prof. Dr. Ronaldo Ivan Silveira	ESALQ/USP
Prof. Dr. Hilton Thadeu Zarate do Couto	ESALQ/USP

Prof. Dr. Antonio Augusto Lucchesi

- Orientador -

Ao meu pai João Fernandes Rodrigues "in me
morian", a minha mãe Maria do Carmo L. F.
Rodrigues, aos meus irmãos Marli, Marilda,
Albano, Mercedes, Marilena, Marlene e Ave-
lino, a minha esposa Carlota e as filhas
Michele e Maria do Carmo,

D E D I C O

AGRADECIMENTOS

- À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), pela oportunidade que me concederam para a realização deste curso.
- Ao Prof. Dr. Antonio Augusto Lucchesi, a quem aprendi a respeitar pela competência e orientações concedidas.
- Ao Dr. Moacir José Sales Medrado pelo empenho dedicado à condução deste estudo, pelas sucessivas sugestões apresentadas a este trabalho, pela oportunidade concedida à realização deste curso e pela grande amizade.
- Ao Dr. Afonso Celso Caldeiras Valois, pela dedicação aos problemas da Amazônia pela amizade e pela oportunidade concedida para a realização deste curso.
- Ao Prof. Dr. Nilson A. Villa Nova, pela amizade e capacidade de resolver os problemas com uma simples palavra.
- Ao Prof. Dr. José Dias Costa, pela amizade e dedicação concedidas.
- Ao Prof. Dr. Hilton Thadeu Zarate do Couto, pelas sugestões e ajuda na análise estatística dos dados experimentais deste trabalho.
- Ao Prof. Dr. Ronaldo Ivan Silveira, pelas sugestões apresentadas a este trabalho.
- Ao Dr. Raimundo Parente, pela ajuda na análise dos dados experimentais.

Aos colegas Jorge Haroldo Duarte, Francisco de Assis Marinho, Sonia Maria Botelho e Rogério Correa da Costa, pela amizade e ajuda na condução desta pesquisa.

À senhora Marialice Metzker Poggiani, pela contribuição na revisão de literatura.

À Maria Helena M.O. Rodrigues, pela dedicação ao trabalho datilográfico.

E a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

S U M Á R I O

	Página
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	x
RESUMO	xv
SUMMARY	xvii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Classificação botânica dos guaranazeiros	4
2.2. Produção e mercado do guaraná	6
2.3. Solos utilizados para o cultivo do guaranazei <u>r</u> ro	7
2.4. Levantamento do estado nutricional do gurana- zeiro	9
2.5. Adubações utilizadas nos guaranazeiros	15
2.6. Aspectos climáticos do guaranazeiro	22
2.7. Época, modo e local de aplicação dos fertili- zantes	24
2.8. Balanço nutricional do guaranazeiro.....	30
2.9. Interação de espécies vegetais e nutrição mi- neral	33
3. MATERIAL E MÉTODOS	36
3.1. Localização do experimento	36
3.2. Clima da região	36

3.3. Solo da área experimental	36
3.4. Delineamento experimental	39
3.5. Preparo da área para plantio	39
3.6. Adubação das covas e plantio	43
3.7. Tratos culturais	43
3.7.1. Coroamento e roçagens	43
3.7.2. Cobertura morta	43
3.7.3. Condução do guaranazeiro	45
3.7.4. Adubação de cobertura	45
3.8. Variáveis avaliadas	46
3.8.1. Produção	46
3.8.2. Análise do solo	46
3.8.3. Análises foliares	46
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4.1. Relação entre nutrientes no solo e a produção de frutos dos guaranazeiros	48
4.2. Relação entre nutrientes nas folhas e a produ ção dos guaranazeiros	54
4.3. Produções anuais dos clones de guaranazeiros nas condições de Porto Velho, RO	59
4.4. Produções anuais relacionadas aos diferentes níveis de N,P,K e Mg, utilizados nos clones de guaranazeiros, nas condições de Porto Ve- lho, RO	61

5. CONCLUSÕES	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
APÊNDICE	80

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA Nº	
1. Informações agrometeorológicas do local do experimento, fornecidas pelo Instituto de Meteorologia do Ministério da Agricultura, INEMET-MA	38
2. Produção (g/planta) de frutos verdes em cacho de guaranazeiros (<i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> (Mart.) Ducke), cultivados em Porto Velho-RO, nos anos de 1986, 1987 e 1988.....	62

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela Nº

1.	Área plantada e colhida em hectares, produção obtida em toneladas e produtividade em quilogramas por hectare de guaranazeiros (<i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> (Mart.) Ducke) nos diversos Estados do Brasil no ano agrícola 1988.....	6
2	Tipos de solos utilizados na cultura do guaraná no Estado do Pará	9
3	Características dos solos das quatro propriedades produtoras de guaraná em Maués-AM, utilizadas para o levantamento nutricional dos guaranazais	12
4	Produção de sementes (g) de guaraná em quatro localidades do município de Maués-AM	12
5	Quantidades, épocas e modo de aplicação de adubos nas plantações de guaraná em Maués-AM, utilizadas no trabalho de CASTRO (1975)	13
6	Tipos de adubação utilizadas pelos produtores de guaraná - Estado do Pará, 1983.....	20
7	Fórmulas de fertilizantes minerais utilizados na cultura do guaraná - Estado do Pará, 1983	21
8	Quantidade de adubo, em gramas por planta, para a cultura do guaranazeiro	21

Tabela Nº

9	Informações agrometeorológicas do local do experimento, fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia do Ministério da Agricultura, INEMET-MA	37
10	Esquema de análise de variância utilizado	40
11	Croqui, espaçamento, níveis de adubação, clones utilizados e número de plantas do experimento de adubação em clones de guaranazeiros (<i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> (Mart.) Ducke), em Porto Velho-RO	41
12	Parcelas, níveis de adubação e os tratamentos em kg/planta dos elementos (N P K e Mg) e gramas dos adubos (uréia, cloreto de potássio, superfosfato triplo e sulfato de magnésio) por planta, aplicados no experimento de adubação em clones de guaranazeiros (<i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> (Mart.) Ducke). em Porto Velho-RO	42
13	Gramas dos adubos (uréia, cloreto de potássio, superfosfato triplo e sulfato de magnésio), aplicados por planta e por ano de cultivo no experimento de adubação em clones de guaranazeiros (<i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> (Mart.) Ducke) em Porto Velho-RO	44

Tabela Nº

14	Resumo das análises de variância dos teores dos elementos, alumínio, fósforo, cálcio e magnésio, e do pH em Latossolo Amarelo textura argilosa, em Porto Velho-RO, nos anos de 1987 e 1988, no qual foi conduzido o experimento de adubação em três clones de guaranazeiros (<i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> (Mart.) Ducke)	49
15	Avaliação do comportamento de clones de guaranazeiros (<i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> (Mart.) Ducke) e das relações entre nutrientes no solo e destes com as produções dos anos de 1987 e 1988	51
16	Resumo das análises de variância dos teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas folhas de clones de guaranazeiros (<i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> (Mart.) Ducke), em Porto Velho - RO, nos anos de 1987 e 1988	55
17	Avaliação do comportamento de clones de guaranazeiros (<i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> (Mart.) Ducke), e das relações entre nutrientes no solo e destes com as produções dos anos de 1987 e 1988	57
18	Resumo das análises de variância da produção, em gramas por planta, de frutos verdes em cacho de clones de guaranazeiros (<i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> (Mart.) Ducke), em Porto Velho-RO, nos anos de 1986, 1987 e 1988 e análise conjunta dos anos 1986, 1987 e 1988	60

Tabela Nº

19	Resumo das análises de variância dos dados em ordem decrescente de produção, em gramas por tratamento, de frutos verdes em cacho de clones de guaranazeiros (<i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> (Mart.) Ducke), em Porto Velho-RO, nos anos de 1986, 1987 e 1988	68
20	Análise de correlação entre os dados de análise de fertilidade do solo, da área experimental, nos anos de 1987 e 1988 e as produções de 1987 e 1988 de frutos de guaranazeiros (<i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> (Mart.) Ducke), relativos ao clone 346.....	81
21	Análise de correlação entre os dados de análise de fertilidade do solo, da área experimental, nos anos de 1987 e 1988 e as produções de 1987 e 1988 de frutos de guaranazeiros (<i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> (Mart.) Ducke), relativos ao clone 347	82
22	Análise de correlação entre os dados de análise de fertilidade do solo, da área experimental, nos anos de 1987 e 1988 e as produções de 1987 e 1988 de frutos de guaranazeiros (<i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> (Mart.) Ducke), relativos ao clone 352	83

Tabela Nº

- 23 Análise de correlação entre os dados de análise foliar, nos anos de 1987 e 1988, e as produções de 1986, 1987 e 1988 de frutos de guaranazeiros (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke), relativos ao clone 346 84
- 24 Análise de correlação entre os dados de análise foliar, nos anos de 1987 e 1988, e as produções de 1986, 1987 e 1988 de frutos de guaranazeiros (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke), relativos ao clone 347 85
- 25 Análise de correlação entre os dados de análise foliar, nos anos de 1987 e 1988, e as produções de 1986, 1987 e 1988 de frutos de guaranazeiros (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke), relativos ao clone 352 86

NUTRIÇÃO MINERAL DE CLONES DE GUARANAZEIROS
(*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke)
CULTIVADOS EM PORTO VELHO, RONDÔNIA

Autor: JOÃO ELIAS LOPES FERNANDES RODRIGUES
Orientador: Prof. Dr. ANTONIO AUGUSTO LUCCHESI

RESUMO

O guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke), vem sendo cultivado em Rondônia, principalmente em solos ácidos, com pH variando de 4,0 a 5,4, com baixos teores de cálcio, magnésio, potássio e fósforo e alta saturação de alumínio. Esta cultura, constitui-se como alternativa para ocupação dos solos, nas áreas do programa de expansão da fronteira agrícola do Estado.

Objetivando definir níveis mais adequados de nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio, para três clones de guaranazeiro, conduziu-se um experimento em um Latossolo Amarelo de textura argilosa, na área experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA, em Porto Velho-RO.

O ensaio foi conduzido em um delineamento experimental de blocos ao acaso, num arranjo fatorial incompleto

to com parcelas subdivididas, com três repetições. Nas parcelas , estudou-se os níveis de adubações e nas subparcelas os clones de guaranazeiros.

Nas condições em que foi conduzido o experimento, dentro do período analisado, concluiu-se que: o clone 346 foi superior em produção aos clones 347 e 352; não houve resposta para a interação entre clones de guaranazeiros e níveis de adubação no solo, bem como para os teores dos elementos na folha e a produção.

MINERAL NUTRITION OF GUARANA (*Paullinia cupana*
var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) CULTIVATED IN
PORTO VELHO, RONDONIA

Author: JOÃO ELIAS LOPES FERNANDES RODRIGUES

Adviser: Prof. Dr. ANTONIO AUGUSTO LUCCHESI

SUMMARY

The guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) has been cultivated in Rondônia, especially in acid soils with pH in the 4.0-5.4 range. The soils has a very poor content of calcium, magnesium, potassium, phosphorus and a high aluminium saturation.

In this moment, guaraná is a good alternative for occupation of the acid soils of the humid tropics, but is necessary obtain basic information of mineral nutrition this crop.

The main objective of this work was to study the more adequate levels of nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium in guaraná clones cultivated in oxisols of the tropics.

The trial was delineated in a factorial design

in splits plots with 3 replications. In the plots was studied the fertilization levels and in sub-plots the guaraná clones.

In the conditions that was conducted the trial the results obtained showed that: the 346 clone was more productive than 347 and 352 clones and that it was not differences among the treatments in relation to fertilizer applications.

This results show that is necessary the realization of extensive studies on guaraná plant to soils deficient in essential elements.

1. INTRODUÇÃO

O guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) (Mart., Ducke), é planta nativa da Amazônia, encontrada em uma área de distribuição natural, abrangendo os Estados do Amazonas, Pará, Acre e Maranhão e os países: Bolívia, Colômbia, Peru e Guianas (PANTOJA, 1960).

A primeira notícia sobre a existência do guaraná foi dada pelo missionário Betendorf, que o encontrou entre os índios Andirá's por ocasião de uma viagem realizada pelo Rio Amazonas no ano de 1669. (SCHIMIDT, 1930). Naquele tempo, o guaranazeiro já era considerado a "planta milagrosa" em decorrência das propriedades medicinais do seu produto (o guaraná) por ser diurético, antitêrmico, antinevrálgico, antidiarréico, analgésico, antigripal e afrodisíaco (VALOIS, 1983).

Até a década de 1960, a cultura era essencialmente extrativa, tendo nesse período se iniciado os primeiros esforços de pesquisa com trabalhos de seleção de plantas com a preocupação em racionalizar a cultura (CORREIA, 1983).

Recentemente, o cultivo do guaraná, contando com o desenvolvimento de tecnologias e práticas de condução

da cultura, vem se expandindo em outros Estados e regiões do país. A área plantada já ultrapassou as fronteiras da Amazônia, sendo cultivado principalmente no Amazonas (78%), Bahia, Pará, Acre, Mato Grosso, Roraima e Rondônia (22%) (CORREIA, 1983).

A produtividade média nacional está em torno de 162 kg/ha, com tendência a aumentar, graças às tecnologias que vêm sendo introduzidas pela pesquisa.

Diversas são as causas desta baixa produtividade e entre elas destacam-se: a maioria da produção brasileira advém de plantações antigas do Estado do Amazonas, onde se emprega pouca ou nenhuma tecnologia, os plantios racionais estão ainda em fase inicial de produção; a maioria dos produtores desconhece o manejo e os tratos culturais adequados; e o guaranazeiro é uma planta que apresenta grande variabilidade genética quando oriundo de reprodução sexuada (KATO, 1981).

Por outro lado, os guaranazeiros estão sendo cultivados em áreas de terra firme, em solos do tipo Latossolo Amarelo, textura pesada, solos estes considerados de baixa fertilidade natural. Nesses solos é necessário, para que a cultura produza satisfatoriamente, a utilização de adubações baseadas na análise de solo e necessidade da planta. A grande variabilidade genética existente entre as plantas de guaraná, oriundas de sementes, tornou difícil

a realização de trabalhos técnicos confiáveis referentes a nutrição e adubação da cultura. Com a homogeneização do material genético pela propagação vegetativa do guaranazeiro, tornou-se possível a realização deste estudo de adubação com objetivo de definir níveis mais adequados de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio para clones de guaranazeiros, adaptados e cultivados em Rondônia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA

O guaranazeiro pertence à família das Sapindáceas, sendo planta sarmentosa, bastante conhecida na região Amazônica.

Devemos salientar, que com a denominação Guaranã, existem duas variedades perfeitamente distintas e estudadas por Adolfo Ducke, conforme passaremos descrever (CALZAVARA, 1979).

2.1.1. Cupana

Assim denominado na Venezuela e Colômbia, o primeiro encontrado e classificado como *Paullinia cupana*, H. B.K. *típica*, encontrado em quantidades muito restritas nas baixadas fluviais do alto Orenoco e alto Rio Negro, caracterizando-se por apresentar em qualquer idade, ramos desprovidos de gavinhas ou sarmentos, com flores e frutos de maior tamanho que a outra variedade.

2.1.2. Guaranã

Também conhecido como Varanã, Guaranã de Mauês ou do Baixo Amazonas, ~~classificado como *Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke~~, cultivado em larga escala na região ^{canatuza} de Mauês e municípios vizinhos, caracterizando-se por apresentar gavinhas ou sarmentos nas axilas das folhas.

É um arbusto subereto ou escandente quase não ramificado, cujas gavinhas nas axilas das folhas possibilitam quando abafada pela vegetação, subir à grandes alturas, redundando em baixa produção e difícil colheita.

As flores aglomeram-se em inflorescências tipo cacho, de 10 a 22 centímetros de comprimento, apresentando flores masculinas e femininas de tamanho pequeno, pedúnculo curto, com cinco sépalas cobertas em forma de crista. Seu ovário é tricapelar, trilocular com um óvulo por lóculo, o que possibilita a formação de uma a três sementes.

O fruto é uma cápsula de deiscência séptica pedunculoso, variando de uma a três lojas, contendo cada, uma semente, a qual está coberta por espessa película branca e farinácea conhecida como arilo.

Quando maduro adquire coloração vermelha alaranjada ou amarela, enquanto que a semente após a abertura do fruto apresenta-se de um preto brilhante com arilo branco, formando a imagem do olho humano, conforme lenda indígena.

2.2. PRODUÇÃO E MERCADO DO GUARANÁ

Atualmente, a produção brasileira de guaraná é oriunda principalmente do Estado do Amazonas, que concentra mais de 90% da produção nacional, sendo seguido pelos Estados da Bahia, Mato Grosso, Pará, Acre e Rondônia (Tabela 1).

Tabela 1. Área plantada e colhida em hectares, produção obtida em toneladas e produtividade em quilogramas/hectare de sementes secas de guaranzeiros (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) nos diversos Estados do Brasil no ano agrícola de 1988.

Estado	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Produção (t)	Produtividade (kg/ha)
Amazonas	10.138	5.088	440	86
Mato Grosso	3.329	2.122	285	134
Bahia	2.927	1.271	609	479
Rondônia	2.100	100	20	200
Acre	812	205	51	249
Pará	694	201	54	269
Brasil	20.000	8.987	1.450	162

Fonte: Levantamento sistemático de Produção Agrícola - Dez/88 e CEPEC/CEPLAC, citados por GALVÃO et alii (1988).

No Estado de Rondônia, houve, nos últimos 7 anos, notadamente no período de 1983 a 1986, uma expansão na área de plantio, passando de 56 hectares a mais de 2.000 hectares, concentrados principalmente nos municípios de Ariquemes e Ji-Paraná.

O Brasil é o único produtor mundial que explora comercialmente o guaraná. Praticamente toda produção nacional é consumida a nível de mercado interno, sendo pouco significante a quantidade exportada anualmente, não ultrapassando a 70 toneladas nos últimos anos.

Estima-se que da demanda nacional de guaraná em amêndoas, cerca de 70% é absorvida pelos fabricantes de refrigerantes, enquanto que aproximadamente 15% é industrializada para comercialização na forma de bastão, e o restante na forma de xaropes, pó concentrado ou extrato.

Estudos realizados por BRANDT et alii (1973, 1975), relatam um déficit potencial de 4.200 toneladas de guaraná em amêndoas por ano, só para atender a lei dos sucos se a legislação fosse realmente obedecida.

2.3. SOLOS UTILIZADOS PARA O CULTIVO DO GUARANAZEIRO

O guaraná é cultivado na Amazônia nas "terras firmes", constituídas de Latossolos Amarelos ou Avermelhados, provenientes do quaternário anterior ou do terciário posterior (GONÇALVES, 1968).

Esses dois solos constituem a unidade pedogenética que apresenta maior distribuição geográfica na Amazônia Brasileira (FALESI, 1972). Seus perfis exibem uma se-

quência de horizontes A, B e C, com ausência de A₂, sendo profundos, fortemente desgastados, bem drenados, porosos, friáveis, fortemente ácidos; possuindo B Latossólico e com difícil diferenciação dos horizontes genéticos. Possuem baixa fertilidade, o que é consequência de sua gênese, pois na região amazônica derivam principalmente da evolução diagenética dos sedimentos argilo-arenosos cauliniticos pertencentes aos terciários - série Barreiras. Os valores de soma de bases, capacidade de troca catiônica e saturação de bases são sempre baixos, como também o são os de fósforo assimilável. Os teores de matéria orgânica variam de médios a altos no horizonte A, decrescendo os valores consideravelmente com a profundidade do perfil.

Na Bahia (SILVA, 1970), relata que o guaraná foi também introduzido em áreas de Latossolos que possuem as seguintes características: B - latossólico, baixo gradiente textural, pobreza química - mineralógica, boas condições físicas, baixa capacidade de troca da fração argila, pequena porcentagem de silte, baixa saturação de bases, pH ácido e profundidade efetiva superior a 2 metros.

No Estado do Pará, diferentes tipos de solos, têm sido utilizados para o cultivo do guaranazeiro, conforme mostra a **Tabela 2**. A maior concentração, com 62,3% do total, é de Latossolo Amarelo, textura média, que predomina no Estádo (FALESI, 1972), apresentando boas propriedades físicas,

mas propriedades químicas limitadas, requerendo portanto, aduções e correções adequadas.

Tabela 2. Tipos de solos utilizados na cultura do guaraná no Estado do Pará.

Tipo de solo	Número de produtores	%
Latossolo Vermelho Amarelo textura pesada	2	2,0
Latossolo Vermelho Amarelo Húmico Antropogênico	8	8,2
Areias Quartzosas	16	16,3
Latossolo Amarelo textura média	61	62,3
Latossolo Amarelo textura pesada	2	2,0
Terra Roxa Estruturada	7	7,2
Concrecionário Laterítico	2	2,0
Total	98	100,0

Fonte: FALESI (1972).

Os solos tidos como aptos para a cultura (Terra Roxa Estruturada, Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Amarelo textura pesada) representavam somente 11,2% do total, enquanto aqueles solos tidos como menos aptos para a cultura, tais como o 'Concrecionário Laterítico e Areias Quartzosas' perfaziam 18,3% das propriedades levantadas.

2.4. LEVANTAMENTO DO ESTADO NUTRICIONAL DO GUARANAZEIRO

Os fundamentos da diagnose foliar foram lança

dos por LAGATU & MAUMÉ (1926), que estabeleceram o conceito de diagnose foliar como sendo o estado químico de uma folha, tomada em determinado momento.

Uma das relações mais importantes na análise de planta para fins de diagnóstico é a que envolve a produção, a concentração de nutrientes na planta e o nível de elemento no solo (MUNSON & NELSON, 1973).

MACY (1936), estabeleceu o conceito do nível crítico ou concentração ótima de nutrientes na planta através de relação entre o teor percentual do nutriente na folha e a produção final da planta. O nível crítico sendo o ponto de inflexão superior na curva produção x teor de nutrientes. Este nível crítico foi denominada por LOTT et alii (1961) de nível limiar, isto é, teor abaixo do qual o crescimento e produção seriam limitados e acima do qual não haveria crescimento nem aumento de produção.

CHAPMANN (1973), apresentou um tipo de curva mais ajustada para a relação concentração x crescimento, onde evidencia o efeito de diluição sobre a concentração de nutrientes em determinado órgão da planta. Este aspecto resalta a importância da escolha certa para a amostragem, em relação à idade fisiológica do órgão amostrado.

Este aspecto da diluição foi extensivamente estudado por alguns autores, entre eles STEENBJERG (1951),

STEENBJERG & JAKOBSEN (1963) e BATES (1971). Em todos os trabalhos evidenciou-se que a percentagem de determinado nutriente em qualquer parte da planta, depende da época de amostragem.

Quanto a época de amostragem, ARISTIZABAL & PULGARIN (1977), verificaram para o cafeeiro, um período ótimo para diagnose foliar, entre 4 e 6 meses antes da colheita.

Com relação à produção, ESPINOSA (1969), encontrou correlação positiva entre adubação, teores foliares de N e produtividade de cafeeiros jovens.

Em relação à idade da folha, MULLER (1959) trabalhando com cafeeiro arábica verificou uma variação na composição foliar durante o processo de envelhecimento da folha.

Com as características químicas dos solos contidos na **Tabela 3**, CASTRO (1975) levantou o estado nutricional e avaliou a produção (**Tabela 4**), de guaranazeiros em quatro locais, em Maués-Amazonas. Sendo que os locais de número I e IV não foram adubados, enquanto que os de número II e III receberam fertilizantes conforme mostra a **Tabela 5**.

CASTRO (1975), verificou neste levantamento, que os teores de nitrogênio nas folhas variaram de 2,23 a 6,10% da matéria seca. O maior teor médio de N nas folhas correspondeu à maior produção média de frutos (local III). O

menor teor médio de N correspondeu ao menor índice médio de produção de frutos (local II).

Tabela 3. Características químicas dos solos das quatro propriedades produtoras de guaraná em Maués-AM, utilizadas para o levantamento nutricional dos guaranezeiros.

Propriedades	Teores trocáveis emg/100 g de terra							C%
	pH	PO ₄ ⁻³	K ⁺	Ca ⁺⁺⁺	Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺⁺	H ⁺ +Al ⁺⁺⁺	
I (sem adubação)	4,3	0,04	0,06	0,19	0,19	3,39	9,25	2,31 I
IV (com adubação)	4,2	0,04	0,08	0,19	0,14	3,12	9,01	2,22 IV
II (com adubação)	4,3	0,04	0,08	0,40	0,24	3,87	12,45	3,18 II
III (sem adubação)	4,6	0,04	0,06	0,08	0,32	3,58	10,02	2,73 III

Fonte: CASTRO (1975)

Tabela 4. Produção de sementes (g) de guaraná em quatro localidades do município de Maués-AM.

Produção (g)	L o c a i s *			
	I	II	III	IV
Médias	1368,75	672,25	1972,80	1759,12
	ab	b	a	a

* Nos locais I e IV as plantas não receberam adubos, enquanto no II e III foram adubadas.

As letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: CASTRO (1975).

Tabela 5. Quantidades, épocas e modo de aplicação de adubos nas plantações de guaraná em Maués-AM, utilizadas no trabalho.

Locais	Fertilizantes utilizados	Quantidades em grama por planta		Modo de aplicação
		1. ^a aplicação (março/74)	2. ^a aplicação (junho/74)	
II	sulfato de amônio	100	100	na projeção da copa, a lanço
e	superfosfato simples	310	-	
III	cloreto de potássio	70	70	

Fonte: CASTRO (1975).

Os estudos de correlação efetuados entre o teor de N nas folhas e as produções individuais de frutos, indicaram pouca correlação entre o teor de N nas folhas e a produção (CASTRO, 1975). Apenas o local II mostrou correlação negativa significativa entre os teores de N nas folhas e a produção de frutos neste local.

Aparentemente uma correlação negativa entre o teor de N nas folhas e a produção indicaria uma tendência à produção de frutos diminuir, à medida que crescesse o teor de N nas folhas (CASTRO, 1975). Entretanto, essa hipótese merece ser examinada levando-se em consideração outros aspectos.

O teor de fósforo nas folhas variou de 0,17 a 0,48% da matéria seca. O efeito da adubação fosfatada entre tanto não foi evidenciado pelo teor nas folhas. O teor de

fósforo somente apresentou correlação negativa significativa com a produção no local II. Nos demais locais, as correlações apesar de negativas, apresentaram coeficientes muito baixos (CASTRO, 1975).

O teor de potássio nas folhas apresentou uma dispersão de 0,22 a 2,42%. Aparentemente, os teores encontrados nos solos não se relacionaram com os teores médios de potássio nas folhas, nas plantas pesquisadas. O local I, onde as plantas apresentaram maiores teores de potássio nas folhas, apresentou o menor teor de potássio trocável no solo. A adubação, efetuada nos locais II e IV, também não mostrou efeito na elevação dos teores de K nas folhas (CASTRO, 1975).

Tanto os dados da análise de variância, como as correlações entre os teores nas folhas e as produções permitiram supor que as variações de teores de K nas folhas apresentaram pouco efeito nas variações de produção, nas condições deste trabalho. Os coeficientes de correlação entre produção de frutos e o teor nas folhas não apresentaram significância estatística (CASTRO, 1975).

Os teores de cálcio nas folhas variaram de 0,04 a 0,42% para as plantas amostradas. Apenas o local II mostrou correlação entre o teor de cálcio e a produção. Este resultado indicou que o nutriente aparentemente está limitando a produção, nas condições do local II (CASTRO, 1975).

Os teores de magnésio nas folhas variaram de 0,11 a 0,26%. O local II apresentou o maior teor médio. O K e o Mg apresentaram relações antagônicas nas plantas. Relativamente, constatou-se maior acumulação de Mg pelas plantas do local II, associada a um menor teor de potássio. No local I, o fenômeno ocorreu de forma inversa, ou seja, maior teor de K associada a uma menor concentração de Mg (CASTRO, 1975).

De posse dos dados e das condições em que se realizaram os estudos, CASTRO (1975), concluiu que:

- a) os teores médios de N = 4,37%; P = 0,32%; K = 0,79%; Ca = 0,10%; Mg = 0,17% e S = 0,15% nas folhas estão relacionados com a maior produção média por planta.
- b) os teores médios de N = 3,93%; P = 0,34%; K = 0,79%; Ca = 0,18%; Mg = 0,19% e S = 0,17% nas folhas estão associados à menor produção média por planta.

2.5. ADUBAÇÕES UTILIZADAS NOS GUARANAZAIS

Um dos primeiros autores a se preocupar com a nutrição e adubação do guaranazeiro foi Watzel (1937)¹, citado por CASTRO (1975) que recomendava a adubação das covas e a escolha de terrenos férteis para o estabelecimento das culturas, não especificando, todavia, a adubação de cova.

¹WATZEL, J. O guaraná, seu valor industrial e medicinal. Boletim do Ministério da Agricultura, 26(416): 25 - 32, 1937.

GONÇALVES (1968) baseado em observações pessoais em uma pequena plantação instalada na sede do Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (IPEAN), recomenda aplicação de: 2000 kg/ha de torta de amendoim; 150 kg/ha de sulfato de amônio; 150 kg/ha de superfosfato triplo; 100 kg/ha de cloreto de potássio e 125 kg/ha de farinha de ostra.

Segundo o autor, deve-se aplicar a torta de amendoim em sulcos, 1,0 metro distante dos troncos, e os adubos restantes a lanço, misturados e incorporados ao solo pelas enxadas do microtrator. As aplicações seriam feitas anualmente. Não há, entretanto, referências sobre os acréscimos de produção conseguidos com esta adubação, o que dificulta melhor análise.

Também baseado em observações, Maia (1972)², citado por CASTRO (1975) em plantações no município de Ituberá, BA, tem parcelado as quantidades aplicadas, de acordo com o crescimento das plantas. As plantas adultas no espaçamento 5,0 x 5,0 m recebem 120 kg/ha de N, 120 kg/ha de P_2O_5 e 60 kg/ha de K_2O parcelados em 3 vezes. Estas quantidades são semelhantes às recomendadas pelo IPEAN, para as plantações do Estado do Amazonas. Este recomenda como viável (produções de 1 kg/pé) 50 kg/ha de N, 100 kg/ha de P_2O_5 e 100 kg/ha de K_2O , a partir do terceiro ano, aplicados em sulcos

² MAIA, A.L. O guaraná. Salvador, Associação dos Engenheiros Agrônomo da Bahia, 1972. 14p. (mimeografado).

na projeção da copa, com o parcelamento do nitrogênio. No primeiro e segundo ano, aplica-se 50% e 75% da fórmula, respectivamente.

Em São Paulo, na Estação Experimental de Pariquera-Açu, Cione (comunicação pessoal)³, citado por CASTRO (1975), aplicou calcário em plantas de nove anos de idade, na base de 5.000 kg/ha, 3 anos após o plantio. O pesquisador observou uma melhoria no aspecto de coloração e folhagem e um aumento de produção estimada em 30 a 40%.

Apesar do guaranazeiro ser considerado planta rústica, torna-se indispensável, ao seu desenvolvimento vegetativo e frutificação, que encontre no solo, os elementos necessários para a produção de uma colheita compensadora.

Convem salientar, que a adubação deve ser efetuada em função da análise do solo, a qual irá determinar as necessidades da cultura, de acordo com seu potencial de fertilidade.

Considerando que a adubação deve ser realizada em função do desenvolvimento vegetativo da planta, da sua floração e frutificação, com relação ao guaranazeiro, acredita-se que deva ser parcelada no decorrer do ano agrícola (CALZAVARA, 1979):

³ Engenheiro Agrônomo - José Cione. Chefe da Estação Experimental de Pariquera-Açu. Instituto Agrônomo de Campinas.

- a) Adubação no decorrer dos meses de junho a julho - corresponde ao início da floração, preparando a cultura para a nova frutificação.
- b) Adubação no decorrer dos meses de dezembro a janeiro - ao fim da colheita, preparando a cultura para seu novo desenvolvimento vegetativo e por conseguinte à futura floração.

Para as condições locais, como sugestão, o autor apresenta uma proporção de fácil aplicação e bastante satisfatória: uréia: 10%, superfosfato simples: 50% e cloreto de potássio: 40%.

Para cada planta, o autor orienta a aplicação de 300 g da mistura, após os seis meses de plantio; 800 g no segundo; 1.000 g no terceiro ano, 1.200 g no quarto ano e 1.600 g no quinto ano, quando poder-se-á estabilizar a adubação para os demais anos. A partir do segundo ano, estas quantidades não serão aplicadas integralmente, mas sim em duas parcelas, sendo em junho/julho e outra em dezembro/janeiro, correspondendo ao início da floração e fim da frutificação. O autor também orienta que por ocasião das adubações de dezembro/janeiro, deve-se aplicar 10 kg de matéria orgânica, como complemento à adubação química, oriundas da mistura de casca, sementes refugadas, cinzas e restos de torração após fermentação.

Recomenda-se que a aplicação dos adubos deve ser feita em cobertura, afastada do tronco e obedecendo a projeção da copa.

As necessidades nutricionais da cultura, determinadas por CASTRO (1975) e posteriormente revisadas por KATO (1981) indicam maior demanda de nitrogênio, tanto na fase jovem como na fase produtiva. Portanto, de todas as fórmulas relatadas pelos produtores, apenas uma, a 24-12-12, se apresenta compatível com as necessidades da cultura. Dessa forma, acredita-se que esteja ocorrendo uma baixa eficiência do uso da adubação química em condições de campo, em função principalmente dos desequilíbrios nutricionais da planta.

Observa-se também que a fórmula de fertilizante mineral mais utilizada é a 10-30-20, empregada também, com alta frequência, em pimenta-do-reino. Esta fórmula não é adequada para a cultura do guaraná devido a elevada concentração de potássio, duas vezes maior que a concentração de nitrogênio, o inverso da necessidade da cultura. A dosagem média de fertilizante químico utilizada é de 250 g por planta, aplicada geralmente de uma só vez.

Verifica-se também, que quase todas as demais fórmulas são aquelas tradicionalmente utilizadas em outras culturas. As fórmulas 8-12-8 e 24-12-12 são recomendadas para seringueira, enquanto que em pimenta-do-reino, além do 10-30-20, utilizam-se a 18-18-18 e para o cacau 11-30-17 (Tabela 7).

Tabela 6. Tipos de adubação utilizada pelos produtores de guaraná - Estado do Pará, 1983.

Tipo de adubação	Número de produtores	%
orgânica	18	18,4
química	20	20,4
orgânica + química	50	51,0
não adubam	10	10,2
Total	98	100,0

Fonte: BRASIL-MA (1984).

Em relação à prática de adubação, conforme Tabela 6, a grande maioria dos agricultores, quase 90%, faz alguma adubação nesta cultura. Aproximadamente a metade, aplica tanto orgânicos como químicos. As fontes mais comuns de adubos orgânicos são torta de mamona, a farinha de osso e o esterco. A quantidade média usada é de 1,5 kg por planta, que é aplicada de uma única vez pela maioria dos produtores que utilizam aquele insumo.

Para Rondônia, ainda não se dispõe de resultados conclusivos sobre adubação para as condições edáficas locais. Entretanto, tem sido proposta ser feita uma adequação como a apresentada na Tabela 8.

Tabela 7. Fórmulas de fertilizantes minerais utilizados na cultura do guaraná. Estado do Pará, 1983.

Fórmula NPK	Número de produtores
10-30-20	12
8-12-8	7
9-18-27	4
18-18-18	4
10-28-20	3
5-4-13	2
11-30-17	1
24-12-12	1

Fonte: BRASIL-MA (1984).

Tabela 8. Quantidade de adubo, em gramas por planta, para a cultura do guaraná.

Ano	Uréia**	Superfosfato* triplo	Cloreto de potássio	calcário dolomítico	FTE BR-12*
1º***	100	130	60	500	30
2º	180	160	70	200	10
3º	230	200	80	300	10
4º em diante	270	280	100	400	15

* aplicação em uma única vez, incorporado ao solo

** parcelado em até três vezes ano a ano, em cobertura

*** superfosfato triplo, calcário dolomítico e FTE aplicados na cova; uréia e cloreto de potássio, parcelados aos 50 e 100 dias após o plantio, em cobertura.

Fonte: BRASIL. EMBRATER/EMATER/UEPAE (1988).

2.6. ASPECTOS CLIMÁTICOS DO GUARANAZEIRO

Em caráter preliminar e fundamentado no atual nível de conhecimento das exigências climáticas dessa espécie cultivada DINIZ (1982) sugere os seguintes limites, dentre as três classes, para fins de análise da aptidão climática de áreas para a cultura do guaraná.

Preferencial - deficiência hídrica anual igual ou menor que 300 mm, temperatura média anual entre 24° e 27°C;

Regular - deficiência hídrica anual maior que 300 e menor que 400 mm, temperatura média anual entre 24° e 27°C;

Não recomendada - deficiência hídrica anual igual ou maior que 400 mm, temperatura média anual menor que 24°C ou maior que 27°C.

KATO (1981) mostrou análise conjunta de variáveis meteorológicas com ocorrência de floração, frutificação, maturação e produção de matrizes de guaranazeiros em Belém, no período de 1975 a 1977. Segundo o autor, o início da floração se dá em algumas matrizes mesmo em condições de elevados índices pluviométricos mensais. Observou ainda que a duração do período de floração, início de frutificação e do período da colheita se relacionam, em geral, com a quantidade de chuvas nos meses de maio e junho.

SCHULTZ & VALOIS (1974), analisando o mecanismo de floração e frutificação do guaranazeiro, em Manaus-AM, no período de 1973-1974, observaram que, no primeiro ano, a floração iniciou-se mais tarde e em menor intensidade que no segundo ano, o que seria motivado pelos totais pluviométricos mensais, em sua maioria mais elevados, no primeiro ano, o que confirmaria a sensibilidade do guaranazeiro ao hidroperiodismo.

Devido a floração ocorrer em meses em que há deficiência hídrica, VASCONCELOS et alii (1972), consideram o guaranazeiro, como planta sensível ao hidroperiodismo. Os autores salientam que se, entretanto, essa deficiência se mostrar prolongada, tornar-se-á prejudicial à cultura.

REIS (1978), estudando o movimento estomático do guaranazeiro, observou que mesmo em situações em que o solo esteja bem suprido de água, a atividade fotossintética da planta apresenta-se diminuída, em dias de elevada insolação por estar essa submetida a déficits hídricos em torno do meio dia, o que provoca o fechamento dos estômatos. Tais resultados levaram o autor a sugerir serem benéficos ao guaranazeiro, níveis relativamente baixos de sombreamento, notadamente em locais sujeitos a ventos e temperaturas elevadas, que propiciam a ocorrência de déficits hídricos pronunciados.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração ao analisar o comportamento hídrico do guaranazeiro, se

gundo DINIZ (1982), é seu sistema radicular que em caráter preliminar foi descrito, como muito superficial, apresentando mais de 50% das raízes a uma profundidade de até 20 cm da superfície do solo, com 70% dessas raízes se concentrando em um raio de 2 m da planta, demonstrando assim, a dificuldade da planta em buscar água mais profundamente em períodos de deficiência hídrica.

De acordo com SCHULTZ & VALOIS (1974) como na maioria das plantas tropicais, o efeito do hidroperiodismo (controle de periodicidade dos eventos fenológicos pela sequência de déficits hídricos e rehidratação dos tecidos), parece influir na floração do guaranazeiro. Segundo os autores a relação média entre flores femininas e masculinas é da ordem de 1:5,54, respectivamente, podendo-se encontrar até 60% de flores femininas, como também inflorescências portando somente flores masculinas. Isto explica a baixa correlação entre número de botões e os outros dois caracteres. Sendo, ainda, o guaranazeiro uma planta alógama cuja polinização é feita por insetos, a frutificação torna-se muitas vezes dependentes de condições climáticas, que podem limitar a população dos polinizadores.

2.7. ÉPOCA, MODO E LOCAL DE APLICAÇÃO DOS FERTILIZANTES

BEATON (1973), afirma que a melhor época do

ano para fertilização florestal, nas regiões temperadas, seria 3 a 4 semanas antes do período de crescimento. SAVORY (1962) observa que para os trópicos o melhor período seria no final da estação chuvosa, de modo que o fertilizante possa receber alguma chuva. Estas indicações aplicam-se aos fertilizantes solúveis, como um meio de minimizar perdas por fixação e lixiviação. Os fertilizantes levemente solúveis podem ser aplicados em qualquer época do ano.

De acordo com ANÔNIMO (1974) somente a fertilização de plantio em solos de cerrado tem-se mostrado técnica e economicamente como a melhor alternativa. O autor verificou que para *Pinus oocarpa*, a aplicação de calcário e fósforo insolúveis, dias antes do plantio, foram significativamente superiores às aplicações 6 meses após.

BRASIL SOBRINHO et alii (1961) observaram que é importante a aproximação do sistema radicular ao fertilizante para que possa absorvê-lo antes de sua lixiviação ou imobilização. Todavia, a aproximação entre o fertilizante e o sistema radicular, pode causar danos ao último, devido as alterações do potencial osmótico, próximo as raízes das mudas, principalmente se após o plantio houver um período sem chuvas.

SCHULTZ (1976), verificou que nos solos com alta capacidade de fixação de fósforo, o uso do fertilizante em uma pequena cova de pouca profundidade sem cobertura com

solo, localizado ao lado da muda de *Pinus taeda*, mostrou-se como o melhor método de aplicação do fertilizante.

NEPTUNE et alii (1974) observaram que a maior absorção do fósforo ocorria em diferentes distâncias do tronco em função da idade do cafeeiro, sendo de 30 cm para cafeeiros de 3 a 5 anos, 50 cm de 5 a 9 anos.

BARROS et alii (1984) procurando estudar diversos modos de adubação do cafeeiro, via solo em comparação com o fornecimento via foliar, concluíram não haver diferenças significativas entre os métodos com relação à produção. Os autores, não observaram correlação entre os teores de fósforo no solo e na folha. Mesmo com níveis abaixo de 10 ppm, o teor foliar manteve-se acima do nível limiar para o cafeeiro.

GARCIA et alii (1983) verificaram que mesmo com baixos teores (5 a 6 ppm) de fósforo no solo, o teor foliar mantinha-se adequado ao cafeeiro. Os autores verificaram também, teores similares entre adubação potássica via solo e via foliar, porém concluíram que o potássio via foliar não substituiu totalmente a aplicação do potássio no solo.

MALAVOLTA et alii (1989) afirmam que o modo de aplicação da adubação via solo em relação a planta é dependente do sistema radicular, e da maneira dominante que o nutriente entra em contacto com a raiz.

INFORZATO & REIS (1974) relataram que em lavoura adulta de cafeeiro, a capacidade do sistema radicular em absorver os nutrientes é maior perto do tronco e na camada superficial, variando a distância do tronco em função da idade do cafeeiro.

SANTIAGO et alii (1984) objetivando estudar o modo de fornecimento do potássio ao cafeeiro, em diversas formas, via solo, comparando com fornecimento via foliar, concluíram que: a) a adubação potássica via solo elevou a produção do cafeeiro entre 39 e 56%; b) a adubação potássica via foliar não substituiu a via solo, sendo em média 25% inferior; c) a adubação em cobertura e em faixa $\pm$ 40 cm na projeção dos ramos é a mais indicada com 56% de aumento na produção; d) a adubação potássica no solo, promoveu teores mais elevados de potássio foliar e potássio no solo, correlatos com a produção; e) o teor de magnésio sofreu redução nos tratamentos via solo, provavelmente pelo antagonismo potássio - magnésio no solo, porém sem prejudicar a produção.

REIS (1981) conduziu um estudo de época de adubação do cafeeiro, na região cafeeira da Bahia, e concluíram que a melhor época de adubação constou de 3 a 4 parcelamento no período de novembro a abril.

FORESTIER(1967/1968) afirma que a profundidade de amostragem pode também afetar os resultados das correlações, pois geralmente são retiradas de 0-20 cm, ao invés

de serem retiradas na região de maior concentração das raízes alimentadoras.

No caso específico do guaraná, desconhece-se estudos que indiquem esta profundidade. Para cafeeiro, por exemplo, FORESTIER(1967/1968) indica a profundidade de 7 cm, pois as radículas que nutrem o cafeeiro ficam nesta camada.

A granulometria do adubo (EPSTEIN, 1975), a profundidade da colocação dos mesmos e a distância do tronco podem influenciar na absorção e nas respostas. De acordo com ADUAYI (1970) tais fatores devem ser responsáveis pela frequência na falta de respostas do cafeeiro à adubação fosfatada. Isto deve ser levado em conta, não só para o cafeeiro, mas também para o guaranazeiro e outras plantas tropicais.

CERVELLINI (1977) comparando análises da zona de aplicação do adubo com as das entrelinhas de cafeeiros observou que à exceção do potássio, houve uma movimentação horizontal dos nutrientes aplicados nas projeções da copa para entrelinhas após a arruação. Tal fato pode ter ocorrido no guaranazeiro devido às capinas manuais realizadas. Além desses fatores que dificultam a interpretação dos resultados de experimentos de adubação, salienta-se a necessidade de extratos efetivos para estimar as respostas das plantas em solos ácidos, como deste experimento, que apresentam baixas concentrações de fósforo na solução do solo, devido ao baixo produ

to de solubilidade dos compostos de fósforo existentes e o forte poder de adsorção desses solos para o fosfato. De acordo com VAN RAIJ (1981) para o estabelecimento de correlações de P e K, são considerados os teores de tais nutrientes no solo e a adubação expressa em produção relativa, como a vantagem de minimizar os efeitos das condições de solo e de clima que afetam as respostas em termos absolutos.

Para cultivos anuais, nos solos ácidos dos trópicos, com elevada capacidade de fixação de fósforo, SANCHEZ (1981) orienta a aplicação de doses moderadas de fósforo na faixa de cultivo ou doses suficientemente grandes para saturar a capacidade de fixação do solo. Com isto bloqueia-se a capacidade de fixação desses solos podendo-se até mesmo, em alguns casos, elevar-se o pH em solo com sistema de óxidos. Também a utilização de fontes com menos fósforo solúvel, como rochas fosfatadas podem, segundo o autor, serem mais efetivas e econômicas que as fontes mais solúveis. As rochas fosfatadas são mais reativas em solos ácidos e custam de um terço a um quinto do custo com superfosfato por unidade de P_2O_5 . Portanto, segundo o autor, para os trópicos uma boa estratégia seria: aplicação combinada de fósforo a lanço e em faixa, o uso de rocha fosfatada solúvel em citrato ou fosfatos alterados termicamente com baixa solubilidade inicial em citrato, calagem e aplicação de silicatos. Para cultivos perenes, como o guaranazeiro, pode-se pensar ainda na colocação de fósforo de forma localizada, em bura-

cos na projeção da copa, associado à aplicação à lan
ço.

2.8. BALANÇO NUTRICIONAL DO GUARANAZEIRO

BEATON (1973) comenta que a aplicação de pesa
das taxas de NPK podem promover deficiências de outros ele-
mentos como: S, Mg, Ca e também de micronutrientes.

BAULE & FRICKER (1970) citam como problema de
desbalanço nutricional o antagonismo de nutrientes. Como
exemplo clássico, os autores citam a deficiência de potássio
em solos pobres deste elemento, induzida por altos suprimen-
tos de cálcio e magnésio.

Lundegardh (1954) e Wehrmann (1957), citados
por BAULE & FRICKER (1970) afirmam que o estado favorável de
nutrição da planta não depende somente do alto suprimento de
um ou mais elementos, e nem de teores elevados nas folhas,
mas sim da presença dos elementos em quantidades ótimas e
balanceadas.

POWERS (1976) afirma que a queima do "litter" promove pequenas, mas mensuráveis ganhos na disponibilidade de nutrientes no solo. Esta condição resulta da oxidação e mineralização dos nutrientes indisponíveis da matéria orgânica.

Conforme KRAMER & KOZŁOWSKY (1960), de um modo geral, de um terço à metade do peso total de cinzas de madeira é constituída como regra por cálcio, seguido por potássio e teores baixos de fósforo, além de traços de outros elementos.

Segundo BOULD (1963) os métodos utilizados para avaliação do fósforo disponível para culturas perenes não deve ser igual ao que se utilizam para culturas anuais, uma vez que as culturas perenes chegam a manter reservas de nutrientes em seu interior. Este pesquisador mostrou que algumas plantas chegam a continuar seu crescimento quando transferidas para solos de baixa disponibilidade de fósforo.

ROBINSON (1967) analisando o coeficiente de variação em vários experimentos de adubação de cafeeiros no Quênia, observou que eram bastante variáveis para cálcio e magnésio trocáveis, para fósforo disponível (determinações químicas) e para nitrogênio e fósforo (determinação biológica), apesar do número de amostragens.

Nos solos ácidos com alta capacidade de fixa-

ção de fósforo, como ultissóis e oxissóis argilosos em muitos casos não se nota resposta a fósforo em dosagens variando de baixa a moderada (SANCHEZ, 1981).

De uma forma geral, a grande maioria de plantas perenes respondem pouco ao fósforo na fase de produção, na maioria dos solos, o que não acontece na fase de formação da cultura onde o fósforo é imprescindível para a formação do sistema radicular (GUIMARÃES, 1986).

CASTRO (1975) observou que a prática da adubação em guaranazeiros não apresentou efeitos visíveis sobre a produção de frutos. As áreas não adubadas apresentaram desempenhos semelhantes às áreas adubadas, sendo que uma das áreas que recebeu adubos apresentou a menor produção média.

A não observância de efeitos da adubação sobre as propriedades químicas dos solos, ou sobre as produções médias de frutos podem ser explicadas em função das características dos solos amazônicos, que apresentam boas profundidades e drenagem, sendo altamente lixiviados, o que pode ter provocado um baixo aproveitamento do N (CASTRO, 1975).

Os latossolos amazônicos possuem alta capacidade de retenção do fósforo. Este fenômeno aliado a pequena quantidade do fósforo aplicado, podem explicar o comportamento verificado em relação à adubação fosfatada (CASTRO, 1975).

Em relação ao potássio a baixa CTC dos latos-

solos pode aparentemente ter contribuído para que o nutriente permanecesse na solução do solo, contribuindo para a rápida lixiviação. Esse autor (CASTRO, 1975) comenta em sua discussão que na faixa de acidez apresentada pelos solos das quatro áreas (pH 4,2 a 4,6) a disponibilidade dos nutrientes não é a mais adequada para os vegetais. Segundo CATANI & BITTENCOURT (1974) na faixa de pH entre 4,0 a 5,0 a solubilidade e/ou disponibilidade dos nutrientes é pouco vantajosa para os vegetais. O N, P, K, Ca, Mg, S e Mo sofrem restrições nessa faixa. Os micronutrientes B, Cu, Zn, Fe e Mn podem até atingir níveis tóxicos. O Cl é praticamente indiferente à acidez.

Finalmente, CASTRO (1975) concluiu em seu estudo que as adubações efetuadas nos guaranazeiros, não apresentaram influências relativas na produção de frutos, na concentração de macronutrientes nas folhas ou no teor de nutrientes disponíveis no solo, à exceção do cálcio.

2.9. INTERAÇÃO DE ESPÉCIES VEGETAIS E NUTRIÇÃO MINERAL

ZOBEL & ROBERDS (1970) citam vários trabalhos e informações pessoais que confirmam a existência de diferenças genéticas, dentro das espécies para resposta à fertilização e que a magnitude dessas diferenças depende da heterogeneidade genética da espécie.

EPSTEIN (1975) afirma que com a evolução do reflorestamento econômico para solos inférteis, fatalmente obrigará o reflorestador a procurar espécies e/ou progênies que possuam mecanismo de absorção de nutrientes altamente eficientes.

POWERS (1976) afirma que a nível de gênero ou espécie, as plantas classificadas como pioneiras, na sucessão secundária, parecem mais adaptadas a obter nutriente de solos inférteis do que as espécies tolerantes à sombra. A nível de procedência, de acordo com Senkinron (1974), citado por POWERS (1976), as progênies adaptadas a solos com baixos níveis de cálcio, obtêm mais eficientemente esse elemento em solos inférteis do que as progênies oriundas de solos férteis. Quando a fertilidade é alta, ambas as procedências apresentam a mesma resposta.

GOLFARI (1976), comenta que ao introduzir-se uma espécie em uma determinada região seu comportamento dependerá da interação genótipo e ambiente. Dentro do patrimônio genético de cada espécie estão as exigências de um determinado regime de chuvas ou de temperatura, de luz ou sombra e de fotoperiodismo. As exigências das espécies devem combinar-se com os fatores do complexo ambiental que são, principalmente, climáticos, edáficos e topográficos.

Trabalhos realizados no Brasil sugerem que a tolerância varietal a alumínio trocável e a baixos níveis de fósforo disponível estão relacionadas e dependem da habilidade da planta para levar fósforo das raízes à parte aérea na presença de altos níveis de alumínio (SALINAS & SANCHEZ, 1976).

Troup (1982) citado por GOLFARI (1976) afirma que muitos fracassos sobre pesquisas com diversas espécies, são devido ao ineficiente estudo das condições climáticas reinantes em seu ambiente natural, antes de sua introdução em outras regiões.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi instalado em condições de campo, em área experimental da EMBRAPA, na (UEPAE) de Porto Velho-Rondônia, localizado no km 6 da BR-364, com latitude de $8^{\circ}46'5''$ S, longitude de $63^{\circ}5'$ W e a uma altitude de 96,3 m.

3.2. CLIMA DA REGIÃO

Segundo o sistema de Köppen, o clima da região é tropical chuvoso, do tipo Am com estação seca bem definida (julho/setembro), pluviosidade anual de 2890 mm e umidade relativa do ar de 81%. Na Tabela 9 e Figura 1 constam os dados agrometeorológicos do período da realização do experimento.

3.3. SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O solo do local onde foi implantado o experimento, está classificado como Latossol Amarelo, textura pesada com as seguintes características químicas: pH 3,5; Al^{+++}

Tabela 9. Informações agrometeorológicas do local do experimento, fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia do Ministério da Agricultura, INEMET-MA.

Meses	Temperatura do ar (°C)					Umidade relativa (%)					Precipitação (mm)				
	1984	1985	1986	1987	1988	1984	1985	1986	1987	1988	1984	1985	1986	1987	1988
Janeiro	25,0	25,4	25,4	24,8	23,0	88	88	89	88	86	502,5	400,2	337,2	156,0	168,2
Fevereiro	25,2	26,4	25,9	25,5	23,3	89	86	88	81	87	451,8	130,0	275,0	155,1	158,2
Março	25,5	26,0	25,2	25,3	23,8	89	87	90	96	88	486,6	335,4	397,6	236,8	87,1
Abril	25,1	25,7	25,9	26,0	23,1	90	87	83	63	87	285,6	261,2	220,7	300,0	88,9
Maio	25,5	25,4	25,5	25,1	21,6	89	87	70	63	88	101,6	118,7	105,0	58,8	67,0
Junho	24,5	23,5	24,0	24,5	19,6	87	87	89	81	74	1,0	22,0	8,0	54,8	2,0
Julho	24,2	24,5	23,8	25,7	17,8	85	85	82	43	74	16,0	8,8	36,0	0,8	0,0
Agosto	24,0	24,8	25,1	24,7	18,9	84	89	80	76	70	83,4	92,0	98,8	148,9	0,0
Setembro	25,5	24,8	25,0	26,4	22,8	87	87	86	79	76	58,4	114,4	39,6	119,3	75,6
Outubro	25,8	25,4	25,7	26,6	22,9	85	89	84	78	83	238,5	276,9	100,2	234,5	135,3
Novembro	25,5	25,6	26,0	25,4	22,8	88	87	84	83	86	160,2	198,3	138,0	238,9	163,6
Dezembro	25,5	25,0	25,2	26,2	25,3	87	91	87	86	88	213,4	456,7	285,8	161,4	268,2

Figura 1. Informações agrometeorológicas do local do experimento, fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia do Ministério da Agricultura, INEMET-MA.

4,5 eq. mg/100 ml; Ca^{++} 0,9 eq. mg/100 ml; Mg^{++} 0,9 eq. mg/100 ml; P 1 ppm e K 34 ppm, dados estes fornecidos pelo Laboratório de Análise da EMBRAPA/UEPAE de Porto Velho-RO.

3.4. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizadas mudas de guaranazeiros (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke), de três clones (346, 347 e 352) oriundos da UEPAE de Manaus. Na área experimental foram utilizadas 292 plantas de bordaduras e 144 plantas úteis em um delineamento de blocos ao acaso, num arranjo fatorial incompleto com parcelas subdivididas com três repetições conforme Tabela 10 da análise de variância. Nas parcelas, foram estudados os níveis de adubação e nas subparcelas, os clones de guaranazeiros. O espaçamento utilizado foi um quincôncio de 4 x 4 metros. Foram utilizados quatro níveis de N, P, K e Mg que combinados entre si (Tabela 11) formaram os tratamentos que constam na Tabela 12.

3.5. PREPARO DA ÁREA PARA PLANTIO

A vegetação de capoeira que cobria a área onde foi conduzido o experimento, foi derrubada, destocada e enleirada por processo manual. As covas para o plantio das mudas, foram abertas manualmente com dimensões de 40 cm x 40 cm x 40 cm. A calagem, utilizando-se calcário calcítico, foi aplica

da nas covas de plantio antes da implantação do experimento, baseado na análise de solo efetuada anteriormente.

Tabela 10. Esquema da análise de variância do delineamento experimental em blocos ao acaso, num arranjo fatorial incompleto, com parcelas subdivididas com três repetições, utilizado no experimento de adubação em clones de guaranazeiros (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) em Porto Velho-RO.

Fontes de Variação	GL
blocos	2
forma de adubação (A)	15
erro (a)	30
clones de guaraná (B)	2
A x B	30
erro (b)	64
Total	143

Para o cálculo da quantidade de calcário usou-se a fórmula $Nc = 2,0 \times Al^{+3} \text{ eq. mg/100 cm}^3 \text{ solo} + [2 - (Ca^{+2} + Mg^{+2} \text{ e mg/100 cm solo})]$, conforme PIPAENG (1972). A quantidade aplicada foi de 392,5 g por cova

Tabela 11. Croqui, espaçamento, níveis de adubação, clones utilizados e número de plantas do experimento de adubação em clones de guaranazeiros (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke), em Porto Velho-RO.

* Bloco I		* Bloco II		* Bloco III		* Bloco III	
1 2 3	2 3 1	3 1 2	1 2 3	2 3 1	3 1 2	1 2 3	2 3 1
AC ₃	Mg ₂	Mg ₁	P ₀	Mg ₂	AC ₁	K ₀	AC ₃
2 3 1	3 1 2	1 2 3	2 1 3	1 3 2	1 2 3	2 3 1	3 1 2
Mg ₀	P ₁	P ₀	AC ₃	N ₂	N ₁	AC ₁	N ₁
1 2 3	2 1 3	3 1 2	3 1 2	2 1 3	2 3 1	3 1 2	1 2 3
K ₂	K ₀	N ₀	K ₁	Mg ₁	K ₂	AC ₂	K ₂
3 2 1	3 1 2	3 1 2	1 3 2	3 1 2	3 2 1	2 3 1	2 1 3
N ₂	P ₂	AC ₁	T	Mg ₀	P ₁	K ₁	Mg ₀

ESPAÇAMENTO:

Entre fileiras - 4,0m

Entre plantas de fileiras - 3,46

Plantas de bordadura - 292

Plantas de teste - 144

Nível de Adubação	Q u a n t i d a d e				
	N	P ₀ 25	K ₀ 2	Mg	
0	0	0	0	0	0
1	20	20	15	5	5
2	40	40	30	10	10
3	80	80	60	20	20

CLONES
 346 corresponde ao nº 1
 352 corresponde ao nº 2
 347 corresponde ao nº 2

Tabela 12. Parcelas, níveis de adubação e os tratamentos em kg/ha dos elementos (NPK e Mg) em g dos adubos (uréia, cloreto de potássio, superfosfato triplo e sulfato de magnésio) por planta, aplicados no experimento de adubação em clones de guaranazeiros (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke), em Porto Velho-RO, a partir do terceiro ano de produção.

Ordem	Tratamentos	T R A T A M E N T O S									
		Níveis de adubação					kg/ha dos elementos				
		Testemunha					Fertilizantes/planta (g)				
		N ₀	P ₀	K ₀	Mg ₀		N	P	K	Mg	
T	T	N ₀	P ₀	K ₀	Mg ₀		0	0	0	0	0
1	AC ₁	N ₁	P ₁	K ₁	Mg ₁		20	20	15	5	72
2	AC ₂	N ₂	P ₂	K ₂	Mg ₂		40	40	30	10	145
3	AC ₃	N ₃	P ₃	K ₃	Mg ₃		80	80	60	20	290
4	P ₀	N ₃	P ₀	K ₃	Mg ₃		80	0	60	20	290
5	P ₁	N ₃	P ₁	K ₃	Mg ₃		80	20	60	20	290
6	P ₂	N ₃	P ₂	K ₃	Mg ₃		80	40	60	20	290
7	N ₀	N ₀	P ₃	K ₃	Mg ₃		0	80	60	20	290
8	N ₁	N ₁	P ₃	K ₃	Mg ₃		20	80	60	20	290
9	N ₂	N ₂	P ₃	K ₃	Mg ₃		40	80	60	20	290
10	K ₀	N ₃	P ₃	K ₀	Mg ₃		80	80	0	20	290
11	K ₁	N ₃	P ₃	K ₁	Mg ₃		80	80	15	20	290
12	K ₂	N ₃	P ₃	K ₂	Mg ₃		80	80	30	20	290
13	Mg ₀	N ₃	P ₃	K ₃	Mg ₀		80	80	60	0	0
14	Mg ₁	N ₃	P ₃	K ₃	Mg ₁		80	80	60	5	70
15	Mg ₂	N ₃	P ₃	K ₃	Mg ₂		80	80	60	10	140

3.6. ADUBAÇÃO DAS COVAS E PLANTIO

Nas covas antes do plantio, além da calagem, aplicou-se de uma só vez as doses pré-estabelecidas de superfosfato triplo (Tabela 13). O plantio foi efetuado no dia 20/01/84, utilizando-se uma planta por cova.

3.7. TRATOS CULTURAIS

3.7.1. Coroamento e roçagens

Prática cultural realizada mensalmente no guaranazal durante o período chuvoso que consiste na capina ao redor da base das plantas, obedecendo a distância da projeção de suas copas. Tem por objetivo, evitar a concorrência de ervas daninhas por água e nutrientes. Nas entrelinhas foram efetuadas duas roçagens mecânicas anuais, utilizando-se de um microtrator.

3.7.2. Cobertura morta

Na região de Rondônia, onde existe uma estação seca bem definida (junho/setembro), torna-se indispensável o uso de cobertura morta ao redor das plantas. Esta prática cria condições para que as plantas suportem o período crítico de déficit hídrico, principalmente nos primeiros

Tabela 13. Gramas dos adubos (uréia, cloreto de potássio, superfosfato triplo e sulfato de magnésio), aplicados por planta e por ano de cultivo no experimento de adubação em clones de guaranazeiros (*Paulinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke), em Porto Velho-RO.

GRAMAS DOS ADUBOS POR PLANTA											
1º Ano				2º Ano				3º Ano			
Uréia	ST	KCL	MGS04	Uréia	ST	KCL	MGS04	Uréia	ST	KCL	MGS04
1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
2	20	22	12	2	40	44	24	2	60	67	35
3	40	45	23	3	80	90	46	3	120	135	70
4	80	90	47	4	160	180	94	4	240	270	140
5	80	0	47	5	160	0	94	5	240	0	140
6	80	22	47	6	160	44	94	6	240	67	140
7	80	45	47	7	160	90	94	7	240	135	140
8	0	90	47	8	0	180	94	8	0	270	140
9	20	90	47	9	40	180	94	9	60	270	140
10	40	90	47	10	80	180	94	10	120	270	140
11	80	90	0	11	160	180	0	11	240	270	0
12	80	90	12	12	160	180	24	12	240	270	35
13	80	90	24	13	160	180	48	13	240	270	70
14	80	90	47	14	160	180	94	14	240	270	140
15	80	90	47	15	160	180	94	15	240	270	140
16	80	90	47	16	160	180	94	16	240	270	140

anos de cultivo. O material utilizado como cobertura foi restos de vegetais de capinas.

3.7.3. Condução do guaranazeiro

No primeiro ano após instalação do experimento, utilizou-se folhas de palmeiras como cobertura de aclimação, posteriormente o guaranazeiro foi conduzido a pleno sol, sem tutoramento e sem podas de formação.

3.7.4. Adubação de cobertura

As doses de fertilizantes (uréia, cloreto de potássio e sulfato de magnésio) utilizadas na adubação do experimento (conforme **Tabela 13**), foram progressivas durante os anos de cultivo, sendo aplicadas $1/3$ do total no primeiro ano, $2/3$ do total no segundo ano e o total da dose a partir do terceiro ano. Dentro de cada ano a respectiva dose foi parcelada em quatro vezes e aplicadas em cobertura na projeção da copa, no período chuvoso, de acordo com as quantidades dos adubos estabelecidas em função dos níveis dos elementos (N, P, K e Mg) pré-fixados (**Tabela 12**).

A partir do terceiro ano, aplicou-se o total da dose pré-estabelecida.

3.8. VARIÁVEIS AVALIADAS

3.8.1. Produção

A colheita dos frutos dos clones foi realizada manualmente, através da apanha total dos cachos, quando estes apresentavam 50% dos frutos abertos (frutos deiscentes), deixando à mostra as sementes. Os frutos foram então pesados e a produção obtida.

3.8.2. Análises de solo

As amostragens de solos para a utilização nas análises foram realizadas anualmente no período de floração dos clones, tomando-se dez amostras simples por clone em cada parcela, para formar uma amostra composta. As análises de solo foram feitas no Laboratório de Análise, da EMBRAPA/UEPAE, Porto Velho-RO.

3.8.3. Análises foliares

As amostragens foliares foram realizadas também no período de floração dos clones, tomando-se duas folhas compostas do ramo do ano de maior atividade fisiológica de cada quadrante da planta, do terço superior das mesmas, por clone em cada tratamento.

As determinações dos teores de macronutrientes foram feitos no Laboratório de Análises da EMBRAPA/CNPDS, Manaus-AM, utilizando-se o método de Sarrouge & Haag.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. RELAÇÃO ENTRE NUTRIENTES NO SOLO E A PRODUÇÃO DE FRUTOS DOS GUARANAZEIROS

A Tabela 14, apresenta os teores dos elementos pH, alumínio, fósforo, cálcio, potássio e magnésio, em um Latossolo Amarelo textura argilosa, em Porto Velho-RO, nos anos de 1987 e 1988, no qual foi conduzido o experimento de adubação em 3 clones de guaranazeiros. A análise de variância e o teste de comparação de médias (Tukey a 5% de probabilidade), revelaram não haver diferenças estatísticas significativas para os teores dos elementos pH, Al, Ca, K e Mg entre os clones de guaranazeiros para os anos de 1987 e 1988. Houve resposta apenas entre os clones para os teores de fósforo no ano de 1987. Para este caso, o clone 352 foi superior ao 347, que por sua vez foi estatisticamente igual ao 346. A não resposta à adubação evidenciada entre os vários níveis de fertilizantes utilizados, parece explicar as diferenças não significativas entre os teores dos elementos no solo e os clones componentes deste trabalho.

A Tabela 15 apresenta o resumo dos estudos de correlação entre os nutrientes no solo e destes com as produções de clones de guaranazeiros nos anos de 1987 e 1988.

Com relação ao clone 346, observamos existir correlação inversa significativa do alumínio com pH e potássio nos anos de 1987 e 1988 e deste elemento com o fósforo no ano de 1988. O pH para este clone, correlacionou-se de maneira direta e significativa com o elemento potássio nos anos 1987 e 1988 e com cálcio em 1988. Da mesma forma o potássio correlacionou-se com o cálcio nos dois anos e com o fósforo no ano de 1988.

Para o clone 347, praticamente os mesmos fenômenos ocorreram, havendo apenas a mudança de fósforo para cálcio na correlação inversa e significativa com o elemento alumínio. O fósforo correlacionou-se de maneira direta e significativa com o cálcio, neste clone no ano de 1988.

No caso do clone 352, o pH correlacionou-se de forma inversa e significativa com o alumínio nos anos de 1987 e 1988 e direta e significativa com o cálcio em 1988. Potássio e cálcio; fósforo e potássio e magnésio e potássio, apresentaram correlações direta e significativa, respectivamente nos anos 1987; 1987 e 1988; e, 1987 para o clone em questão.

Tabela 15. Avaliação do comportamento de clones de guaranazeiros (*Paullinia cupana* var. *soarbilis* (Mart.) Ducke) e das relações entre nutrientes no solo e destes com as produções dos anos de 1987 e 1988.

Clone/ano	C O R R E L A Ç Õ E S											
	pH/Al	K/Al	pH/Ca	K/Ca	pH/K	P/Al	P/K	Al/Ca	P/Ca	Mg/K	pH/P	
346/87	-0,7032**	-0,4825**	0,3793**	0,6368**	0,4442**	-0,0029	0,0006	-0,2672	-0,0984	0,2383	0,1056	
346/88	-0,2871*	-0,4146**	0,3008*	0,4962**	0,1361	-0,5073**	0,5352**	-0,1720	0,2133	-0,2137	0,1123	
347/87	-0,6109**	-0,5758**	0,4039**	0,4578**	0,4160**	0,2388	-0,0284	-0,3194**	-0,0663	0,1606	-0,1419	
347/88	-0,3989**	-0,4545**	0,2505	0,4911**	0,3387*	-0,0917	0,5134**	-0,4019**	-0,3613	-0,2525	0,1151	
352/87	-0,4895**	-0,2048	0,2227	0,5297**	0,2394	-0,2262	0,3346*	-0,1193	0,2361	0,3912*	0,2394	
352/88	-0,3737*	-0,2346	\$,4056**	0,1759	0,0545	0,0988	0,4517**	-0,0069	0,1072	-0,2165	-0,0670	

Quanto ao nitrogênio, VAN RAIJ (1981) e KIEHL (1985) observaram que, a utilização agrícola de um solo, promove uma queda exponencial do teor de matéria orgânica, mais rápida no início e em proporção cada vez menor, buscando um novo equilíbrio. O suprimento de N decresce em consequência deste fenômeno, sendo em geral suficiente para as culturas. HARIDAS (1979) observa que a reserva inerente de nutrientes no solo têm considerável influência sobre a resposta para o fertilizante no crescimento da planta.

De acordo com SANCHEZ (1981), além da fixação biológica, um aporte importante de N em solos tropicais é devido às chuvas, podendo ser superior a 10 kg N/ha. Segundo este autor, nas regiões com estação seca definida (caso de Rondônia), pode haver acumulação de nitratos neste período, explicada pela nitrificação ou em tensões de umidade de 15 a 18 bares.

Trabalhos como os de BALDANZI (1959) e de SANTOS & CRISI (1987), referindo-se às queimadas, têm mostrado uma ação benéfica sobre a atividade dos microorganismos do solo e uma melhora nas propriedades ocorridas após a ação do fogo sobre a fitomassa.

No Brasil, segundo LOURENÇO et alii (1988) desde algum tempo, encontram-se trabalhos evidenciando a falta de resposta ao nitrogênio em viveiros de seringueira. Este autor, cita trabalhos efetuados no sul da Bahia, no Pará e

Amazonas onde não foi encontrado efeito positivo para N. O autor trabalhando com seringueira em viveiro nas condições de Rondônia, também não obteve resposta para N.

Segundo CASTRO (1975) a não observância de efeitos da adubação nitrogenada sobre as produções médias de frutos de guaranazeiros podem ser explicadas em função das características dos solos amazônicos, que apresentam boas profundidades e drenagens, sendo altamente lixiviados, podendo provocar um baixo aproveitamento do N.

No que diz respeito a fósforo LOURENÇO et alii (1988) não obteve resposta a adubação fosfatada, em seringueira, em viveiro, nas condições de solo de Rondônia. O autor comenta que a falta de resposta a fósforo, só poderia ser explicado pelo aporte deste elemento proveniente da mineralização de matéria orgânica, que nos solos onde foram conduzidos os experimentos variava de média a alta.

CASTRO (1975) também não obteve resposta a fósforo em seus estudos com guaranazeiros no Amazonas. O autor atribuiu este fenômeno a alta capacidade de retenção do fósforo pelos Latossolos amazônicos.

Com relação ao potássio, trabalhos como os de Prado & Moraes (1969), citados por VIEGAS (1985) e de REIS

et alii (1977) não mostraram respostas ao K até 12 meses de idade em seringueira. Já trabalhos como os de Ponte (1975)⁴ e de Viegas (1985)⁵, citados por LOURENÇO et alii (1988), mostraram respostas ao K, trabalhando num Latossolo Amarelo textura média do Pará. CASTRO (1975) trabalhando com guaraná no Amazonas e LOURENÇO et alii (1988) com seringueira em Rondônia, também não obtiveram resposta a adubação com K.

4.2. RELAÇÃO ENTRE NUTRIENTES NAS FOLHAS E A PRODUÇÃO DOS GUARANAZEIROS

A Tabela 16 apresenta os teores dos elementos fósforo, potássio, cálcio, magnésio e nitrogênio, nas folhas de clones de guaranazeiros em Porto Velho-RO, nos anos de 1987 e 1988. A análise de variância e o teste de comparação de médias (Tukey a 5% de probabilidade), revelaram haver entre os clones, com relação ao fósforo, diferenças estatísticas significativas para os anos de 1987 e 1988. Em 1987, o clone 352 foi superior aos clones 347 e 346, que por sua vez não

⁴ PONTE, N.I. Fertilização na cultura da seringueira. Belém, FCAP, 1975. 7p.

⁵ VIEGAS, I.J.M. Doses de N-P-K em viveiro de *Hevea* spp. na obtenção de plantas aptas para enxertia em Latossolo Amarelo textura média, na região do Masqueiro, PA. Piracicaba, 1975. 71p. (Mestrado - ESALQ/USP).

Tabela 16. Resumo das análises de variância dos teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas folhas de clones de guaranazeiros (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke), em Porto Velho-RP, nos anos de 1987 e 1988.

Ordem	Clones	TEORES DOS ELEMENTOS NAS FOLHAS											
		P			K			Ca			Mg		
		T 1987	T 1988	T 1987	T 1988	T 1987	T 1988	T 1987	T 1988	T 1987	T 1988	T 1987	T 1988
1	352	1 0,22a	1 0,06a	3 1,10a	3 0,53a	1 0,17a	1 0,26a	1 0,15a	1 0,29a	1 2,59a	1 3,69a		
2	347	2 0,19b	3 0,05a	2 1,07a	2 0,44b	3 0,15a	3 0,23a	2 0,14ab	3 0,25b	2 2,33b	3 3,42a		
3	346	3 0,17b	2 0,04b	1 1,01a	1 0,43b	2 0,14a	2 0,22a	3 0,13b	2 0,21c	3 2,30b	2 2,72b		
D.M.S.		0,02	0,006	0,058	0,05	0,02	0,04	0,02	0,03	0,08	0,10		
Teste F (trat)		11,96	15,40	1,45	8,29	2,23	1,45	4,69	13,10	4,03	18,42		
CV (%)		23,56	23,36	15,82	23,05	35,07	37,36	15,16	26,15	13,29	13,79		

T = tratamento

diferiram entre si. Em 1988, os clones 352 e 346 foram iguais entre si e superiores ao clone 347 com relação ao elemento fósforo. Com relação ao potássio no ano de 1987, não houve diferenças significativas entre os clones, todavia em 1988, o clone 346 foi superior aos clones 347 e 352, que por sua vez não diferiram entre si.

Com relação ao elemento cálcio, não houve diferenças estatísticas significativas entre os clones para os anos de 1987 e 1988. Para o magnésio no ano de 1987, o clone 352 foi superior ao 346 e igual estatisticamente ao clone 347, que por sua vez não diferiu do 346. Em 1988, o clone 352 foi superior aos clones 346 e 347, enquanto que o clone 346 foi superior ao 347. Com relação ao nitrogênio, no ano de 1987, o clone 352 foi superior aos clones 347 e 346, que por sua vez não diferiram estatisticamente entre si. No ano de 1988 os clones 352 e 346 foram iguais entre si e superior ao clone 347.

A Tabela 17 apresenta o resumo das correlações entre os teores de nutrientes nas folhas e destes com as produções dos clones de guaranazeiros nos anos de 1987 e 1988.

Os teores de nutrientes encontrados nas folhas dos três clones, apresentaram-se em concordância com aqueles encontrados por CASTRO (1975) e MALAVOLTA et alii (1989).

Tabela 17. Avaliação do comportamento de clones de guaranazeiros (*Paullinia cupana* var. *sonchifolia* (Mart.) Ducke) e das relações entre nutrientes nas folhas e destes com as produções dos anos de 1987 e 1988.

Clones/Ano	C O R R E L A Ç Õ E S											
	N/PR	P/PR	Ca/N	Mg/N	K/N	P/N	Ca/Mg	Mg/K	P/Mg	K/P	Mg/PR	K/Ca
346/87	0,4994**	0,4196**	0,3075**	0,5689**	0,4235**	0,7094**	0,5748**	0,6181**	0,3922**	0,3543*	0,0204	0,1811
346/88	0,0775	0,3051*	0,0351	-0,0712	0,0360	0,2847	-0,2689	-0,2569	-0,1390	0,4381**	0,1060	-0,0672
347/87	0,5698**	0,4226**	-0,1779	-0,0604	0,1935	0,5501**	0,4414**	-0,1491	0,1489	0,1429	-0,1341	-0,2082
347/88	-0,0465	0,0445	0,4016**	0,4404**	0,4730**	0,4730**	0,0599	0,2574	0,4989**	0,6209**	0,0870	0,1877
352/87	0,6071**	0,4854**	-0,1639	0,2273	0,5157**	0,6218**	0,1715	0,0034	0,0075	0,4095**	0,1252	-0,1959
352/88	-0,0462	0,1409	-0,3282	0,0291	0,1181	0,1409	-0,0951	-0,1674	0,1068	0,2015	0,3084*	0,1959

N/PR = nitrogênio/produção

P/PR = fósforo/produção

Ca/N = cálcio/nitrogênio

K/N = magnésio/nitrogênio

P/N = potássio/nitrogênio

Ca/Mg = cálcio/magnésio

Mg/K = magnésio/potássio

P/Mg = fósforo/magnésio

K/P = potássio/fósforo

Mg/PR = magnésio/produção

K/Ca = potássio/cálcio

* - significativo a 1% de probabilidade

** - significativo a 5% de probabilidade

O nitrogênio correlacionou-se de forma direta e significativa com as produções de todos os clones no ano de 1987. Em 1988, não houve correlação significativa. Os teores de fósforo correlacionaram-se diretamente com as produções dos três clones em 1987 e 1988 com exceção dos clones 347 e 352 no último ano. Os demais elementos não se apresentaram correlacionados com as produções dos três clones em ambos os anos, a exceção do magnésio que apresentou uma baixa correlação com a produção do clone 352 em 1988. Estes resultados estão totalmente de acordo com aqueles obtidos por CASTRO (1975) no que se relaciona à magnésio e potássio. Para nitrogênio, fósforo e cálcio, os resultados obtidos pelo autor diferem dos apresentados neste trabalho, pois ele encontrou correlação negativa entre fósforo e nitrogênio com a produção e positiva entre cálcio e a produção.

A análise de correlação entre os diversos nutrientes na folha, mostra correlações positivas do nitrogênio com cálcio e magnésio (clones 346/1987 e 347/1988), com fósforo (clones 346, 347 e 352/1987 e clone 347/1988) e com potássio (clones 346 e 352/1987 e clone 347/1988). O fósforo correlacionou-se além do nitrogênio com o potássio (clones 346 e 352/1987; 346 e 347/1988) e com magnésio (clones 346/1987 e 347/1988). Por último o magnésio correlacionou-se com o potássio (clone 346/1987) e com o cálcio (clones 346 e 347/1987).

De forma inversa, houve correlação entre potássio e cálcio (clone 352/1987), onde há concordância com MALAVOLTA et alii (1989).

Não se observou, ao contrário de CASTRO (1975) antagonismo entre potássio e magnésio o que seria determinado pela existência de uma correlação inversa.

4.3. PRODUÇÕES ANUAIS DOS CLONES DE GUARANAZEIROS NAS CONDIÇÕES DE PORTO VELHO-RO

A Tabela 18, contém o resumo das análises de variância da produção, em gramas por planta, de frutos verdes em cacho de clones de guaranazeiros, em Porto Velho -RO, nos anos de 1986, 1987, 1988 e análise conjunta dos mesmos anos.

A análise de variância com teste de comparação de médias (Tukey a 5% de probabilidade), revelou ser a produção do clone 346 estatisticamente superior à produção dos clones 347 e 352, concernente a 1988 e análise conjunta de produção dos anos de 1986, 1987 e 1988. Os clones 347 e 352 não diferiram entre si, apesar do 347 em dois casos (1988 e análise conjunta) apresentar produção superior ao 352. Nos anos de 1986 e 1987, apesar de não ter havido diferença significativa entre a produção dos clones, o 352 mostrou uma produção ligeiramente superior ao 347 e 346 para o

Tabela 18. Resumo das análises de variância da produção (g/planta) de frutos verdes em cacho de clones de guaranazeiros (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke), em Porto Velho-RO, nos anos 1986, 1987, 1988; análise conjunta para os mesmos anos.

Ordem	Clones	1986		1987		1988		1986/87/88*	
		Trat	Produção	Trat	Produção	Trat	Produção	Trat	Produção
1	352	1	825a	2	6731a	3	9336a	3	5560a
2	347	2	671a	3	6697a	2	4350b	2	3917b
3	346	3	646a	1	4803a	1	3885b	1	3171b
D.M.S.		1.2739		1.4511		1.8246		0,879	
Teste F (trat)		3,45		0,34		1,26		1,07	
CV (%)		53,72		42,62		59,59		52,06	

* - dados normais

ano de 1986, da mesma forma o 347 foi ligeiramente superior ao 346 e 352 no ano de 1987. Em condições de campo, observou-se ser o clone 352 mais precoce, frutos pequenos, área foliar reduzida e produção desuniforme que é um caráter indesejável ao guaranazeiro.

O clone 347, com frutos normais, grande área foliar e produção uniforme, sofreu os mesmos efeitos do 352 (Figura 2), devido a estiagem ocorrida na época da floração e frutificação do guaranazeiro (junho, julho, agosto) no ano de 1988 (Figura 1)

O clone 346 apresentou um comportamento crescente com relação à produção; clone de boa vegetação, arquitetura de copa mais ereta, frutos normais e mostrando maior capacidade de resistência às condições hídricas adversas, pois manteve-se com produção crescente no ano de 1988 (Figura 2), fato não ocorrido com os clones 352 e 347, devido à estiagem ocorrida nesse ano.

4.4. PRODUÇÕES ANUAIS RELACIONADAS AOS DIFERENTES NÍVEIS DE N, P, K E Mg, UTILIZADOS NOS CLONES DE GUARANAZEIROS, NAS CONDIÇÕES DE PORTO VELHO-RO

A Tabela 19 apresenta dados de produção (g/planta) dos três clones de guaranazeiros, por tratamento, nos anos de 1986, 1987 e 1988 (média de 3 repetições). A análise

Figura 2. Produção (g/planta) de frutos verdes em cacho de clones de guaranazeiros (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke), em Porto Velho-RO, nos anos de 1986, 1987 e 1988.

se de variância e o teste de comparação de médias (Tukey a 5% de probabilidade) revelaram não haver, estatisticamente, diferença significativa entre os tratamentos para nenhum dos clones em questão. Isto concorda com CASTRO (1975), trabalhando com adubação do guaranazeiro também em Latossolo Amarelo textura argilosa, no Estado do Amazonas. Esse autor observou que as áreas adubadas apresentaram desempenho semelhantes às áreas não adubadas, sendo que uma das áreas adubadas apresentou a menor produção média.

De acordo com este mesmo autor, a não observância de efeitos da adubação, pode ser explicado pelas características dos solos amazônicos, que apresentam boas profundidades e drenagem, sendo altamente lixiviados, o que pode ter provocado um baixo aproveitamento do nitrogênio. Com relação a adubação fosfatada, os Latossolos amazônicos, possuem alta capacidade de retenção do fósforo aplicado. Esse fenômeno, segundo o autor, aliado à pequena quantidade de fósforo aplicado, pode explicar o comportamento verificado em relação a esse elemento. Com relação ao potássio a baixa CTC dos Latossolos pode, aparentemente, ter contribuído para que o nutriente permanecesse na solução do solo, contribuindo para a rápida lixiviação.

Conforme CASTRO (1975), na faixa de acidez apresentada pelos solos em seu trabalho (pH 4,2 a 4,6) a disponibilidade dos nutrientes não é a mais adequada para os ve

getais, pois segundo CATANI & BITTENCOURT (1974), na faixa de pH entre 4,0 e 5,0, a solubilidade e/ou disponibilidade dos nutrientes é pouco vantajosa para os vegetais. O N,P,K, Ca,Mg,S e Mo sofrem restrições nessa faixa. As observações de CASTRO (1975), apoiadas por CATANI & BITTENCOURT (1974), reforçam a hipótese que o mesmo fenômeno possa ter acontecido para o experimento em questão, pois o pH da área do experimento variou de 3,6 a 4,1, conforme mostra a Tabela 14.

Outros fatores importantes que devem ter contribuído para a não resposta à adubação, entre os tratamentos do experimento, são: a época, modo e local de aplicação dos fertilizantes. Na Amazônia, tradicionalmente, aduba-se no início e durante o período chuvoso, o que está de acordo com REIS (1981), que concluiu em trabalho realizado na região cafeeira da Bahia, que o esquema ideal de aplicação de adubos consistia de 3 a 4 parcelamentos no período de novembro a abril. SAVORY (1962), por outro lado, afirma que para as regiões tropicais, o ideal seria a aplicação no final da estação chuvosa, o que diminui, principalmente no caso de adubos solúveis, as perdas por lixiviação.

Com relação ao modo e local de aplicação dos fertilizantes, SCHULTZ (1976), verificou que nos solos com alta capacidade de fixação do fósforo, o caso da Amazônia, o uso de fertilizantes em uma pequena cova de pouca profundida

de sem cobertura com o solo, localizado ao lado da muda de *Pinus taeda*, mostrou-se como melhor método de aplicação. Esta forma de aplicação foi a que se utilizou no estabelecimento deste experimento, quando antes do plantio usou-se uma mistura de solo, matéria orgânica, calcário e superfosfato triplo. Todavia, as adubações subsequentes ao plantio foram aplicadas parceladamente, em 4 aplicações, em cobertura, acompanhando a projeção da copa dos guaranazeiros, o que não está de acordo com SCHULTZ(1976) e BRASIL SOBRINHO et alii (1961) que não consideram o parcelamento como uma forma eficiente de adubação nas condições edafoclimáticas da Amazônia.

É importante também considerar que a não resposta a adubação dos tratamentos deste experimento, com relação ao tratamento testemunha, pode estar em função do teor de matéria orgânica da área experimental, decorrente da queima da vegetação inicial, pois POWERS (1976) afirma que a queima do "litter" promove pequenos, mas mensuráveis ganhos na disponibilidade de nutrientes no solo. Esta condição resulta da oxidação e mineralização dos nutrientes indispensáveis da matéria orgânica. KRAMER & KOZLOWSKY (1960), afirmam que de um modo geral, de um terço à metade do peso total de cinzas de madeira, é constituído por calcário, seguido por potássio e teores baixos de fósforo, além de traços de outros elementos.

GOLFARI (1976) comenta que ao introduzir-se uma espécie em uma determinada região, seu comportamento dependerá da interação do genótipo e ambiente. Dentro do patrimônio genético de cada espécie, estão as exigências de um determinado regime de chuvas ou de temperatura, de luz ou sombra e de fotoperiodismo. As exigências das espécies devem combinar-se com os fatores do complexo ambiental . que são, principalmente climáticos, edáficos e topográficos. POWERS (1976) afirma que ao nível de gênero ou espécie, as plantas classificadas como pioneiras, na sucessão secundária, parecem mais adaptadas a obter nutrientes de solos inférteis do que as espécies tolerantes a sombra, como o guaraná. A nível de procedência, de acordo com Senkinron (1974), citado por POWERS (1976), as progênies adaptadas a solos com baixos níveis de cálcio, obtêm mais eficientemente esses elementos em solos inférteis do que as progênies oriundas de solos férteis. Quando a fertilidade é alta, ambas as procedências apresentam a mesma resposta.

ZOBEL & ROBERDS (1970), citam vários trabalhos e informações pessoais que confirmam a existência de diferenças genéticas dentro das espécies para resposta à fertilização, e que a magnitude dessas diferenças depende da heterogeneidade genética da espécie. O guaranazeiro é uma espécie nativa da região Amazônica, e seu habitat natural é o sub-bosque da floresta. Neste local, segundo CALZAVARA (1979), o guaranazeiro apresenta-se como um arbusto sub-ereto ou es-

cadente, quase não ramificado, cujas gavinhas nas axilas das folhas possibilitam subir à grandes alturas, redundando em baixa produção e difícil colheita. Quando cultivado economicamente em condições de pleno sol, esta espécie apresenta um aspecto irregular com relação à forma do caule, cor das folhas, tipo de casca e arquitetura da copa, o que coincide com as afirmações de GOLFARI (1976) com relação à interação genótipo e ambiente. As informações sobre exigências e tolerâncias ecológicas do guaranazeiro, representam uma grande lacuna, pois não encontrou-se na literatura trabalhos que informassem sobre as necessidades básicas desta espécie, em seu habitat natural.

Finalmente, o resultado deste trabalho, pode também ser explicado, de acordo com Troup (1932), citado por GOLFARI (1976), que muitos fracassos sobre pesquisas com diversas espécies, são devido ao insuficiente estudo das condições climáticas reinantes em seu ambiente natural, antes de sua introdução em outras regiões.

Tabela 19. Resumo das análises de variância dos dados em ordem decrescente de produção (g/planta) por tratamento, de frutos verdes em cacho de clones de guarazeiros (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke), em Porto Velho-RO, nos anos de 1986, 1987 e 1988.

C L O N E 346					
Trat	Produção/planta (1986)	Trat	Produção/planta (1987)	Trat	Produção/planta (1988)
N ₂	1800a	Mg ₀	15489a	P ₀	19375a
K ₂	1670a	T	14635a	K ₁	17810a
T	1446a	K ₂	13785a	Mg ₂	13357a
K ₀	1233a	K ₀	10675a	T	12173a
AC ₃	860a	K ₁	9586a	Mg ₀	11800a
Mg ₀	840a	AC ₁	8498a	AC ₃	11327a
P ₂	770a	N ₂	7867a	K ₂	11230a
K ₁	680a	AC ₃	7710a	N ₂	9793a
AC ₁	620a	N ₀	6834a	P ₂	9400a
N ₀	363a	P ₂	5555a	AC ₁	8843a
Mg ₂	353a	Mg ₂	4950a	N ₁	7537a
P ₁	116a	AC ₂	1974a	K ₀	7477a
Mg ₁	80a	N ₁	1493a	N ₀	6090a
N ₁	53a	Mg ₁	1356a	P ₁	5307a
P ₀	20a	P ₀	1230a	Mg ₁	4957a
AC ₂	0a	P ₁	1184a	AC ₂	4655a
D.M.S.	3344		32774		33238
Teste F (Trat)*	0,86		0,31		0,58
CV (%)	67,07		41,53		56,54

* Dados transformados em logaritmo.

Continua...

20
Tabela 19. Continuação.

C L O N E 347					
Trat	Produção/planta (1986)	Trat	Produção/planta (1987)	Trat	Produção/planta (1988)
Mg ₀	1753a	K ₂	16779a	Mg ₁	8605a
AC ₁	1310a	T	15294a	T	8070a
N ₂	1233a	N ₀	12523a	AC ₃	7950a
P ₂	1123a	K ₁	11029	K ₁	7762a
K ₁	866a	AC ₃	10236a	K ₂	7460a
AC ₃	830a	Mg ₀	9131a	N ₂	6117a
T	775a	AC ₁	8900a	N ₀	5643a
K ₂	725a	N ₂	8783a	AC ₁	5460a
Mg ₂	683a	K ₀	7187a	N ₁	5373a
P ₁	535a	Mg ₁	6768a	P ₂	3970a
P ₀	430a	P ₂	6758a	AC ₂	3953a
AC ₂	346a	Mg ₂	3202a	Mg ₂	3420a
K ₀	363a	N ₁	2730a	Mg ₀	2733a
N ₁	200a	AC ₂	1275a	K ₀	850a
Mg ₁	85a	P ₁	923a	P ₁	275a
N ₀	63a	P ₀	265a	P ₀	140a
D.M.S.	3241		23081		18496
Teste F (Trat)*	0,98		2,14		1,07
CV (%)	39,15		17,09		55,61

* Dados transformados em logaritmo.

Continua...

21
Tabela 19. Continuação.

C L O N E 352					
Trat	Produção/planta (1986)	Trat	Produção/planta (1987)	Trat	Produção/planta (1988)
K ₀	1895a	N ₀	12519a	N ₀	9020a
N ₂	1585	P ₁	8686a	K ₁	6990a
Mg ₁	1246a	K ₁	8060a	T	6463a
P ₂	1233a	N ₂	7479a	Mg ₂	6133a
Mg ₀	1215a	K ₀	7360a	P ₂	5668a
P ₁	1203a	T	6359a	Mg ₁	5650a
K ₁	1133a	AC ₁	5666a	K ₀	5640a
Mg ₂	883a	K ₂	5463a	AC ₃	4813a
K ₂	880a	AC ₃	5413a	P ₁	4638a
AC ₂	828a	P ₂	4691a	K ₂	4570a
T	823a	Mg ₁	4604a	P ₀	3978a
AC ₁	706a	Mg ₀	4208a	N ₂	2980a
N ₀	620a	Mg ₂	4194a	AC ₂	2065a
AC ₃	566a	P ₀	3574a	Mg ₀	1808a
P ₀	500a	AC ₂	3397a	N ₁	1198a
N ₁	170a	N ₁	1516a	AC ₁	1123a
D.M.S.	1865		15084		15541
Teste F (Trat)*	1,24		0,94		0,74
CV (%)	21,57		10,97		28,88

* Dados transformados em logaritmo

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que foi conduzido o experimento, dentro do período analisado, concluiu-se que:

- a) O clone 346 foi superior em produção de frutos verdes, em cacho, aos clones 347 e 352.
- b) Não houve resposta para a interação entre clones de guaranazeiros a níveis de adubação no solo, bem como para os teores dos elementos na folha e a produção.
- c) A época, modo e local de aplicação dos fertilizantes parece não ser a mais adequada para a região tropical úmida. Novos estudos devem ser efetuados, relacionados a nutrição mineral de guaranazeiro, nas condições do trópico úmido.
- d) O guaranazeiro por ser uma espécie nativa, cujo habitat natural (sub-bosque de floresta tropical úmida), apresenta condições de solo de baixa fertilidade, parece não responder ainda à adubação mineral, quando cultivado em condições de solo modificado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADUAYI, E.A. Soil-plant nutrient relationship in tree crops with special reference of coffee: a review. Turrialba, Turrialba, 20(4): 463-70, 1970.

ANÔNIMO. El efecto de la fertilizacion con fosforo y calcio en el crecimiento inicial del *Pinus oocarpa* y *Cupressus lusitanica*, despues de tres años. Informe de Investigacion. Carton de Colombia, Cali (5): 1-19, 1974.

ARISTIZABAL, G.V. & PULGARIN, J.A. Efecto de la fertilizacion con N,P,K a tres niveles en la composicion mineral de las hojas del cafero. Cenicafé. Cjinchina, 28(4):119-38, 1977.

BALDANZI, G. Efeito da queimada sobre a fertilidade do solo. Curitiba, Secretaria de Agricultura do Paraná, 1959. 56p. (Boletim Técnico, 1).

BARROS, U.V.; SANTINATO, R.; FIGUEIREDO, J.P.; SILVA, O. A. Modo de adubação do fósforo ao cafeeiro em produção. In: CBPC, 11., Rondônia, 1984. Anais. Rio de Janeiro, IBC/GERCA, 1984. p.98-100.

BAULE, H. & FRICKER, C. The fertilizer treatment of forest trees. Munchen, B.L.C., 1970. 259p.

BATES, T.E. Factors affecting critical nutrient concentration in plants and their evolution: a review. Soil Science, New Brunswick, 112: 116-30, 1971.

BEATON, I.D. Fertilizer methods and applications to forestry practice. USDA. Forest Service NE General Technical Report, Broomall (3): 55-71, 1973.

BOULD, C. Soil and leaf analysis in relation to fruit nutrition. Journal Science Food Agriculture, Londres, 14: 710-8, 1963.

BRANDT, S.A.; CARMO, D.A.S.; RIBEIRO, R.P.; REZENDE, A. M.; RIBEIRO, F.B.; LADEIRA, H.H. Análise do mercado externo, potencial de guaraná. Manaus, ACAR-AM, 1975 48p. (ACAR-AM. Estudos de Economia Agrícola no Estado do Amazonas, 13).

BRANDT, S.A.; CASTRO, A.M.M.G. de; CARMO, P.A.S.; JUNQUEIRA, M.R.A.; MILAGRE, J.S.; ARAÚJO, I.C.; COSTA, J.R.O. Avaliação do mercado brasileiro de guaraná. Manaus, ACAR-AM, 1973. 21p. (ACAR-AM, Estudos de Economia Agrícola no Estado do Amazonas, 1).

BRASIL. EMBRATER/EMATER/UEPAE. Sistema de produção para guaraná: regiões da BR 364 de Ariquemes a Cacoal, Porto Velho, 1988. 52p. (Sistema de Produção, Boletim, 20).

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. A cultura do guaraná no Estado do Pará. Informativo Técnico. Delegacia Federal do Pará, Belém, (15): 1-30, 1984.

BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; MELLO, F.A.F.; RODRIGUES, N.S.; MELLO, H. do A. Competição de fertilizantes entre diferentes tipos de localização no plantio de *Eucalyptus*. In: Conferência Mundial de *Eucalyptus*, São Paulo, 1961. v.2, p.919-25.

CALZAVARA, B.B.G. Orientação cultural do guaranazeiro. Belém, FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 1979. 53p. (FCAP. Informe Técnico, 2).

CASTRO, A.M.G. de. Efeitos de macronutrientes no crescimento de mudas e na produção do guaranazeiro (*Paullinia cupana*, var. *sorbilis*). Piracicaba, 1975. 109p. (Mestrado-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

CATANI, R.A. & BITTENCOURT, V.C. A acidez do solo e seus componentes. Piracicaba, ESALQ/USP, 1974. 27p. (mimeo).

CHAPMANN, H.D. Diagnostic criterial for plants and soils. Riverside, University of California, 1973. 793p.

CERVELLINI, M.P. Alterações químicas em solos de cerrado. Boletim Técnico. Instituto Agrônomo, Campinas, (50): 1, 1977.

CORREIA, M.P. Palestra. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GUARANÃ, 1., Manaus, 1983. Anais. Manaus, EMBRAPA/UEPAE, 1983. p.43-68.

DINIZ, T.E. de A.S. Aspectos climáticos da cultura do guaraná. (S.L. s.n.), 1982. 6p. Apresentado no treinamento sobre a cultura do guaraná. Belém, EMBRAPA/CPATU, 1982.

EPSTEIN, E. Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas. Trad. E. Malavolta. São Paulo, EDUSP, 1975. 341p.

ESPINOSA, F.M. Efecto de diferentes fuentes de nitrogeno en la composición foliar y producción de cafetos jóvenes en uno Latossolo argiloso. Agricultura, El Salvador, 9 (2): 61-5, 1969.

- FALESI, I.C. O estudo atual dos conhecimentos sobre solos da Amazônia Brasileira. Boletim Técnico. IPEAN, Belém, 54: 17-65, 1972.
- FORESTIER, F.O. O potássio e o cafeeiro robusta. Fertilité, Paris, 30: 3-63, 1967/68.
- GALVÃO, E.U.P.; GARCIA, T.B.; CORRÊA, M.P.F. Guaranã - problemas e perspectivas. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUTIVIDADE AGROFLORESTAL DA AMAZÔNIA: problemas e perspectivas. Programa e resumos. Belém, FCAP, 1988. p.57-66.
- GARCIA, A.W.R.; CORRÊA, J.B.; FREIRE, A.C.F. Levantamento das características químicas dos solos e estado nutricional das lavouras cafeeiras do sul de Minas. In: CBPC, 10, Poços de Caldas, 1983. Anais. Rio de Janeiro, IBC/GERCA, 1983. p.5-8.
- GOLFARI, L. A introdução de espécies florestais exóticas e o processo de adaptação. Boletim Informativo. IPEF, Piracicaba, 4(13): 6-12, 1976.
- GONÇALVES, J.R.C. de. A cultura do guaraná. Belém, IPEAN, 1968. 16p. (Série Culturas da Amazônia, 12).
- GUIMARÃES, P.T.G. Respostas do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Catuai) à adubação mineral e orgânica em solos de baixa fertilidade do sul de Minas Gerais. Piracicaba, 1986. 140p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- HARIDAS, G. Responses to fertilizers on growth and yield of rubber. In: RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYA. RRIM. Training manual on soils management and nutrition of hevea. Malasia, RRIM, 1979. p.125-36.

- INFORZATO, R. & REIS, A.J. Desenvolvimento do sistema radicular em diversas fases de crescimento do cafeeiro. Campinas, Instituto Agronômico, 1974. 13p. (Circular 40).
- KATO, A.K. Seleção de matrizes. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido. Treinamento sobre a cultura do guaraná: resumo. Belém, 1981. 1p.
- KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1985. p.
- KRAMER, P.J. & KOZLOWSKI, T.T. Physiology of trees. New York, McGraw Hill, 1960. 642p.
- LAGATU, H. & MAUMÉ, L. Diagnostic de l'amélioration d'un vegetal par l'évolution chimique d'une feuille convenablement choisée. Comptes Rendus de l'Académie de Sciences de France, Paris, 182: 653-5, 1926.
- LOTT, W.L.; NERY, J.P.; GALLO, J.R.; MEDCALF, J.C. A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. Campinas, Instituto Agronômico, 1956. 29p. (Bometim nº 79).
- LOURENÇO, R.S.; MEDRADO, M.J.S.; LISBOA, S.M. Resposta a N-P-K por seringueiras em viveiros nas condições do Estado de Rondônia. Boletim de Pesquisa. EMBRAPA/UEPAE, Porto (11): 1-19, 1988.
- MACY, P. The quantitative mineral nutrient requirements of plants. Plant Physiology, Lancaster, 11: 749-64, 1936.
- MALAVOLTA, E.; YAMADA, T.; GUIDOLIN, J.A. Nutrição e adubação de cafeeiro. Piracicaba, Instituto da Potassa e Fósforo, 1981. 224p.

- MULLER, L. La aplicación del diagnostic foliar en el cafeto (*Coffea arabica* L.) para una mejor fertilización. Turrialba, Turrialba, 9(4): 110-22, 1959.
- MUNSON, R.D. & NELSON, W.L. Principles and practices in plant analysis. In: WALSH, L.M. & BEATON, J.D. Soil testing and plant analysis. Madison, Wis. Soil Science Society of America, 1973. p.223-48.
- NEPTUNE, A.M.L.; MURAOKA, T.; LOURENÇO, S. Distribuição do sistema radial em cafeeiro utilizando 32p: observações preliminares. In: CBPC, 2., Poços de Caldas, 1974. Resumos. Rio de Janeiro, IBC/GERCA, 1974. p.303-4.
- PANTOJA, A. Pequena contribuição ao estudo do guaraná. Boletim. Inspetoria Regional de Fomento Agrícola, (único): 35-50, 1960.
- POWERS, R.F. Principles and concepts of forest soil fertility. In: ANNUAL EARTH SCIENCE SYMPOSIUM, 1., Berkeley, 1976. 33p.
- REIS, E.L.; SOUZA, L.F. da S.; CALDAS, R.C. Efeito da adubação N-P-K e da calagem no crescimento de plântulas envi-veiradas de seringueira. Theobroma, Ilhéus, 7(2): 35-40, 1977.
- REIS, G.N. dos. Doses e modo de aplicação de calcário na formação do cafeeiro na região do planalto de Vitória da Conquista-BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CA-FEEIRAS, 9., São Lourenço, 1981. Anais. p.69-71.
- REIS, G.G. Estudos fisiológicos na planta do guaraná: 2 - movimento dos estômatos. Belém, 1978. (apresentado no 3º Congresso Florestal Brasileiro).

- ROBINSON, J.B.D. Nutrition of coffee deriving reliable data advisory purposes. East African Agricultural and Forestry Journal, Nairobi, 33(1): 95-9, 1967.
- SALINAS, S.G. & SANCHEZ, P.A. Soil-plant relationships affecting varietal species differences in tolerance to low available soil phosphorus. Ciência e Cultura, São Paulo, 28: 156-68, 1976.
- SANCHEZ, P.A. Suelos del tropico: características y manejo. San Jose, IICA, 1981. 660p. (IICA: Série de libros y materiales educativos, 48).
- SANTIAGO, R.; BARROS, V.V.; FIGUEIREDO, J.P.F.; SILVA, O.A. Modo de adubação e fornecimento do potássio ao cafeeiro em produção. In: CBPC, 1., Londrina, 1984. Anais. Rio de Janeiro, IBC/GERCA, 1984. p.83-5.
- SANTOS, O.M. & CRISI, B.M. Efeito do desmatamento na atividade dos microrganismos de solo de terra firme na Amazônia. Acta Amazônica, Manaus, 11(1): 97-102, 1981.
- SAVORY, B.M. Boron deficiency in *Eucalyptus* in Northern Rhodesia. Empire Forestry Review, London, 41(2): 118-26, 1962.
- SILVA, L.F. da. Recursos naturais: zona fisiolgráfica caueira baiana. In: INTRODUÇÃO À REGIÃO CACAUEIRA DA BAHIA. Brasil, CEPLAC, 1: 4-42, 1970.
- SCHIMIDT, F. O guaraná, sua cultura e indústria. Campo, Rio de Janeiro, 1(7): 74-9, 1970. 1930
- SCHUTZ, C.J. Fertilization of fastgrowing pines and eucalypts in South Africa. South African Forestry Journal, Pretoria, 98: 44-7, 1976.

SHULTZ, Q. & VALOIS, A.C.C. Estudos sobre o mecanismo de floração e frutificação do guaranazeiro. Boletim Técnico. IPAAOC, Manaus, (4): 35-58, dez. 1974.

STEENBJERG, F. Yield curves and chemical plant analysis. Plant & Soil, Copenhagen, 3: 97-109, 1951. ○

STEENBJERG, F. & JAKOBSEN, S.T. Plant and yield curves. Soil Science, Bew Brunswick, 95: 69-88, 1963. ○

VALOIS, A.C.C. Discurso de abertura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO GUARANÁ, 1., Manaus, 1983. Anais. Manaus, EMBRAPA/UEPAE, 1983. p.21-5.

VAN RAIJ, B. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba, Instituto da Potassa e Fosfato, 1981. 142p.

VASCONCELOS, A.; NASCIMENTO, J.C.; MAIA, A. A cultura do guaraná. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PLANTAS DA FLORA AMAZÔNICA, Belém, 1972. Belém, IICA/IPEAN, 1972. 26p.

VIEGAS, I.J.M. Doses de N-P-K em viveiro de *Hevea* spp. na obtenção de plantas aptas para enxertia em Latossolo Amarelo textura média na Ilha do Mosqueiro-PA. Piracicaba, 1985. 7lp. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

ZOBEL, B. & ROBERDS, J. Differential genetic response to fertilizer within tree species. Forest Biology Workshop, Society of American Forester, Michigan, 1970. 19p.

A P Ê N D I C E

Tabela 20. Análise de correlação entre os dados de análise de fertilidade do solo, área experimental, nos anos de 1987 e 1988 e as produções de 1987 e 1988 de frutos de guaranazeiros (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) relativos ao clone 346.

Elementos	C O R R E L A Ç Õ E S						
	Al	Mg	Ca	K	P	pH	Prod/87
Prod. 1987	0,1335	0,2649	0,1365	0,1349	-0,0306	0,1084	1,0000**
pH	-0,7032**	0,1330	0,3793*	0,4442**	0,1056	-0,2381	
P	-0,0029	0,0072	0,0984	0,0006	1,0000**	1,0000**	
K	-0,4825**	0,2383	0,6368**	1,0000**			
Ca	-0,2672	0,1928	1,0000**				
Mg	-0,1269	1,0000**					
Al	1,0000**						
	Al	Mg	Ca	K	P	pH	Prod/88
Prod. 1988	0,3711	0,1782	0,1171	0,1754	-0,0567	-0,2490	1,0000**
pH	-0,2871*	-0,0055	0,3008*	0,1361	0,1123	1,0000**	
P	-0,5073**	-0,0800	0,2133	0,5352**	1,0000**		
K	-0,4146**	-0,2137	0,4962**	1,0000**			
Ca	-0,1720	-0,0071	1,0000**				
Mg	-0,0645	1,0000**					
Al	1,0000**						

Tabela 21. Análise de correlação entre os dados de análise de fertilidade do solo da área experimental, nos anos de 1987 e 1988 e as produções de 1987 e 1988 de frutos de guaranazeiros (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke), relativos ao clone 347.

Elementos	C O R R E L A Ç Õ E S						
	Al	Mg	Ca	K	P	pH	Prod.87
Prod.1987	0,3086	0,1736	0,4016**	-0,0152	0,2059	0,0042	1,0000**
pH	-0,6109**	0,0452	0,4039**	0,4160**	-0,1419	1,0000**	
P	0,2388	-0,1826	-0,0663	-0,0284	1,0000**		
K	-0,5758**	0,1606	0,4578**	1,0000**			
Ca	-0,3194*	0,2837	1,0000**				
Mg	-0,1016	1,0000**					
Al	1,0000**						
	Al	Mg	Ca	K	P	pH	Prod.88
Prod.1988	0,2798	-0,2126	-0,1716	-0,1577	0,0743	0,1948	1,0000**
pH	-0,3989**	0,2275	0,2505	0,3387*	0,1151	1,0000**	
P	-0,0917	-0,1838	0,3613*	0,5134**	1,0000**		
K	-0,4545**	-0,2525	0,4911**	1,0000**			
Ca	-0,4014**	0,0231	1,0000**				
Mg	0,0797	1,0000**					
Al	1,0000**						

Tabela 22. Análise de correlação entre os dados de análise de fertilidade do solo da área experimental nos anos de 1987 e 1988 e as produções de 1987 e 1988 de frutos de guaranazeiros (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke), relativos ao clone 352.

Elementos	C O R R E L A Ç Õ E S						
	Al	Mg	Ca	K	P	pH	Prod/87
Prod.1987	0,2169	0,1402	0,2356	0,1491	0,2165	-0,0416	1,0000**
pH	-0,4895**	-0,0500	0,2227	0,2394	0,0662	1,0000**	
P	-0,2262	-0,0293	0,2361	0,3346*	1,0000**		
K	-0,2048	0,3912*	0,5297**	1,0000**			
Ca	-0,1193	0,1959	1,0000**				
Mg	-0,1314	1,0000**					
Al	1,0000**						
<hr/>							
	Al	Mg	Ca	K	P	pH	Prod/88
Prod.1988	0,3437	0,1561	-0,2921	-0,0264	0,2018	-0,2762	1,0000**
pH	-0,3737*	0,0804	0,4056**	0,0545	-0,0670**	1,0000**	
P	0,0988	-0,1017	0,1072	0,4597**	1,0000**		
K	-0,2346	-0,2165	0,1759	1,0000**			
Ca	-0,0069	0,0467	1,0000**				
Mg	0,1505	1,0000**					
Al	1,0000**						

Tabela 24. Análise de correlação entre os dados de análise foliar, nos anos de 1987 e 1988, e as produções de 1986, 1987 e 1988 de frutos de guaranazeiros (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke), relativa ao clone 347.

C O R R E L A Ç Õ E S													
	Prod.86	Prod.87	Prod.88	N - 87	N - 88	Ca - 87	Ca - 88	Mg - 87	Mg - 88	K - 87	K - 88	P - 87	P - 88
Prod.86	1,0000**	0,6289**	0,4249**	0,3965*	-0,1197	-0,0962	-0,0839	-0,1168	-0,0146	-0,0596	-0,1820	0,1082	0,0160
Prod.87	-	1,0000**	0,6887**	0,5698**	0,1335	-0,1118	0,1605	-0,0737	0,0685	0,0685	-0,0784	0,4226**	0,2107
Prod.88	-	-	1,0000**	0,2794	-0,0465	-0,2150	-0,1024	0,0086	-0,0870	0,0238	-0,2029	0,0974	0,0445
N - 87	-	-	-	1,0000**	0,2814	-0,1779	0,1536	-0,0604	-0,0002	0,1995	-0,0496	0,5501**	0,1101
N - 88	-	-	-	-	1,0000**	-0,1963	0,4016**	-0,0034	0,4404**	0,0449	0,4492**	0,0954	0,4730**
Ca - 87	-	-	-	-	-	1,0000**	0,2400	0,4414**	-0,0256	-0,2082	-0,0347	-0,065	0,0024
Ca - 88	-	-	-	-	-	-	1,0000**	0,0036	0,0599	-0,0287	0,1877	0,1759	0,2354
Mg - 87	-	-	-	-	-	-	-	1,0000**	0,2126	-0,1491	0,0516	0,1489	0,0170
Mg - 88	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0000**	-0,2233	0,2574	0,0154	0,4989**
K - 87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0000**	0,2502	0,1429	0,1382
K - 88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0000**	-0,0969	0,6209**
P - 87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0000**	-0,0947
P - 88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0000**