

ADILSON GUALBERTO PEREIRA

EFEITOS DE CULTIVARES E IDADES DE COLHEITA NAS  
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DE RASPAS  
DE MANDIOCA (*Manihot esculenta Crantz*)

*cat*

Dissertação apresentada à Escola Superior  
de Agricultura de Lavras, como parte das  
exigências do Curso de Mestrado em  
Ciência dos Alimentos, para obtenção  
do grau de "MESTRE."

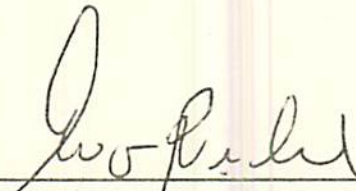
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS  
LAVRAS . MINAS GERAIS

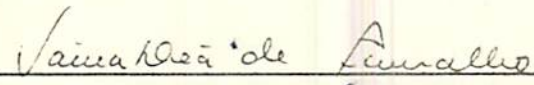
1991

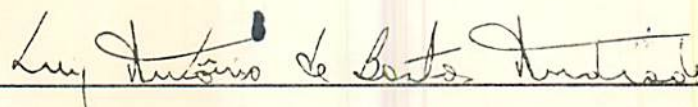


EFEITOS DE CULTIVARES E IDADES DE COLHEITA NAS CARACTERÍSTICAS  
FÍSICAS E QUÍMICAS DE RASPAS DE MANDIOCA  
(*Manihot esculenta* Crantz)

APROVADA:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Evódio Ribeiro Vilela  
Orientador

  
\_\_\_\_\_  
Pesq. Dra. Vânia Déa de Carvalho

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Luiz Antônio de Bastos Andrade

À minha esposa, Nilza

Aos meus filhos Frederico e Guilherme

E à minha mãe Meirinha

DEDICO ESTE TRABALHO.



## AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Ciência dos Alimentos da Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela oportunidade concedida.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Dr. Evódio Ribeiro Vilela, pela orientação e acompanhamento deste trabalho.

À pesquisadora Dra. Vânia Déa de Carvalho pela dedicada colaboração e acompanhamento no desenrolar deste trabalho.

À EPAMIG pela doação da matéria prima.

Ao professor Dr. Adimilson Bosco Chitarra pelos inúmeros favores prestados.

Ao professor Ruben Delly Veiga e ao monitor do Departamento de Ciências Exatas da ESAL, Paulo Borges, pela orientação e ajuda na confecção das análises estatísticas.

À Bióloga e funcionária do Departamento de Ciência dos Alimentos, Maria Aparecida Correa, pela dedicada ajuda durante todo o desenrolar do trabalho.

À Tina e aos demais laboratoristas da EPAMIG, pela

ajuda na realização das análises químicas.

Aos professores do Departamento de Química, pela minha indicação ao curso de Mestrado.

Ao casal professor Dr. Guaracy e Jane Vieira pela confiança a mim depositada, durante o transcorrer do curso.

A todos os professores do Departamento de Ciência dos Alimentos que indiretamente participaram da realização deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Ciência dos Alimentos pelo carinho e respeito dedicados.

Ao funcionário do Departamento de Química Marcelo de Souza Andrade pela ajuda nas análises de proteína.

À secretária de Pós-Graduação, Gicelda Aparecida de Souza, pelos inúmeros préstimos durante o decorrer do curso.

Ao Antônio Máximo de Carvalho pela revisão das citações bibliográficas e demais funcionários da Biblioteca.

Ao amigo e colega Diego Ramires Aschieri pelas palavras de incentivo.

Aos colegas de curso pela troca de experiências e convívio edificante.

Aos amigos da Escola Estadual "Dora Matarazzo" pelo incentivo.

À TECLA, pelos serviços datilográficos.

Ao meu cunhado José Valter, pelo apoio em São Paulo.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o término desta obra.

### BIOGRAFIA DO AUTOR

ADILSON GUALBERTO PEREIRA, filho de Lívio Gualberto Pereira e Maria José Gualberto, nasceu aos 25 de junho de 1946, em Lavras-MG.

Em abril de 1974, formou-se em Licenciatura de 1º Grau em Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Em janeiro de 1982 graduou-se em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Federal de Viçosa-MG.

Em fevereiro de 1984 concluiu o curso de Especialização em Química pela Escola Superior de Agricultura de Lavras-MG.

Em agosto de 1986 iniciou o curso de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, à nível de Mestrado, na Escola Superior de Agricultura de Lavras.



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1. Processos de produção de raspas .....	3
2.2. Processo natural de produção de raspas .....	5
2.3. Toxidez cianogênica .....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	16
3.1. Matéria-prima .....	16
3.2. Preparo das raízes .....	16
3.3. Preparo das raspas .....	17
3.4. Secagem das raspas .....	17
3.5. Análises .....	20
3.5.1. Umidade .....	21
3.5.2. Proteína .....	21
3.5.3. Gordura .....	21
3.5.4. Cinzas .....	21
3.5.5. Fibras .....	22
3.5.6. Amido .....	22

3.5.7. Açúcares redutores, não-redutores e totais ...	22
3.5.8. HCN .....	22
3.6. Análise estatística .....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	24
4.1. Secagem .....	24
4.2. Rendimento .....	30
4.3. Composição química das raspas .....	33
4.4. Toxidez cianogênica .....	58
5. CONCLUSÕES .....	63
6. RESUMO .....	64
7. SUMMARY .....	66
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	68
ANEXOS .....	76



## LISTA DE TABELAS

TABELAS		PÁGINA
1	Teores de umidade inicial das diferentes partes da mandioca em base úmida (dados em porcentagem). ESAL, Lavras-MG, 1989/1990 .....	29
2	Condições meteorológicas médias dos dias de secagem para as quatro idades da planta. ESAL, Lavras-MG, 1989/1990 .....	31
3	Rendimento de diferentes partes de três cultivares de mandioca em relação à raiz inteira. Dados em porcentagem. ESAL, Lavras-MG, 1989/1990 .....	32
4	Médias dos teores de cinza em raspas (% em base a 12% de umidade de três cultivares de mandioca, colhidas com diferentes idades. ESAL, Lavras-MG, 1989/1990 .....	34
5	Médias dos teores de gordura em raspas (% em base a 12% de umidade) de três cultivares de mandioca, colhidas com diferentes idades. ESAL, Lavras-MG, 1989/1990 .....	40

6	Médias dos teores de fibra em raspas (% em base à 12% de umidade) de três cultivares de mandioca, colhidas com diferentes idades. ESAL, Lavras-MG, 1989/1990 .....	43
7	Médias dos teores de proteína em raspas (% em base à 12% de umidade) de três cultivares de mandioca, colhidas com diferentes idades. ESAL, Lavras-MG, 1989/1990 .....	45
8	Médias dos teores de amido nas raspas (% em base à 12% de umidade) de três cultivares de mandioca, colhidas com diferentes idades. ESAL, Lavras-MG, 1989/1990 .....	48
9	Média dos teores de açúcares redutores nas raspas (% em base à 12% de umidade) de três cultivares de mandioca, colhidas com diferentes idades. ESAL, Lavras-MG, 1989/1990 .....	51
10	Média dos teores de açúcares não redutores em raspas (% em base à 12% de umidade) de três cultivares de mandioca, colhidas com diferentes idades. ESAL, Lavras-MG, 1989/1990 .....	53
11	Médias dos teores de açúcares totais em raspas (% em base à 12% de umidade) de três cultivares de mandioca, colhidas com diferentes idades. ESAL, Lavras-MG, 1989/1990 .....	56
12	Médias dos teores de HCN livre em raspas (ppm em base à 12% de umidade) de três cultivares de mandioca, colhidas com diferentes idades. ESAL, Lavras-MG, 1989/1990 .....	59

13	Médias dos teores de HCN total em raspas (ppm em base à 12% de umidade) de três cultivares de mandioca, colhidas com diferentes idades. ESAL, Lavras-MG, 1989/1990 .....	60
----	--	----



## LISTA DE FIGURAS

FIGURAS		PÁGINAS
1	Mecanismos de hidrólise enzimática da linamarina .....	10
2	Picador de raízes de mandioca tipo Tailandês .....	18
3	Detalhe das navalhas do picador de raízes tipo Tailandês .....	19
4	Curvas de secagem de pedaços do cilindro central de três variedades de mandioca em bandejas de metal, colhidas com 12 meses de idade (1ª colheita) .....	25
5	Curvas de secagem de pedaços do cilindro central de três variedades de mandioca em bandejas de metal, colhidas com 14 meses de idade (2ª colheita) .....	26
6	Curvas de secagem de pedaços do cilindro central de três variedades de mandioca em bandejas de metal, colhidas com 16 meses de idade (3ª colheita) .....	27

7	Curvas de secagem de pedaços do cilindro central de três variedades de mandioca em bandejas de metal, colhidas aos 18 meses de idade (4ª colheita) .....	28
8	Curvas de regressão para teores de cinzas nas raspas, em função das idades de colheita, de três cultivares de mandioca. ESAL, Lavras-MG, 1991 .....	35
9	Fotografia das raspas da 3ª colheita (16 meses)(tamanho médio de 1,9 x 0,9 x 0,4 cm)	37
10	Fotografia das farinhas de raspas em comparação com farinha de trigo. A - Iracema; B - Guaxupé; C - Engana-Ladrão .....	38
11	Curvas de regressão para os teores de gordura nas raspas, em função das idades de colheita, de três cultivares de mandioca. ESAL, Lavras-MG, 1991 .....	41
12	Curvas de regressão para os teores de fibra nas raspas, em função das idades de colheita de três cultivares de mandioca. ESAL, Lavras-MG, 1991 .....	44
13	Curvas de regressão para os teores de proteína nas raspas, em função das idades de colheita de três cultivares de mandioca. ESAL, Lavras-MG, 1991 .....	46



14	Curvas de regressão para teores de amido nas raspas, em função das idades de colheita, de três cultivares de mandioca. ESAL, Lavras-MG, 1991 .....	49
15	Curvas de regressão para teores de açúcares redutores nas raspas, em função das idades de colheita, de três cultivares de mandioca. ESAL, Lavras-MG, 1991 .....	52
16	Curvas de regressão para os teores de açúcares não redutores nas raspas, em função das idades de colheita, de três cultivares de mandioca ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz). ESAL, Lavras-MG, 1991 .....	54
17	Curvas de regressão para teores de açúcares totais nas raspas, em função das idades das colheitas, de três cultivares de mandioca. ESAL, Lavras-MG, 1991 .....	57
18	Curvas de regressão para teores de HCN livre nas raspas, em função das idades de colheita, de três cultivares de mandioca. ESAL, Lavras-MG, 1991 .....	61
19	Curvas de regressão entre os teores de HCN total e idade de colheita de raspas de três cultivares de mandioca. ESAL, Lavras-MG, 1991 .....	62

## 1. INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é considerada uma das mais importantes fontes de carboidratos nos países tropicais. Cerca de 700 milhões de pessoas de baixa renda, alimentando-se de mandioca, consomem de 200 a 1000 calorias/dia (RICKARD et alii, 1979).

O mais importante da raiz está no consumo humano, principalmente na forma direta ("in natura") e como farinha após processamento. Pequenas quantidades são destinadas a produção de amido (RAJA et alii, 1979 e RICKARD & COURSEY, 1981).

A produção mundial de raízes de mandioca no ano de 1989 foi de 147,5 milhões de toneladas (FAO, 1990), destacando-se o Brasil em segundo lugar com 23,2 milhões de toneladas, logo após a Tailândia.

Um sério problema na comercialização da raiz é a sua alta perecibilidade, devido às deteriorações fisiológicas e microbianas que se iniciam de 1 a 7 dias após a colheita.

Para evitar a deterioração fisiológica, ZAPATA & RIVEROS (1977) envolveram as raízes com parafina, conseguindo um armazenamento por 30 dias sem alterações na raiz. SCHOLZ (1972),



misturou raízes frescas com areia e terra, em latas de 20 litros, tampadas, conseguindo evitar a deterioração por 23 dias. Pesquisadores do CIAT (1983) misturaram serragem úmida com as raízes frescas, dentro de caixotes de madeira, e, após fechados, constataram que 75% das raízes estavam em boas condições após um mês de armazenamento, e, usando também embalagens de saco de polietileno, conseguiram estocagem até 1 semana com perdas mínimas.

Um outro problema para a utilização de algumas cultivares de mandioca é a toxidez cianogênica, devido à presença de glicosídeos cianogênicos, tais como a linamarina, representando 90% dos glicosídeos totais, e a lotaustralina, que, quando hidrolisados, liberam ácido cianídrico e, dependendo dos níveis, podem ser tóxicos para humanos e animais, GOMEZ et alii (1984).

Uma maneira simples e mundialmente difundida para a conservação de raízes de mandioca e diminuir sua toxidez, é a sua transformação em raspas, que consiste em picar as raízes em pequenos pedaços e colocá-los para secar, natural ou artificialmente. Sabe-se ainda que a idade de colheita das raízes também pode alterar a toxidez cianogênica da mandioca e a qualidade das raspas a serem produzidas.

Tendo em vista as considerações apresentadas, realizou-se este trabalho que teve por objetivo estudar os efeitos de três cultivares em quatro idades de colheita nas características físicas e químicas de raspas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Processos de produção de rãpas

As raizes de mandioca recém-colhidas possuem alto teor de umidade (em torno de 60%) e, como tal, são classificadas como produto perecível, ficando sua conservação restrita a apenas algumas horas pós-colheita devido a oxidação de compostos fenólicos, que iniciam o processo de sua deterioração fisiológica.

Para evitar essa deterioração das raizes, um dos processos utilizados é a sua transformação em rãpas, o qual consiste em picar as raizes em pequenos pedaços e colocá-los para secar, seja natural ou artificialmente, até que alcancem níveis em torno de 11% de umidade, quando são mais estáveis e podem ser armazenados por períodos mais prolongados, permitindo um melhor aproveitamento para fins industriais e uma menor perda da produção pós-colheita.

VITTI (1966) cita que esta tecnologia é capaz de armazenar a mandioca por 1 ano, sem adição de produtos químicos, com possibilidade de estocagem da matéria prima para posterior



industrialização.

A utilização das raspas pode ser feita por períodos maiores que 2 anos de armazenamento a níveis de 12% de umidade, quando são de fácil manejo e podem ser usadas na alimentação humana ou ração animal. A rasma pode ser produzida da raiz inteira quando se destina a rações e sem a película externa e a entre casca, quando deve ser aproveitada como ingrediente para indústria de alimentos, após a sua transformação em farinha (VILELA, 1987).

O processo geral para a produção de raspas obedece as seguintes etapas: lavagem, descascamento, corte, prensagem e secagem.

Os processos de produção de raspas são classificados em dois, de acordo com o método de secagem, em cuja eficiência se baseia a qualidade dos produtos secos: a) processo natural - com secagem das raspas em terreiros ou em bandejas; b) processo mecânico - com secagem das raspas em secadores, utilizando sistemas de aquecimento e ventilação de ar forçado. O processo natural é aquele em que as mandiocas podem ser lavadas, descascadas ou não e picadas manualmente ou através de equipamentos simples, a nível de fazenda. Após, são levados para secagem natural ao sol. O processo mecânico é utilizado pelas indústrias automatizadas, através de lavadores-descascadores, picadores, prensa e secadores industriais (VILELA, 1987).

FERREIRA et alii (1988) citam que as raspas, quando utilizadas para ração, podem substituir, em parte, o milho, por



seu valor energético.

## 2.2. Processo natural de produção de raspas

A secagem natural é um processo que depende de variáveis ambientais não controláveis e, em condições favoráveis de chuva ou de alta umidade, este processo pode ser retardado ou até mesmo levar o produto a deterioração. As variáveis que influenciam o processo de secagem natural são a temperatura do ar, a umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento. Com relação ao produto, as variáveis são, principalmente, o teor de umidade inicial, a forma e dimensões dos pedaços e a quantidade de material por área (VILELA, 1987).

Na secagem em terreiros de cimento, os pedaços de mandioca devem ser esparramados uniformemente sobre a superfície. Para obter uma boa secagem, os pedaços devem ser revirados a intervalos de 2 h ou menos, ou de 6 a 8 vezes/dia, até o teor de umidade em torno de 12%. À tarde os pedaços são amontoados e cobertos com lona para proteção contra chuva, geada e orvalho durante a noite. Na secagem em bandejas o procedimento é o mesmo, porém, à tarde as bandejas devem ser empilhadas e colocadas em local coberto para poderem receber o vento noturno.

O corte é feito para acelerar a velocidade de secagem. Existem vários modelos de picadores, sendo mais conhecidos os do tipo Tailandês, que produz em pedaços de 1 x 1 x 5 cm e o tipo Malásia que produz em tiras de 1 cm de espessura, GOMEZ & BEST

(1983).

Estudando o efeito do tamanho das raspas no tempo de secagem, THANH et alii (1979) concluíram que raspas pequenas e de tamanhos regulares requerem menor tempo de secagem que raspas de tamanhos maiores e irregulares, não importando se o piso é ou não pintado de preto. Em relação a raspas de tamanhos maiores, o piso pintado de preto é mais eficiente na secagem que o não pintado. Obtiveram teores de umidade abaixo de 14% em 16 horas de secagem usando 6,56 kg/m<sup>2</sup> e 17,4 horas com 8,75 kg/m<sup>2</sup>. As análises estatísticas indicaram um significativo efeito da carga, tamanho das raspas e meio de secagem quando tomadas individualmente, entretanto não houve significativa interação entre esses fatores. Houve uma pequena indicação de que a quantidade e o tamanho das raspas afetam mais o tempo de secagem que o tipo de piso.

Na Tailândia o tamanho mais comum das raspas é de um corte transversal de 0,5 a 1,0 cm por 5 a 10 cm de comprimento (COURSEY et alii, 1982).

Na Tailândia, trabalhando com raspas de formas e tamanhos diferentes, com temperatura entre 28 e 35°C, em piso de cimento, THANH et alii (1978a), chegaram a umidades de 15 a 17% após 24 horas de secagem. Nas mesmas condições, raspas de 0,1 a 0,2 cm de espessura mostraram 14% de umidade em apenas 12 horas de secagem. Observaram também um aumento na umidade das raspas durante à noite, devido ao resfriamento do ar. Outro estudo feito na estação chuvosa (outubro/75) usando piso de concreto pintado de preto e bandejas inclinadas de 20 a 30°, mostrou uma secagem



mais eficiente para as raspas secas em piso pintado de preto, obtendo umidade de 12-14% em 10 a 12 horas. Com raspas finas e o piso comum obteve raspas de boa qualidade com 14% de umidade em 14 horas de secagem.

O piso pintado de preto aumenta a temperatura de secagem em 6°C e reduz o tempo de secagem em até 25%. Outro fator que diminui o tempo de secagem, é o espalhamento e reespalhamento das raspas em intervalos regulares durante o dia. Durante a noite, quando há ameaça de chuva, as raspas são ajuntadas em pequenos montes e cobertas com lona ou plástico (BEST, 1978).

Usando superfície de concreto, em dias ensolarados na Tailândia, MANURUNG (1974) relatou secagem até 14% em 3 dias com uma carga de 6,1 kg/m<sup>2</sup> e 1,5 dias com carga de 3,7 kg/m<sup>2</sup>.

MAHMUD & THANH (1977), na Tailândia, produziram raspas de aproximadamente 8 x 0,65 x 0,65 cm e obtiveram um menor tempo de secagem em relação ao tamanho mais utilizado (0,5 x 0,5 x 10 cm) e atribuíram esse fato ao maior espaço entre as raspas, permitindo uma maior circulação de ar entre as mesmas.

Na Índia, a época de colheita e secagem das raspas varia de dezembro a março, quando há grande quantidade de raízes a baixo custo. Durante esses meses há pouca chuva e suficiente insolação para a secagem. São usados pisos de cimento, esteiras de bambu e até usam a secagem sobre pedras, que produzem raspas mais brancas, porém gastam de 4 a 5 dias de secagem (MAINI et alii, 1981).

O primeiro a relatar secagem solar em bandejas foi

LAVIGNE (1966), em Madagascar, determinando que 70 horas de insolação foram necessárias para secar raspas de 0,6 x 0,8 x 8 cm espalhadas em bandejas de bambu, 40 cm acima do solo, usando cargas de 10 a 15 kg/m<sup>2</sup>. As raspas de melhor qualidade foram obtidas com um menor tempo de secagem.

Roa (1974), citado por COURSEY et alii (1982), trabalhando com bandejas horizontais e verticais e pisos de concreto, usando raspas de 0,8 x 0,8 x 5 cm, conseguiu secagem em 3 dias e considerou possíveis de serem usadas cargas de 5 a 13 kg/m<sup>2</sup> para piso de concreto, 20 a 30 kg/m<sup>2</sup> para bandejas horizontais e 30 a 40 kg/m<sup>2</sup> para bandejas verticais. Entretanto, a vantagem das bandejas verticais foi prejudicada pelo trabalho adicional envolvido no seu processamento para uso em larga escala.

Trabalhando com bandejas feitas de malha de plástico e arame, colocadas sobre cavaletes e inclinadas de 20 a 30°, a BEST (1979) observou que, em boas condições climáticas, as cargas deixadas à noite perderam considerável quantidade de água por causa do vento e completaram a secagem no final do outro dia. Para obter umidade abaixo de 15%, em bandeja inclinada, com carga de 5 kg/m<sup>2</sup>, gastou 6 horas de secagem e com carga de 10kg/m<sup>2</sup> gastou 11 horas.

FERREIRA et alii (1988), em Botucatu, entre março e maio (verão chuvoso), trabalhando com diferentes tipos de cortes e cargas, em bandejas cobertas e descobertas, concluíram que é possível amenizar o efeito prejudicial da chuva e do orvalho, com



o uso de bandejas cobertas com filme de polietileno. Quando a umidade relativa, temperatura e insolação foram favoráveis à secagem a eficiência de ambas as bandejas tornou-se semelhante. O efeito dos ventos foi melhor evidenciado nas bandejas cobertas. A melhor eficiência de secagem foi obtida com a combinação do corte tipo Pinheiro (0,01 a 0,02 cm de tamanho) e carga de 20 kg/m<sup>2</sup>.

Pesquisadores do CIAT (1981), na Colômbia, verificando o efeito da carga no tempo de secagem, concluíram que a carga ótima foi de 8-10 kg/m<sup>2</sup> quando gastaram 2 dias e meio de secagem, conseguindo umidades de 14% ou menos. As condições climáticas citadas foram temperatura entre 23 e 24°C, insolação de 8 h/dia e umidade relativa do ar de 66 a 76%. Observaram também que cargas maiores (12 kg/m<sup>2</sup>) dificultavam o revolvimento das raspas durante as primeiras horas de secagem.

### 2.3. Toxidez cianogênica

A toxidez cianogênica, em mandioca, é devida à presença de glicosídeos cianogênicos, especialmente a linamarina, que por hidrólise produz o HCN, cuja ingestão pode causar graves danos à saúde. a Figura 1 mostra o mecanismo da hidrólise enzimática da linamarina.

A substância tóxica, aparentemente ausente, é formada por ação enzimática sobre precursor não tóxico após a colheita ou durante a digestão (TELES, 1987).



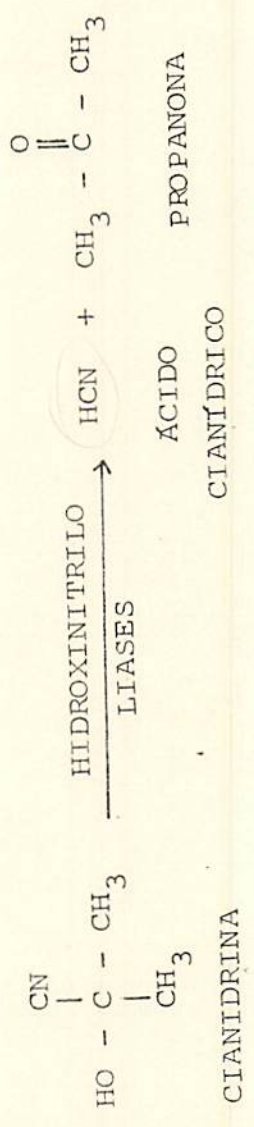
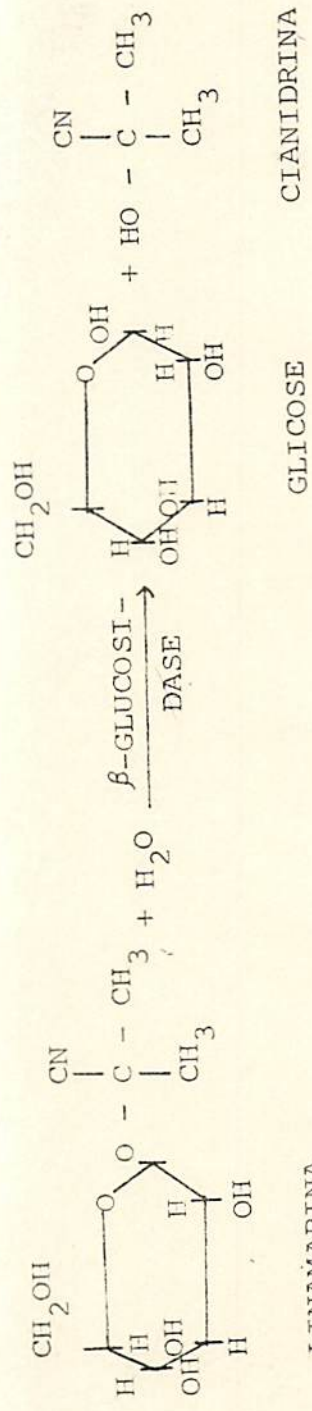


FIGURA 1 - Mecanismo de hidrólise enzimática da linamarina.  
 FONTE: CONN (1973).

AYRES (1972) classificou as variedades de mandioca em mansas e bravas, de acordo com o seu conteúdo de HCN. Entre as variedades mansas se incluíram aquelas com quantidades de até 50 ppm de HCN e as bravas com quantidades superiores.

DE BRUJIN (1973) estabeleceu uma escala de toxidez, a qual pode ser empregada para selecionar as variedades de mandioca sob o ponto de vista comestível. Inócuas, as com até 50 ppm, medianamente tóxicas, as de 50 a 100 ppm e, como venenosas, as que contêm acima de 100 ppm de HCN. Estas últimas, porém, podem ser usadas como matéria prima nas indústrias.

Rogers (1963) e De Brujin (1975), citados por HERNANDEZ & GUILLEN (1984), relataram que o conteúdo de HCN em mandioca varia entre 15 e 400 ppm, porém, podem encontrar concentrações tão baixas como 10 ppm ou tão elevadas como 2000 ppm.

MIRANDA et alii (1981), trabalhando com 20 variedades de mandioca cultivadas em Minas Gerais, colhidas aos 18 meses de idade, verificaram teores de cianeto total na matéria fresca variando entre 60 e 320 ppm, mostrando a análise de variância diferenças significativas entre as variedades.

O ácido cianídrico não é o único princípio ativo responsável pela toxidez de mandioca, mas, a sua avaliação é um critério válido para distinguir cultivares de uso industrial e de uso culinário. As mandiocas mansas apresentam teores de cianeto inferiores a 50 ppm, enquanto que as bravas apresentam valores mais elevados, variáveis de acordo com a cultivar, a idade da planta, as condições do solo (deficiência hídrica, nutrientes



minerais), o clima, a altitude e o sombreamento. A eliminação da toxicidade pode ser promovida pela imersão da raiz fragmentada, em água ou pela secagem e aquecimento, que provocam a liberação do cianeto ou a inativação enzimática, ou mesmo pela combinação dos processos. A fervura das raízes elimina quase totalmente o cianeto, por volatilização (OLIVEIRA, 1982).

YEOH & CHEU (1974) relatam que o teor de cianeto total normalmente varia entre 15 e 400 ppm em peso fresco e a faixa mais comum é de 30 a 150 ppm.

CONCEIÇÃO (1981) classifica a mandioca, conforme o teor de ácido cianídrico, em venenosa, quando se tem teores menores que 50 ppm na matéria fresca, pouco venenosa, entre 50 e 80 ppm, venenosa de 80 a 100 ppm e muito venenosa com teores acima de 100 ppm.

ALVAREZ & DUQUE (1967) citam a classificação de raízes pelo teor de cianeto, considerando como doces aquelas com teores inferiores a 50 ppm, medianamente tóxicos na faixa entre 50 e 100 ppm e demasiadamente tóxicos aquelas com teores acima de 100 ppm.

Bolhuis(1954) e De Brujin (1973) citados por GOMEZ & VALDEVIESO (1983) relataram em seus trabalhos que a concentração do glicosídeo cianogênico (linamarina) sofre influência da variedade, idade da planta e também nas partes da planta, sendo também afetada pelos fatores ambientais, tais como o tipo de solo, temperatura, vento, etc.

GOMEZ et alii (1984), na Colômbia, trabalhando com 10 cultivares de 14 meses de idade, constataram uma variação



considerável entre os conteúdos de cianeto total de raspas frescas (137 a 884 ppm). Os conteúdos de cianeto livre ficaram muito próximos entre os grupos de amostras de cada cultivar, mas, significativamente diferentes entre as cultivares (23,5 a 47,5 ppm). Os pesquisadores confirmaram também que o corte das raízes permitiu uma rápida hidrólise da linamarina, o que foi evidenciado pelo imediato aumento da quantidade de cianeto livre nas raspas frescas.

CARVALHO (1987) relata que a velocidade e grau de liberação do HCN, ou nível de retenção do glicosídeo cianogênico, estão na dependência dos métodos de preparo dos produtos à base de mandioca, ou seja, fritura, cocção, fervura e assadura na alimentação direta ou na forma de raspas ou silagem.

Trabalhos desenvolvidos no CIAT (1981) com duas cultivares de mandioca, sendo uma mansa e outra brava, mostraram o efeito da idade da planta (9, 10, 11 e 12 meses), na secagem e eliminação de HCN em terreiros de concreto e bandejas inclinadas, a níveis de 14% de umidade. Com relação aos sistemas de secagem, foi mostrado que ambos (terreiro e bandejas) foram eficientes em reduzir o teor de cianeto total a níveis abaixo de 100 ppm (teor máximo permitido para comercialização), exceção feita para a variedade brava aos 9 meses de idade, que mostrou teores acima de 100 ppm quando secas em terreiro de concreto.

Na secagem em bandejas inclinadas, com umidade final de 14%, os teores de HCN total ficaram abaixo do 100 ppm na variedade mansa aos 10, 11 e 12 meses de idade. Aos 9 meses o

teor ultrapassou os 200 ppm na variedade brava, os teores de HCN total foram superiores a 100 ppm aos 9 (400 ppm) aos 10 e 11 meses, em torno de 120 ppm e aos 12 meses, em torno de 50 ppm mostrando a tendência a diminuir com a idade. Os autores sugerem que em períodos de secagem muito rápido, não há tempo para eliminação do cianeto que é feita naturalmente pela ação da enzima linamarase.

Usando cultivares de 15 meses de idade, verificaram, ainda, o efeito na eliminação do cianeto, usando diferentes cargas na secagem, trabalhando com 10, 15 e 20 kg/m<sup>2</sup> nas bandejas inclinadas e 10 e 12 kg/m<sup>2</sup> no terreiro de concreto. Demonstraram que aumentando a carga, há maior perda de HCN. Para a variedade CMC-84, de alto teor cianogênico (700 ppm), os níveis permaneceram altos após a secagem, em todas as idades, ou seja, em torno de 100 ppm no terreiro e de 200 ppm nas bandejas inclinadas, mesmo para cargas mais altas. Para a variedade CMC-40, com menor teor de HCN (300 ppm), todos os produtos secos estiveram com teores abaixo de 100 ppm.

Correia (1947) e De Brujin (1973), citados por COOKE & MADUAGWU (1978), relatam perdas de até 73% de cianeto em 3 dias de secagem ao sol, usando pátios de concreto.

NAMBISAN & SUNDARESAN (1985), na Índia, estudando a retenção de glicosídeos cianogênicos, em 3 cultivares de mandioca, constataram que a retenção ao sol é muito baixa, quando as condições são ideais para um máximo de degradação enzimática. Observaram também que, em raspas com 3 mm de espessura, a



retenção variou entre 52-58% e em raspas de 10 mm a retenção foi entre 27 e 33%, mostrando que o tamanho tem forte influência na degradação enzimática. Trabalhando também com temperaturas entre 50 a 70°C, observaram que maiores retenções ocorrem a maiores temperaturas. A 50°C foram observadas retenções de 60 a 64% em raspas de 3 mm de espessura e 46 a 50% em raspas de 10 mm. A 70°C observaram retenções de 74-80% (3 mm) e 53-60% (10 mm), concluindo que em raspas maiores as retenções são menores.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Matéria-prima

Foram utilizadas raízes das cultivares Iracema (brava), Guaxupé (mansa) e Engana Ladrão (brava), oriundas de experimentos da EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais), plantadas no Campo Experimental da Escola Superior de Agricultura de Lavras e colhidas com 12, 14, 16 e 18 meses de idade, correspondentes aos meses de outubro e dezembro de 1989 e fevereiro e abril de 1990.

Em todas as épocas de colheita, as raízes foram colhidas na parte da manhã e imediatamente levadas para o Laboratório de Grãos e Cereais do Departamento de Ciência dos Alimentos da Escola Superior de Agricultura de Lavras, onde se iniciaram os processamentos.

#### 3.2. Preparo das raízes

As raízes foram lavadas, pesadas e descascadas,



separando-se o cilindro central das cascas (película + córtex), sendo ambos posteriormente pesados para cálculo do rendimento.

### 3.3. Preparo das raspas

Imediatamente após o descascamento, os cilindros centrais foram levados para um picador marca CEMAG, mod. RAM-81, movimentado por 1 motor de 1,5 cv, 1.700 rpm - 220 V, com capacidade média de 350 kg/h (Figura 2).

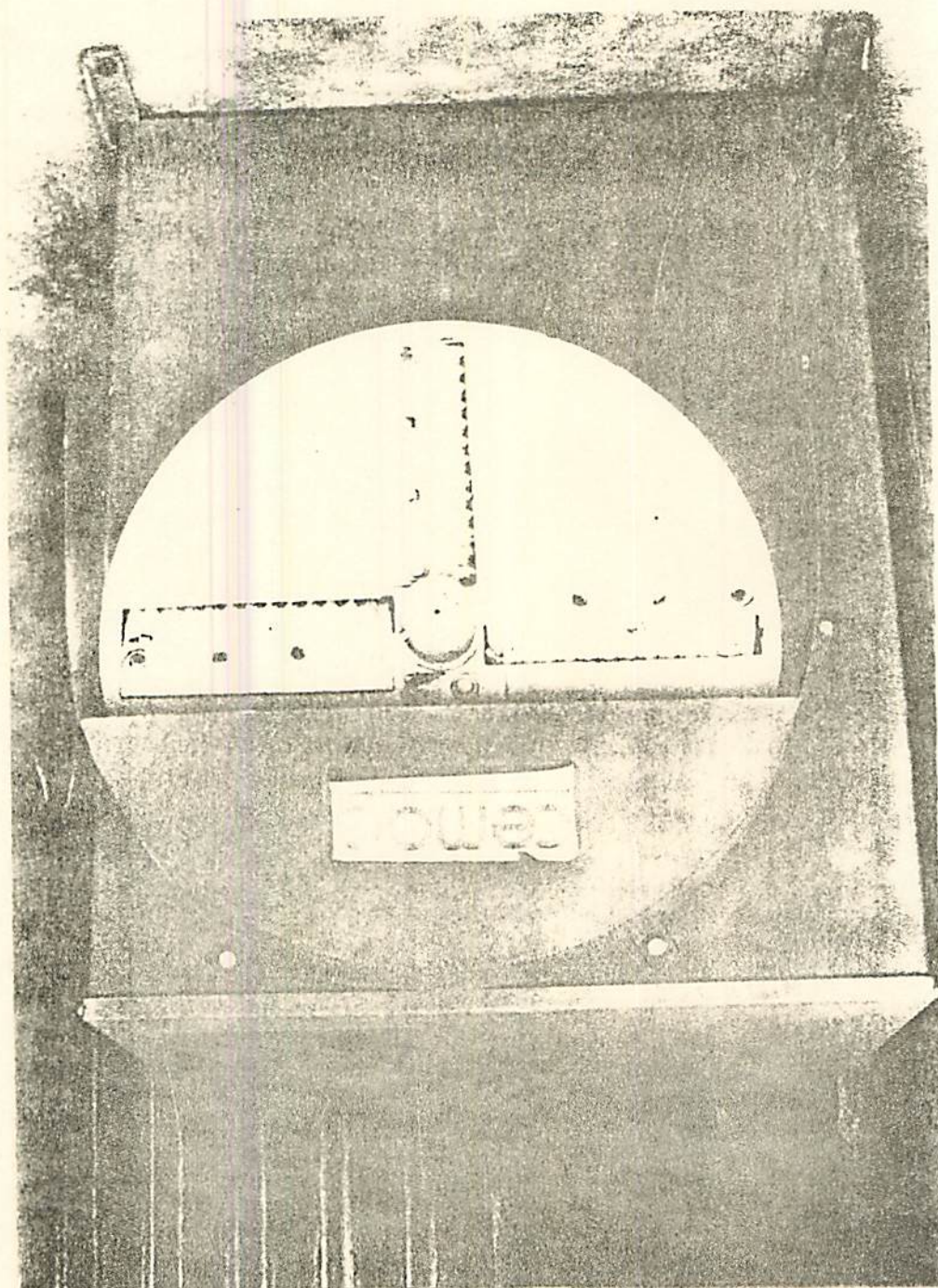
O sistema de corte (Figura 3), é constituído por um disco de ferro com 4 fendas, onde são parafusadas navalhas. As raízes foram colocadas numa moega, onde, por gravidade chegam ao sistema cortador, produzindo raspas frescas de 4 a 5 cm de comprimento, 0,3 a 0,4 cm de espessura e 1 cm de largura.

### 3.4. Secagem das raspas

Para cada cultivar pesou-se 2,5 kg de raspas, as quais foram colocadas em 3 bandejas de metal, com uma carga de 10 kg/m<sup>2</sup>, e colocadas para secar ao sol. Antes de começar a secagem, foram retiradas amostras para análise de umidade inicial.

As bandejas foram colocadas com uma inclinação de 20 graus em relação ao solo, a 1 m de altura, sobre cavaletes de madeira, distantes 30 cm umas das outras.

FIGURA 2 - Picador de raízes de mandioca tipo Tailandês.





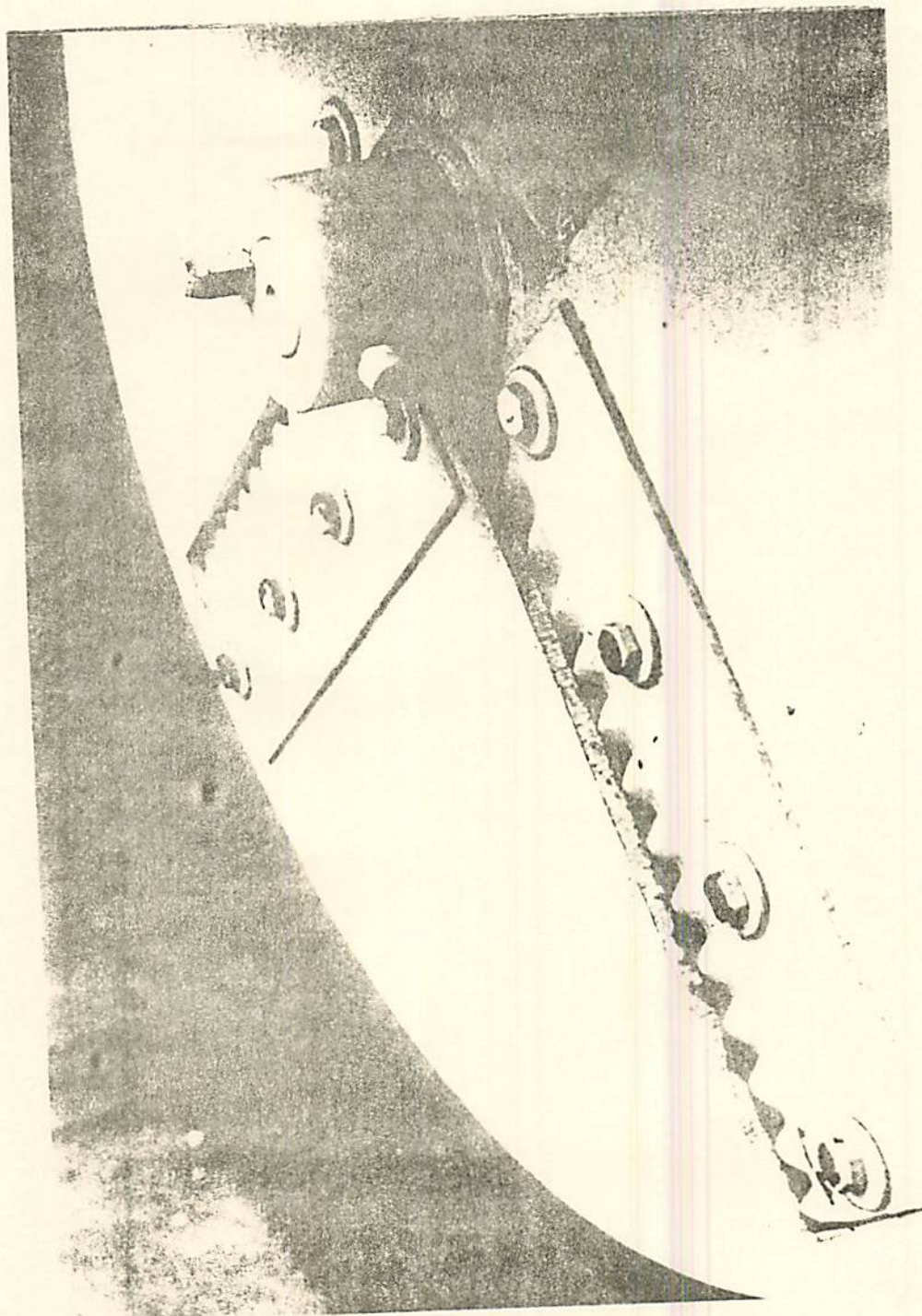


FIGURA 3 - Detalhe das navalhas do picador de raízes tipo  
Tailandês.

A secagem da 1ª colheita iniciou-se às 16:00 hs e as demais às 12:00 hs. Durante a secagem as raspas eram revolvidas nas bandejas e pesadas a cada duas horas. À noite, as bandejas eram colocadas em local coberto e ventilado.

Às 7:00 hs da manhã seguinte as bandejas eram pesadas, as raspas revolvidas e novamente colocadas a secar ao sol. Esse trabalho continuou até que as raspas alcançaram níveis de aproximadamente 10% de umidade, quando foram guardadas em sacos de polietileno e colocadas em freezer. Parte dessas raspas foi posteriormente moída em moinho marca WILEY, movimentado por motor de 1760 rpm, para se procederem as análises químicas.

Usando os valores de umidade inicial e os pesos durante a secagem, foram calculados os teores de umidade para elaboração das curvas de secagem.

### 3.5. Análises

As análises foram feitas nos laboratórios do Departamento de Ciência dos Alimentos da ESAL, utilizando-se técnicas testadas e padronizadas nas condições laboratoriais existentes, excetuando as análises de HCN, que foram feitas na Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu, da Universidade Estadual Paulista.



### 3.5.1. Umidade

Foi determinada por secagem em estufa a 105°C, até peso constante (AACC, 1976).

### 3.5.2. Proteína

Foi determinado o teor de nitrogênio utilizando-se Micro-Kjeldahl, conforme a AOAC (1970). O teor de proteína bruta foi calculado utilizando-se o fator de conversão 6,25.

### 3.5.3. Gordura

A determinação do extrato etéreo foi feita após extração com éter de petróleo em extrator contínuo de Soxhlet, de acordo com AOAC (1970).

### 3.5.4. Cinzas

Determinada por incineração do material em mufla a 550°C, sendo método da AOAC (1970).

### 3.5.5. Fibras

A determinação foi feita segundo a metodologia de VAN DE KAMER & VAN GINKEL (1952).

### 3.5.6. Amido

Segundo método hidrolítico de LANE-ENYON descrito na AOAC (1970) e determinado pelo método colorimétrico de SOMOGY, adaptado por NELSON (1944).

### 3.5.7. Açúcares redutores, não-redutores e totais

Extração pelo método de LANE-ENYON citado na AOAC e identificados pelo método de SOMOGY, adaptado por NELSON (1944).

### 3.5.8. HCN

Determinação feita pelo método de COOKE (1979), adaptado pelo CIAT.



### 3.6. Análise estatística

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, num esquema fatorial com 3 cultivares e 4 épocas de colheita, com 2 repetições.

A análise de variância, o cálculo do coeficiente de correlação, o desdobramento das interações e equação de regressão foram feitos segundo os métodos de PIMENTEL GOMES (1982).

A comparação entre as médias das variedades e épocas de colheita foram calculadas pelo teste de Tukey a níveis de 1 a 5% de probabilidade.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Secagem

As curvas de secagem ao sol para as três cultivares de mandioca, nas quatro épocas de colheita, são apresentadas nas Figuras 4, 5, 6 e 7. Verifica-se que há uma tendência das cultivares apresentarem curvas semelhantes, considerando-se as quatro épocas.

De uma maneira geral, o tempo de secagem das raspas até que se atingisse 12% de umidade para a cultivar Iracema variou de 24 horas (16 meses) a 80 horas (14 meses); para a cultivar Guaxupé este tempo foi de 24 horas (12 meses) a 72 horas (14 meses) e para a cultivar Engana Ladrão o tempo variou de 22 (16 meses) a 80 horas (14 meses), sendo difícil uma comparação entre elas, haja visto que as cultivares apresentavam teores de umidade inicial diferentes (Tabela 1).



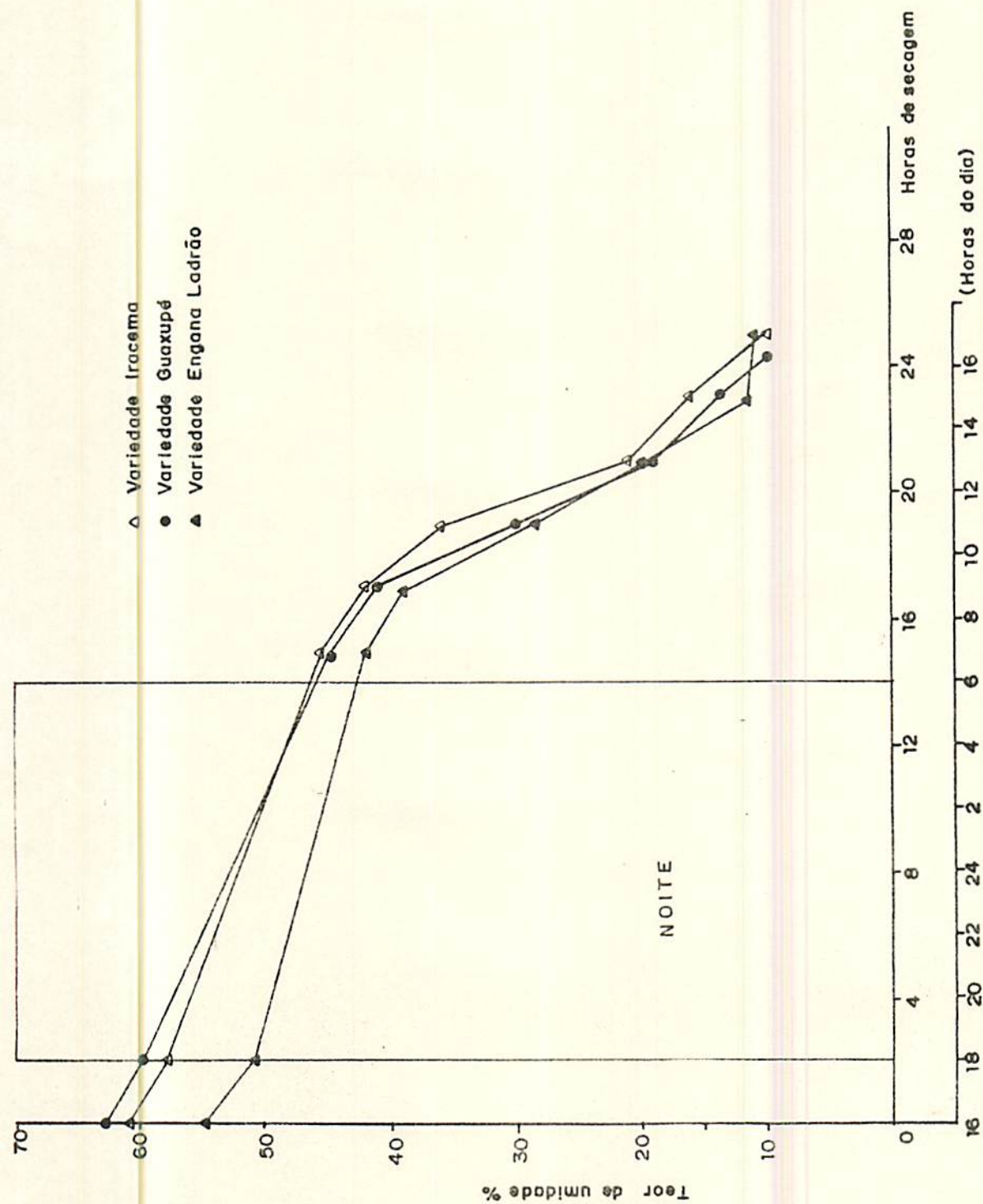


FIGURA 4 - Curvas de secagem de pedaços do cilindro central de três variedades de mandioca em bandejas de metal, colhidas com 12 meses de idade (1ª colheita).

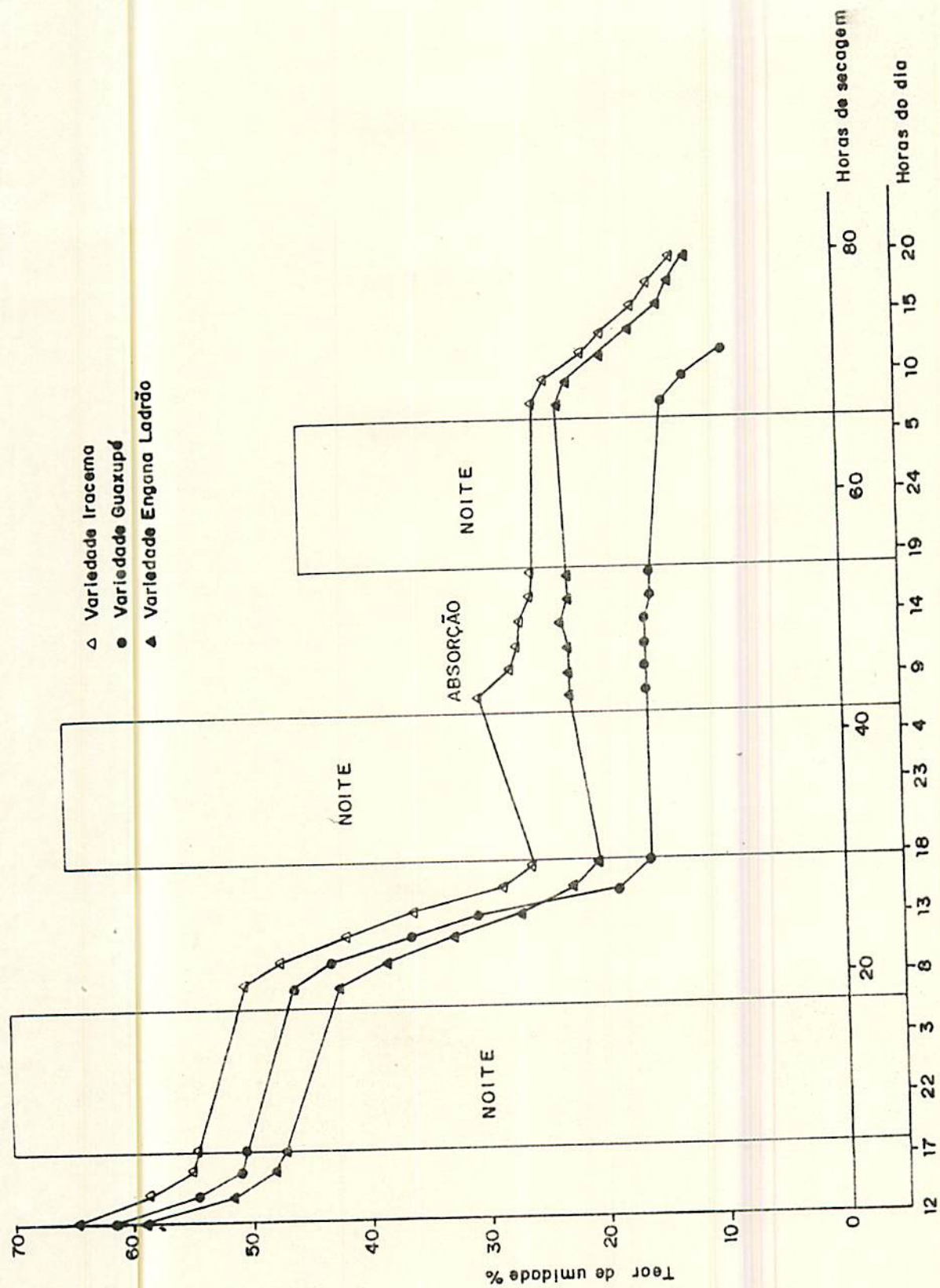


FIGURA 5 - Curvas de secagem de pedaços do cilindro central de três variedades de mandioca em bandejas de metal, colhidas com 14 meses de idade (2ª colheita).



- △ Variedade Iracema
- Variedade Guaxupé
- ▲ Variedade Engana Ladrão

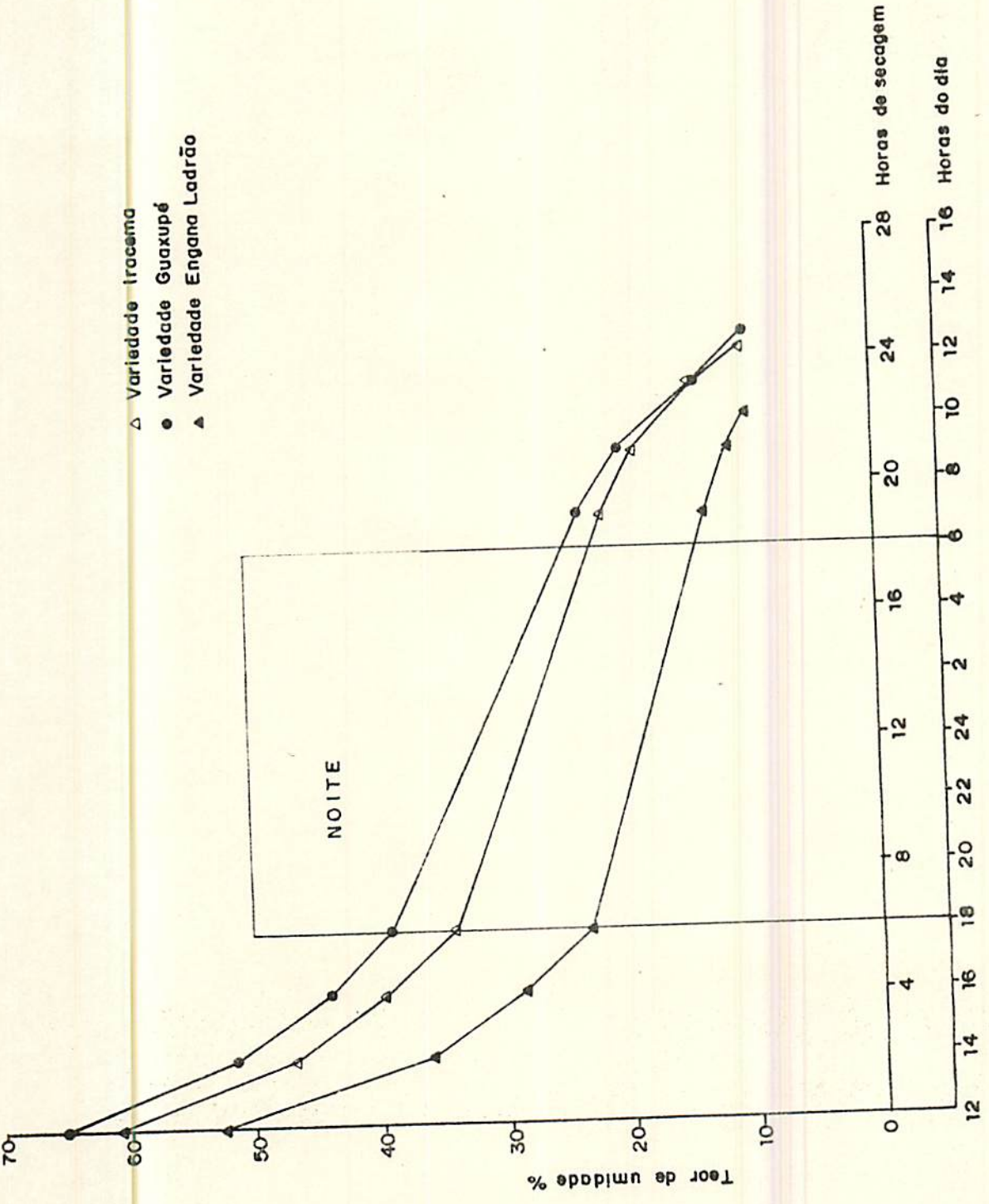


FIGURA 6 - Curvas de secagem de pedaços de mandioca do cilindro central de três variedades de mandioca em bandejas de metal, colhidas com 16 meses de idade (3ª colheita).

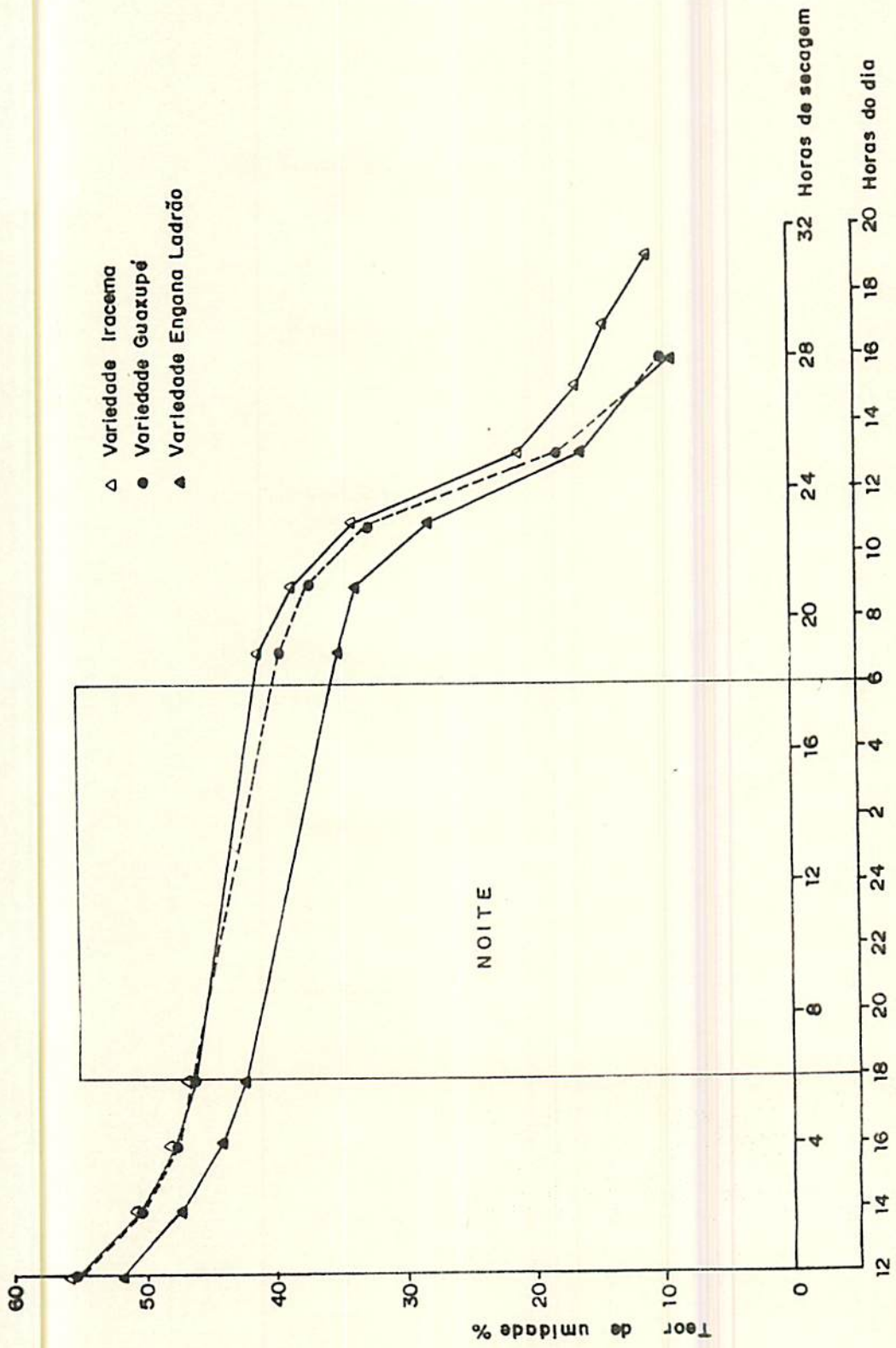


FIGURA 7 - Curvas de secagem de pedaços de mandioca do cilindro central de três variedades de mandioca em bandejas de metal, colhidas aos 18 meses de idade (4ª colheita).



TABELA 1 - Teores de umidade inicial das diferentes parte da mandioca em base úmida (dados em porcentagem)\*. ESAL, Lavras-MG, 1989/1990.

Variedades	Idade (meses)	Cilindro central	Casca fresca
Iracema	12	61,81	75,20
	14	64,00	74,80
	16	61,06	72,75
	18	55,63	68,45
Guaxupé	12	63,36	77,20
	14	62,15	79,05
	16	64,47	74,50
	18	55,49	72,74
Engana-Ladrão	12	55,74	74,70
	14	58,45	72,50
	16	52,74	64,75
	18	52,53	69,62

Valores médios de 2 repetições.

Através de curvas de secagem e dados meteorológicos (Tabela 2) verifica-se que as variáveis ambientais têm grande efeito no tempo de secagem, principalmente umidade relativa do ar e insolação. Isto pode ser verificado pelos menores tempos de secagem aos 12 e 16 meses, quando as raspas atingiram 12% de umidade entre 20 e 25 horas. Estes períodos apresentaram menores valores de umidade relativa (68 e 67,8% respectivamente) e maior insolação (8,5 e 9,5 h/dia respectivamente). O efeito do vento também pode ser verificado nestes dois períodos (maiores velocidades, Tabela 2), principalmente à noite, observando-se as maiores inclinações das curvas (Figuras 4 e 7).

BEST (1978) relata que a uma temperatura de 27°C, umidade relativa de 59% e velocidade do vento de 1,5 m/s, usando uma carga de 10 kg/m<sup>2</sup>, bandejas inclinadas a 28°, conseguiu secar as raspas em 11 horas, até a umidade de 14%. Já THANH et alii (1978b), usando bandejas inclinadas, relatam secagem em 14 horas à níveis de 14% de umidade, em boas condições climáticas.

#### 4.2. Rendimento

Os resultados de rendimento das diferentes partes em relação à raiz inteira, estão na Tabela 3, a qual mostra que, de uma maneira geral, o rendimento em cilindro central variou de 76,66 (12 meses) a 80,75% (16 meses) para a cultivar Iracema; de 75,33 (12 meses) a 80,00% (16 meses) para a cultivar Guaxupé e



70,00 (12 meses) a 79,55% (16 meses) para a cultivar Engana-Ladrão; quanto ao rendimento em raspas este oscilou de 30,66 (14 meses) a 39,59% (18 meses) para a cultivar Iracema; de 31,36 (12 meses) a 39,00% (18 meses) para a cultivar Guaxupé; e de 35,21 (12 meses) a 42,77% (16 meses) para a cultivar Engana-Ladrão.

TABELA 2 - Condições meteorológicas médias dos dias de secagem para as quatro idades da planta. ESAL, Lavras-MG, 1989/1990.

Condições meteorológicas	12 meses	14 meses	16 meses	18 meses
	23 a 25/10/89	18 a 21/12/89	19 a 20/2/90	23 a 24/4/90
Temperatura (°C)	20,8	20,2	23,1	21,8
Precipitação (mm)	1,8	21,0	0,0	0,0
Umidade relativa (%)	68,0	79,8	67,8	72,0
Insolação (hs/d)	8,5	2,6	9,5	8,9
Velocidade do vento (m/s)	3,5	2,7	4,2	2,0

FONTE: Setor de Bioclimatologia do Departamento de Biologia da ESAL. (Dados coletados na Estação Principal de Lavras, localizada em lat. 21° e 14' sul e long. 45° e 00' W, altitude de 918 m).

Com relação à rendimento de raspas, em função da idade de colheita, observa-se que, de uma maneira geral, para as três cultivares, houve uma tendência de haver maior rendimento quando as raízes foram colhidas com 18 meses do que nas demais idades de colheita.

Comparando-se a Tabela 3 com a Tabela 1 observa-se que o rendimento das raspas, para uma mesma cultivar, foi maior à medida que o teor de umidade inicial do cilindro central era menor.

TABELA 3 - Rendimento de diferentes partes de três cultivares de mandioca em relação à raiz inteira. Dados em porcentagem. ESAL, Lavras - MG, 1989/1990.

Variedade	Idade (meses)	Cilindro central	Raspa (12% de umidade)	Casca úmida	Casca seca
Iracema	12	76,66	33,27	23,33	4,33
	14	77,41	30,66	22,59	5,78
	16	80,75	35,73	19,25	6,52
	18	78,54	39,59	21,45	7,66
Guaxupé	12	75,33	31,36	24,66	4,50
	14	77,18	33,19	22,82	5,25
	16	80,00	32,30	20,00	4,16
	18	77,08	39,00	22,92	6,85
Engana-Ladrão	12	70,00	35,21	30,00	5,66
	14	75,76	35,77	24,23	5,94
	16	79,55	42,77	20,45	7,30
	18	77,05	41,56	22,95	7,21



A Tabela 3 apresenta também o rendimento de cascas úmidas, sendo que para a cultivar Iracema ele variou de 19,25 (16 meses) e 23,33% (12 meses) para a cultivar Guaxupé de 20,00 (16 meses) e 24,66% (12 meses) e de 20,45 (16 meses) e 30,00% (12 meses) para a cultivar Engana-Ladrão. No geral, o rendimento de casca úmida foi menor aos 16 meses para as três cultivares. Já o rendimento de casca seca variou de 4,16% (cultivar Guaxupé) (16 meses) a 7,66% (cultivar Iracema) (18 meses).

O rendimento das raspas depende de vários fatores como o teor de matéria seca na raiz, tipo de processo utilizado e finalidade do uso, podendo o produto ser obtido da raiz integral, quando se destina a rações, e sem película e entre casca quando se destina ao consumo humano. O rendimento de raspas, no último caso, varia normalmente entre 30 e 40% (VILELA, 1987). Os valores obtidos nesse trabalho estão na faixa dos valores citados, sobressaindo-se a cultivar Engana-Ladrão.

#### 4.3. Composição química das raspas

Os teores de cinza das raspas são dados na Tabela 4. A análise de variância (Anexo 1) mostrou diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) entre as cultivares e entre as idades de colheita. A interação variedade x idade também foi significativa e o desdobramento da interação é mostrada no Anexo 2. A Figura 8 mostra as curvas de regressão desta característica para as três

cultivares em função das diferentes épocas de colheita, onde observa-se comportamentos diferentes, sendo que na cultivar Iracema os teores de cinzas nas raspas decresceram linearmente com a idade. A variedade Guaxupé apresentou ponto de mínimo de 1,03% aos 12,8 meses e um ponto de máximo de 1,23% aos 16,2 meses. A variedade Engana-Ladrão mostrou seu ponto e máximo de 1,16% aos 14,2 meses e ponto de mínimo de 1,03% aos 17,8 meses (Anexo 3).

TABELA 4 - Médias dos teores de cinza em raspas (% em base a 12% de umidade) de três cultivares de mandioca, colhidas com diferentes idades. ESAL, Lavras-MG, 1989/1990.

Variedade	Idades de colheita (meses)				Média
	12	14	16	18	
Iracema	1,07 a C	0,99 a BC	0,88 a AB	0,85 a A	0,95 a
Guaxupé	1,07 a A	1,09 ab A	1,23 c B	1,00 b A	1,10 b
Engana-Ladrão	1,02 a A	1,21 b B	1,09 b AB	1,03 b A	1,09 b
Médias	1,05 B	1,10 B	1,07 B	0,96 A	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na mesma coluna e maiúscula na mesma linha, não diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.



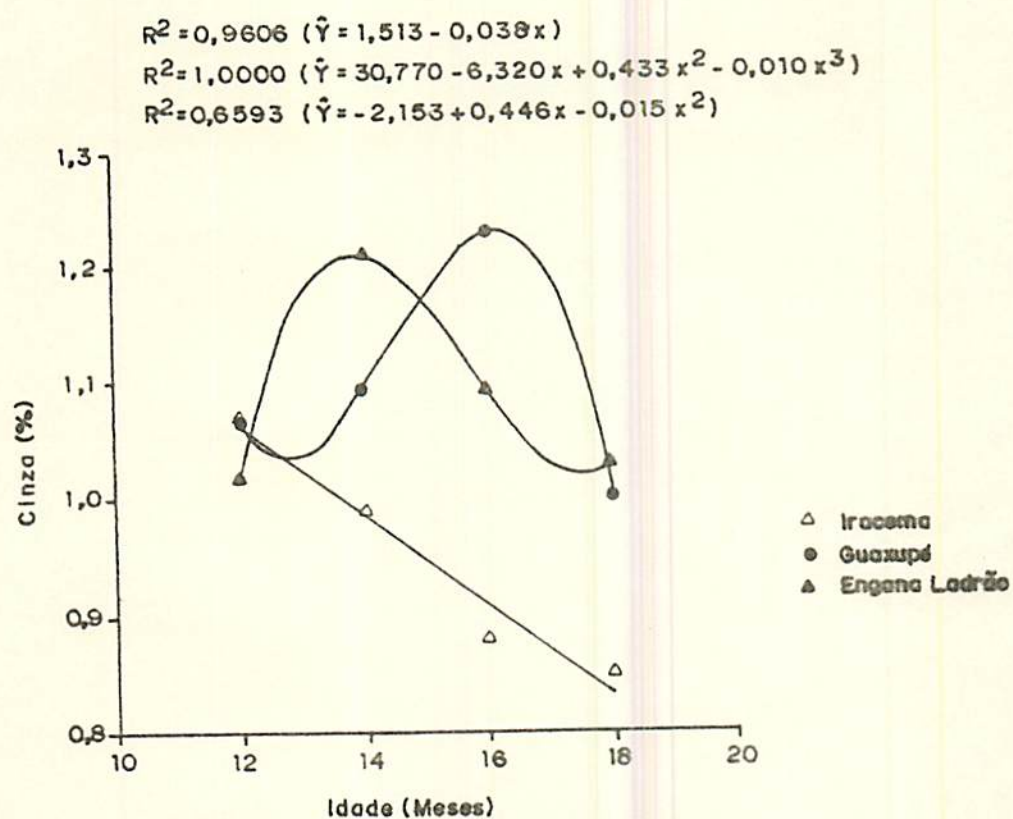


FIGURA 8 - Curvas de regressão para teores de cinzas nas raspas, em função das idades de colheita, de três cultivares de mandioca. ESAL, Lavras-MG, 1991.

Pela Tabela 4, observa-se que, aos 12 meses de idade da colheita, não houve diferenças significativas entre cultivares, enquanto que nas demais idades o teor de cinza da cultivar Iracema foi menor que o da cultivar Guaxupé e Engana-Ladrão. Verifica-se ainda que para a cultivar Iracema o teor de cinza variou de 0,85% (18 meses) a 1,07% (12 meses); para a cultivar Guaxupé ele variou de 1,00% (18 meses) e 1,23% (16 meses) e para a cultivar Engana-Ladrão de 1,02% (12 meses) a 1,21% (14 meses).

GOMEZ & BEST (1983) citam como resultados normais para cinzas em raspas de raízes inteiras, teores variando entre 1,8 e 3,0%, em base úmida. Resultados obtidos por pesquisadores do CIAT (1981), citam teores de cinzas em raspas de mandioca variando entre 2,28 e 2,59%. Os teores obtidos desse trabalho estão bem abaixo dos valores citados, o que pode significar raspas mais brancas, quando comparados com os citados.

Os teores de cinza são indicadores de contaminação, impurezas e, em geral, teores mais altos de cinza em farinhas, coincidem com produtos mais escuros. A título de ilustração apresentamos nas Figuras 9 e 10 as raspas e os seus produtos moidos em comparação com uma farinha de trigo. Nota-se a olho nu, não haver diferença na coloração das farinhas de rapa em relação à farinha de trigo.



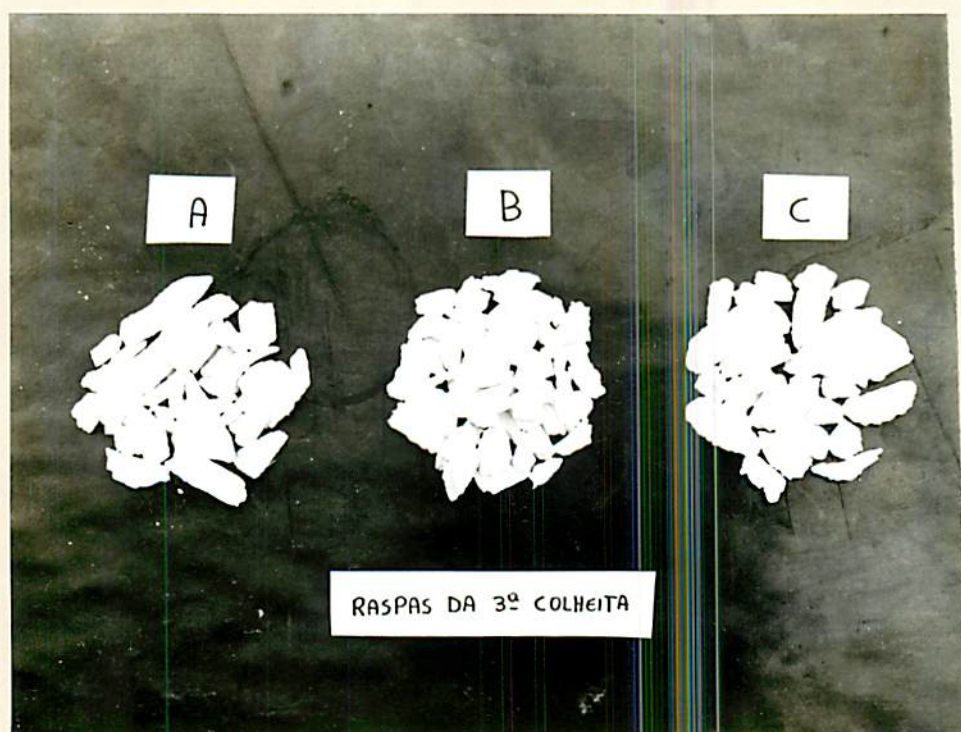


FIGURA 9 - Fotografia das raspas da 3ª colheita (16 meses) (tamanho médio de 1,9 x 0,9 x 0,4 cm).

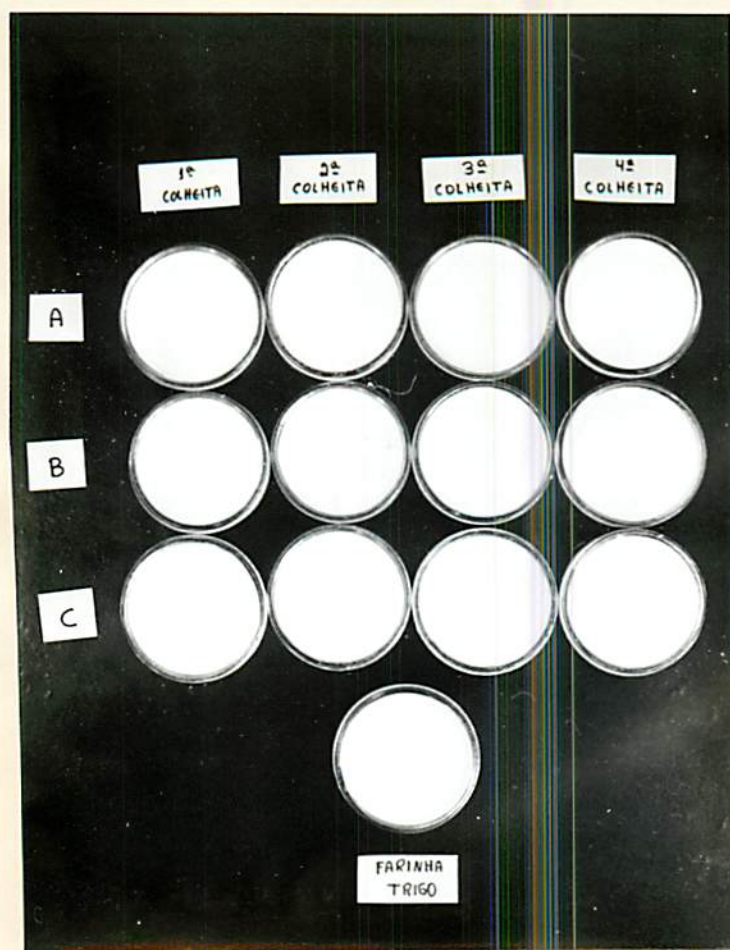


FIGURA 10 - Fotografia das farinhas de raspas em comparação com farinha de trigo. A - Iracema; B - Guaxupé; C - Engana-Ladrão.



Os teores de gordura são apresentados na Tabela 5. A análise de variância (Anexo 1) mostrou diferenças significativas entre as variedades ( $P < 0,05$ ) e entre as idades ( $P < 0,01$ ). A interação variedade x idade também foi significativa ( $P < 0,05$ ) e o desdobramento dessa interação é apresentado no Anexo 3. As curvas de regressão dos teores de gordura das cultivares em função da idade estão na Figura 11. Ela mostra comportamento semelhante entre as cultivares Iracema (ponto de máximo de 1,09% aos 14,7 meses) e Guaxupé (ponto de máximo de 1,70 aos 14,8 meses) (Anexo 13). A variedade Engana-Ladrão mostrou comportamento bastante diferente, apresentando um ponto de máximo de 1,55% aos 16,4 meses e de mínimo de 0,59% aos 13,0 meses (Anexo 13).

Pela Tabela 5 pode-se observar que, de modo geral, os teores de gordura nas raspas mostraram-se mais altos aos 16 meses para todas as cultivares. Pode-se observar também que os teores de gordura foram crescentes dos 12 aos 16 meses, decrescendo aos 18 meses. O teste de Tukey mostrou que não houve diferença significativa entre as cultivares aos 12 e 18 meses de idade.

Pesquisadores do CIAT (1981) relatam teores de gordura em raspas de mandiocas inteiras variando entre 0,98 e 1,42% (MS).

TABELA 5 - Médias dos teores de gordura em raspas (% em base à 12% de umidade de três cultivares de mandioca, colhidas com diferentes idades. ESAL, Lavras - MG, 1989/1990.

Variedades	Idades de colheita (meses)				Média
	12	14	16	18	
Iracema	0,81 a BC	0,98 ab AB	1,11 b A	0,57 a C	0,87 a
Guaxupé	0,93 a AB	1,06 a A	1,21 b A	0,81 a B	1,00 a
Engana-Ladrão	0,93 a B	0,78 b B	1,51 a A	0,65 a B	0,97 a
Média	0,88 B	0,94 B	1,28 A	0,68 C	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na mesma coluna e maiúscula na mesma linha, não diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.



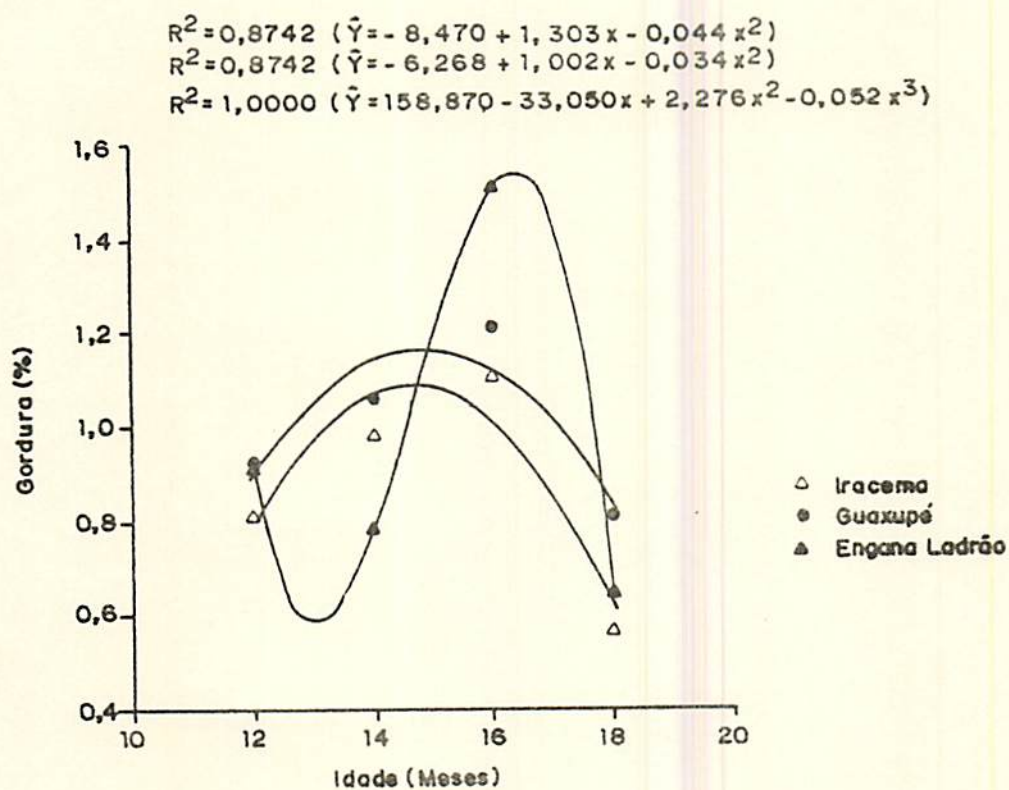


FIGURA 11 - Curvas de regressão para os teores de gordura nas raspas, em função das idades de colheitas, de três cultivares de mandioca. ESAL, Lavras-MG, 1991.

Os resultados obtidos para os teores de fibra das raspas são mostrados na Tabela 6. A análise de variância (Anexo 1) mostrou diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) entre as cultivares e entre as idades. A interação cultivar x idade também foi significativa ( $P < 0,05$ ) e o desdobramento dessa interação é mostrada no Anexo 4. As curvas de regressão dos teores de fibra para as três cultivares em função da época de colheita são mostradas na Figura 12, onde constata-se comportamentos diferentes, embora todas elas tenham mostrado tendências de decréscimo com a idade. A cultivar Engana-Ladrão mostrou um decréscimo linear em função do aumento da idade de colheita. As equações coeficiente de determinação, máximo, mínimo e ponto de inflexão estão no Anexo 13.

Pela Tabela 6 nota-se que os teores de fibra não foram estatisticamente diferentes aos 18 meses para as três cultivares estudadas. Dos 12 e 16 meses as cultivares Iracema e Guaxupé apresentaram maiores teores de fibras nas raspas do que a cultivar Engana-Ladrão.

Neste trabalho, os teores de fibra variaram para a cultivar Iracema de 0,72 a 2,01%, para a cultivar Guaxupé de 1,01% a 2,07% e para a cultivar Engana-Ladrão de 0,90% a 1,59%.

GOMEZ & BEST (1983) citam como resultados normais de um processo de secagem de raspas, teores de fibra variando entre 2,1 e 5,0%. Os teores obtidos nesse trabalho mostraram teores de fibra variando entre 0,72 e 2,01%, estando abaixo dos resultados normais citados.



TABELA 6 - Médias dos teores de fibra em raspas (% em base à 12% de umidade) de três cultivares de mandioca, colhidas com diferentes idades. ESAL, Lavras - MG, 1989/1990.

Variedades	Idades de colheita (meses)				Média
	12	14	16	18	
Iracema	2,01 a A	1,89 a A	1,57 a A	0,72 a C	1,55 a
Guaxupé	2,07 a A	1,82 a A	1,97 a A	1,01 a C	1,72 a
Engana-Ladrão	1,59 b A	1,14 b AB	1,23 b A	0,90 a B	1,22 c
Média	1,88 A	1,62 AB	1,59 B	0,88 C	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na mesma coluna e maiúscula na mesma linha, não diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Os teores de proteína obtidos nas raspas de mandioca são mostrados na Tabela 7. A análise de variância mostrou diferença significativa ( $P < 0,01$ ) entre as variedades e entre as idades. A interação cultivar x idade foi significativa ( $P < 0,05$ ) e o desdobramento da interação é dado no Anexo 5. As curvas de regressão para os teores de proteína nas três cultivares em função da época de colheita são mostradas na Figura 13, onde pode-se constatar um comportamento semelhante para as cultivares

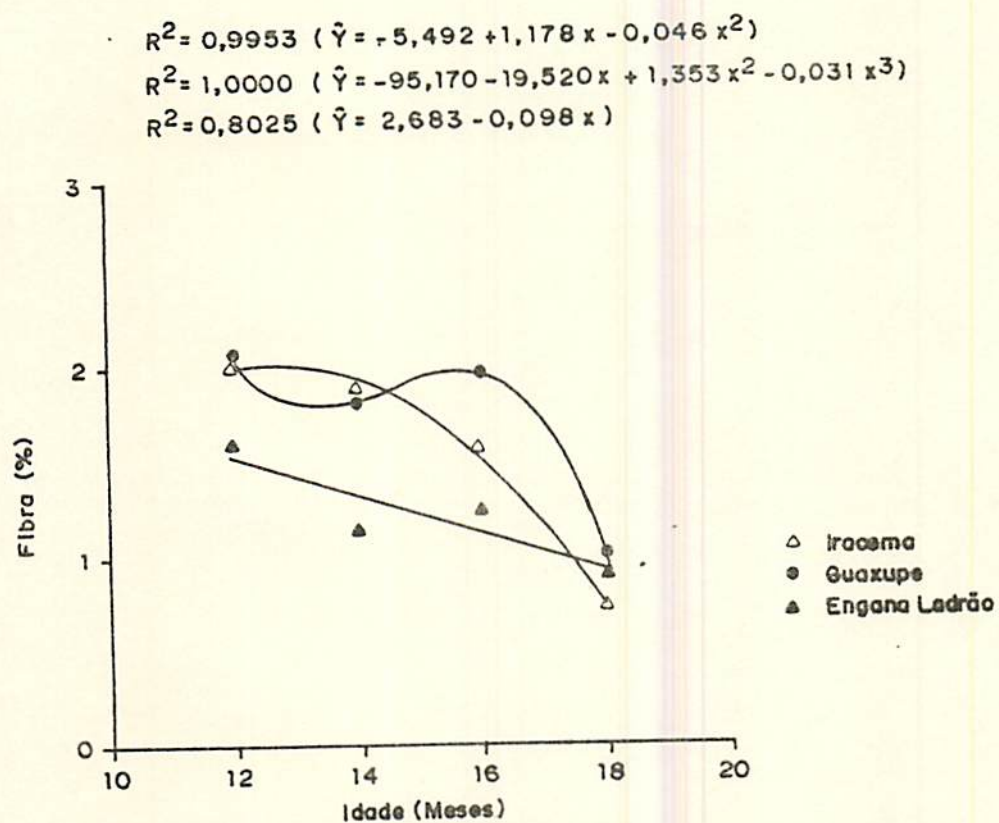


FIGURA 12 - Curvas de regressão para os teores de fibra nas raspas, em função das idades de colheita de três cultivares de mandioca. ESAL, Lavras-MG, 1991.



Guaxupé e Engana-Ladrão, que mostraram decréscimos lineares com a idade de colheita. A cultivar Iracema mostrou comportamento diferente, com ponto de máximo de 3,56% aos 13,3 meses e ponto de mínimo de 2,1% aos 17,2 meses (Anexo 13).

TABELA 7 - Médias dos teores de proteína em raspas (% em base à 12% de umidade) de três cultivares de mandioca, colhidas com diferentes idades. ESAL, Lavras - MG, 1989/1990.

Variedades	Idades de colheita (meses)				Média
	12	14	16	18	
Iracema	2,90 a B	3,45 a A	2,42 a C	2,24 a C	2,76 a
Guaxupé	3,14 a AB	3,21 a A	2,78 a B	2,31 a C	2,86 a
Engana-Ladrão	2,62 b A	2,45 b AB	2,04 b BC	2,00 a C	2,28 c
Média	2,89 A	3,04 A	2,41 B	2,18 C	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na mesma coluna e maiúscula na mesma linha, não diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Pela Tabela 7, observa-se que os teores de proteína variaram entre 2,24% e 3,45% para a cultivar Iracema, entre 2,31% e 3,28% para a cultivar Guaxupé e de 2,00% a 2,62% para a cultivar Engana-Ladrão. Pelo teste de Tukey, as cultivares não apresentaram diferenças significativas aos 18 meses de idade de

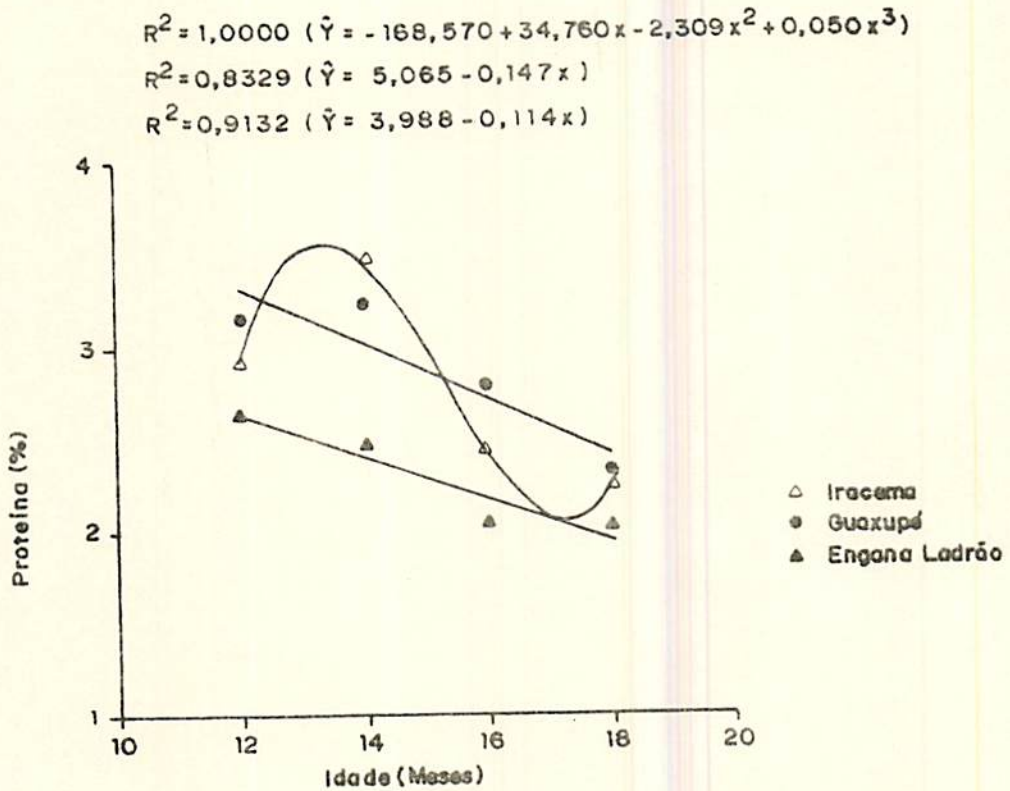


FIGURA 13 - Curvas de regressão para os teores de proteína nas raspas, em função das idades de colheita de três cultivares de mandioca. ESAL, Lavras-MG, 1991.



colheita. As cultivares Iracema e Guaxupé apresentaram os maiores teores de proteína nas raspas aos 14 meses de idade de colheita, respectivamente 3,45 e 3,21%, enquanto a cultivar Engana-Ladrão mostrou o maior teor aos 12 meses (2,62%).

Pesquisadores do CIAT (1981) citam teores de proteína de 2,32 e 3,42% em base seca, para raspas de mandioca inteira de duas cultivares. Os teores encontrados nesse trabalho variaram entre 2,00% e 3,45%, estando dentro dos valores citados, já que os teores de proteína nos cilindros centrais de mandioca são normalmente baixos, quando comparados com outras fontes de carboidratos.

Os teores de amido das raspas são mostrados na Tabela 8. A análise de variância é dada no Anexo 1 e mostra diferenças significativas entre as cultivares ( $P < 0,01$ ) e entre as épocas de colheita ( $< 0,01$ ). A interação cultivar x idade também foi significativa ( $P < 0,01$ ) e o desdobramento da interação é mostrado no Anexo 6. As curvas de regressão para amido das cultivares em função da idade são mostradas na Figura 14, onde observa-se comportamentos semelhantes, obtendo-se pontos de mínimo entre 12,9 e 14 meses de idade e pontos de máximo entre 16 e 18 meses (Anexo 13).

Observando a Tabela 8, constata-se que os teores de amido variaram entre 70,5% e 80,2% para a cultivar Iracema, 67,1% a 79,0% para a cultivar Guaxupé e 75,6 a 82,4% para a cultivar Engana-Ladrão. Aos 12 e 18 meses de idade a cultivar Iracema apresentou maior teor de amido, enquanto que aos 14 e 16 meses de

idade a cultivar Engana-Ladrão se destacou.

GOMEZ & BEST (1983) indicam como resultados normais de amido, num processo de secagem de raspas de mandioca, teores entre 70 e 82%, estando portanto os teores encontrados nesse trabalho, dentro das normas de qualidade, sobressaindo-se a cultivar Engana-Ladrão aos 16 meses com um teor de 82,4%.

TABELA 8 - Médias dos teores de amido nas raspas (% em base à 12% de umidade) de três cultivares de mandioca, colhidas com diferentes idades. ESAL, Lavras - MG, 1989/1990.

Variedades	Idades de colheita (meses)				Média
	12	14	16	18	
Iracema	80,2 a A	70,5 b C	75,7 c B	79,4 a A	76,4 a
Guaxupé	73,4 b B	67,1 c C	79,0 b A	68,9 c C	72,1 c
Engana-Ladrão	75,7 b B	75,6 a B	82,4 a A	75,9 b AB	77,6 a
Média	76,4 B	71,1 A	79,0 A	74,7 B	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na mesma coluna e maiúscula na mesma linha, não diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.



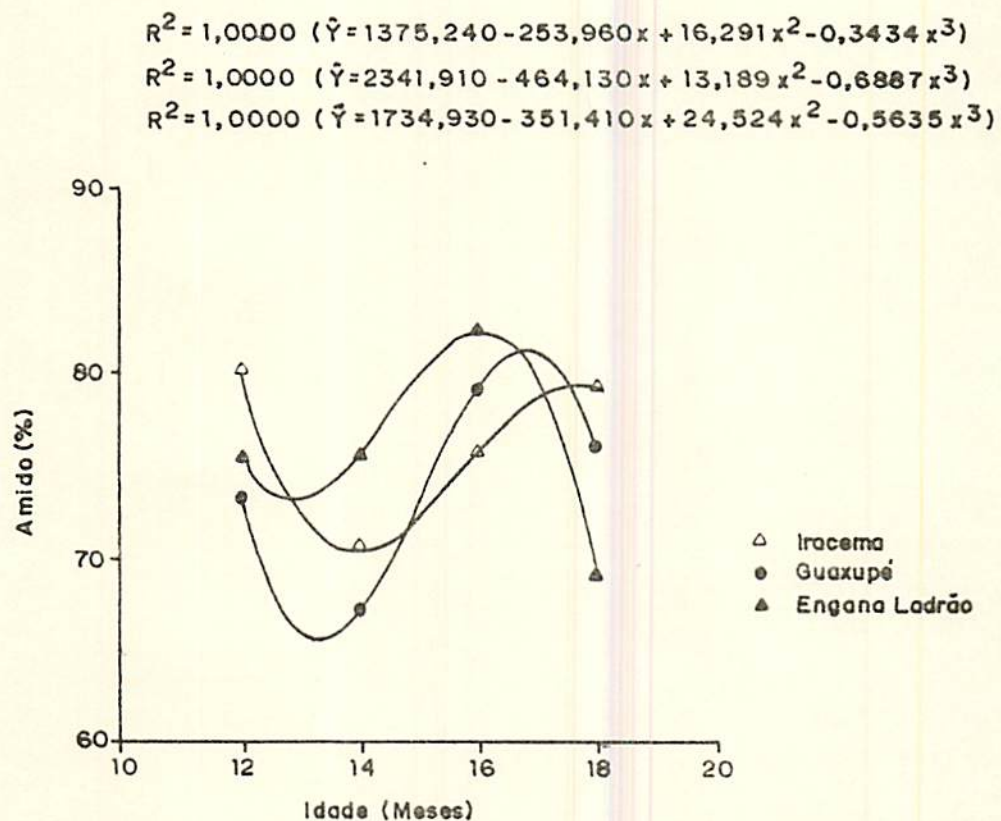


FIGURA 14 - Curvas de regressão para teores de amido nas raspas, em função das idades de colheita, de três cultivares de mandioca. ESAL, Lavras-MG, 1991.

Os teores de açúcares redutores para as três cultivares nas quatro épocas de colheita são dados na Tabela 9. A análise de variância é apresentada no Anexo 1 e mostra diferenças significativas entre as cultivares e entre as idades ( $P < 0,01$ ). A interação cultivar x idade foi também significativa e o desdobramento dessa interação é dada no Anexo 7. As curvas de regressão dos açúcares redutores em função da época de colheita são mostradas na Figura 15, onde observa-se comportamentos semelhantes para as cultivares Iracema e Engana Ladrão dos 12 aos 16 meses, quando apresentaram pontos de máximo de 0,62% (14,1 meses) e 0,49% (13,7 meses), observando-se também decréscimos dos 14 aos 18 meses. A curva de açúcares redutores para a variedade Guaxupé comportou-se diferentemente, obtendo um ponto de mínimo de 0,49% aos 13,5 meses e de máximo de 0,69% aos 16,1 meses (Anexo 14).

Pela Tabela 9 observa-se que os teores de açúcares redutores nas raspas variaram de 0,33% a 0,61% para a cultivar Iracema, 0,24% e 0,75% para a cultivar Guaxupé e de 0,17% a 0,39% para a cultivar Engana-Ladrão. Pelo teste de Tukey constata-se diferenças significativas entre cultivares nas quatro idades de colheita. A cultivar Engana-Ladrão foi a que apresentou menores teores de açúcares redutores em todas as idades de colheita.



TABELA 9 - Médias dos teores de açúcares redutores nas raspas (% em base à 12% de umidade) de três cultivares de mandioca, colhidas com diferentes idades. ESAL, Lavras - MG, 1989/1990.

Variedades	Idades de colheita (meses)				Média
	12	14	16	18	
Iracema	0,57 b B	0,61 a A	0,54 b C	0,33 a D	0,51 a
Guaxupé	0,75 a A	0,51 b C	0,69 a B	0,24 b D	0,55 a
Engana-Ladrão	0,34 c B	0,39 c A	0,24 c C	0,17 c D	0,29 c
Média	0,56 A	0,50 B	0,49 B	0,25 C	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na mesma coluna e maiúscula na mesma linha, não diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Os resultados das análises de açúcares não redutores são mostrados na Tabela 10. A análise de variância (Anexo 1) mostrou diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) entre as cultivares e entre idades. A interação cultivar x idade foi também significativa ( $P < 0,01$ ) e o desdobramento da interação está no Anexo 8. As curvas de regressão para açúcares não redutores estão na Figura 16, que mostram comportamentos semelhantes para as três cultivares. Os pontos de mínimo estão entre 12,5 e 13,5 meses e os pontos de máximo entre 16,1 e 16,3 meses. (Anexo 14).

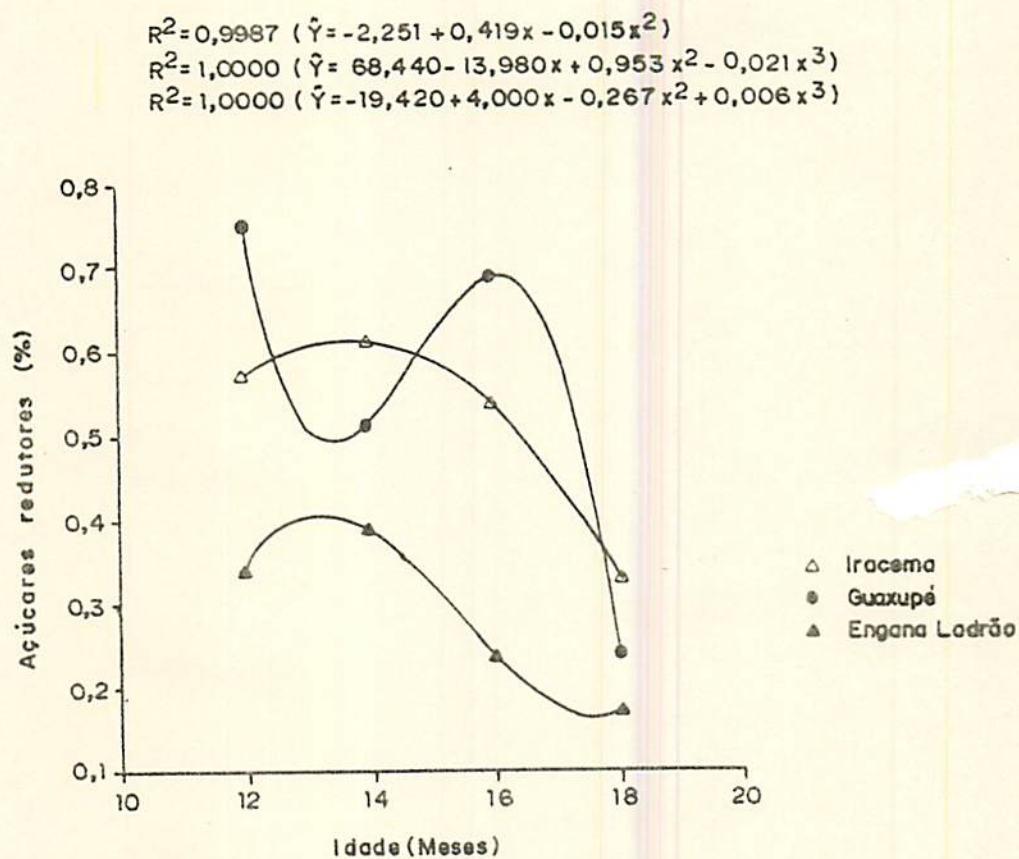


FIGURA 15 - Curvas de regressão para teores de açúcares redutores nas raspas, em função das idades de colheita, de três cultivares de mandioca. ESAL, Lavras-MG, 1991.



Pela Tabela 10 constata-se que os teores de açúcares não redutores variaram entre 2,76% e 3,51% para a cultivar Iracema, 2,09% e 3,59% para a cultivar Guaxupé e entre 1,59% e 2,18% para a cultivar Engana-Ladrão. Observa-se também que a cultivar Engana-Ladrão foi a que teve os menores valores em relação às outras cultivares, em todas as idades de colheita. Todas as cultivares apresentaram aos maiores teores aos 16 meses de idade.

TABELA 10 - Médias dos teores de açúcares não redutores em raspas (% em base à 12% de umidade) de três cultivares de mandioca, colhidas com diferentes idades. ESAL, Lavras - MG, 1989/1990.

Variedades	Idades de colheita (meses)				Média
	12	14	16	18	
Iracema	2,88 b B	2,99 a B	3,51 a A	2,76 a B	3,04 a
Guaxupé	3,50 a A	2,96 a B	3,59 a A	2,09 b C	3,03 a
Engana-Ladrão	2,18 c A	1,80 b BC	2,18 b A	1,59 c C	1,94 b
Média	2,86 B	2,59 C	3,09 A	2,14 D	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na mesma coluna e maiúscula na mesma linha, não diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

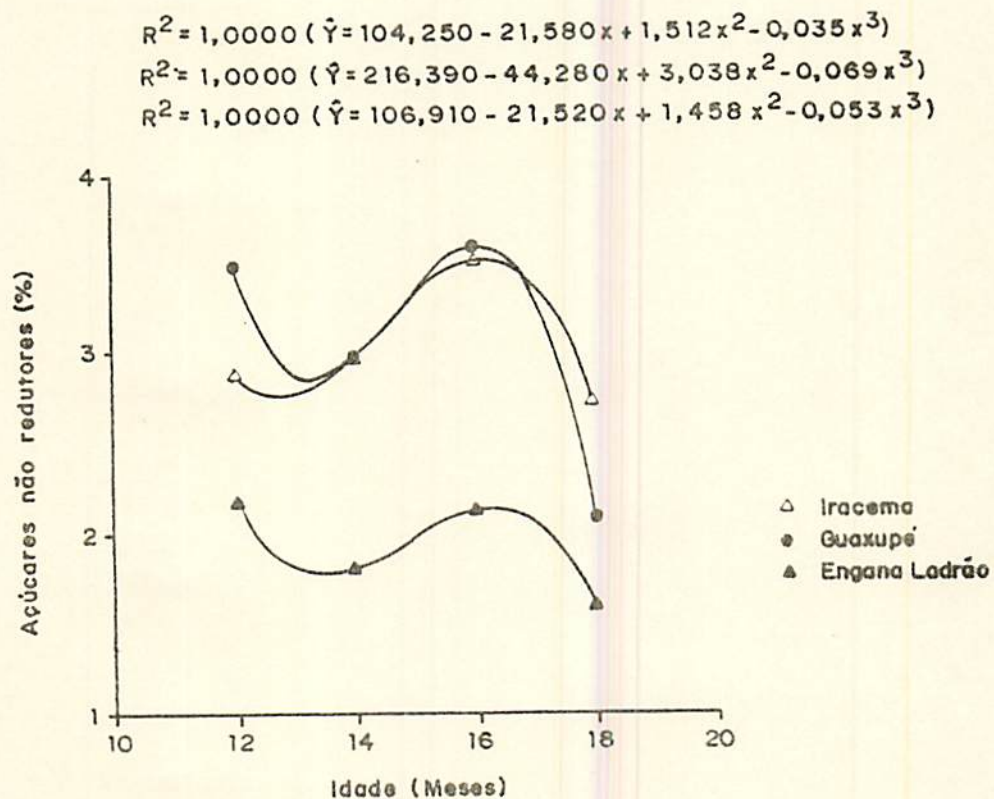


FIGURA 16 - Curvas de regressão para teores de açúcares não redutores nas raspas, em função das idades de colheita, de três cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). ESAL, Lavras-MG 1991.



Os resultados relativos aos teores de açúcares totais estão expressos na Tabela 11. A análise de variância é mostrada no Anexo 1, onde observa-se haver diferenças significativas entre as cultivares e entre as idades ( $P < 0,01$ ). A interação cultivar x idade foi também significativa e o desdobramento dessa interação está no Anexo 9. As curvas de regressão para açúcares totais em função das idades de colheita estão na Figura 17, mostrando comportamentos semelhantes às curvas para açúcares não redutores (Figura 16), possuindo pontos de mínimo entre 12,8 e 13,4 meses de idade, sendo que as cultivares Iracema, Guaxupé e Engana-Ladrão apresentaram, respectivamente, teores de 2,06, 2,22 e 1,29%. Os pontos de máximo apareceram entre 16,2 e 16,5 meses sendo, respectivamente, 2,85, 2,85 e 1,83% (Anexo 14).

Pela Tabela 11 observa-se que os teores de açúcares totais variaram de 2,69 a 2,82% para a cultivar Iracema, 1,97 a 2,84% para a cultivar Guaxupé e de 1,34% a 1,79% para a cultivar Engana-Ladrão. O teste de Tukey mostrou que a cultivar Engana-Ladrão foi a que apresentou os menores teores em todas as idades de colheita.

TABELA 11 - Médias dos teores de açúcares totais em raspas (% em base à 12% de umidade) de três cultivares de mandioca, colhidas com diferentes idades. ESAL, Lavras - MG, 1989/1990.

Variedades	Idades de colheita (meses)				Média
	12	14	16	18	
Iracema	2,19 b B	2,27 a B	2,82 a A	2,31 a B	2,39 a
Guaxupé	2,62 a A	2,33 a B	2,84 a A	1,97 b C	2,43 a
Engana-Ladrão	1,75 c A	1,34 b B	1,79 b A	1,35 c B	1,55 b
Média	2,18 B	1,98 C	2,48 A	1,87 C	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na mesma coluna e maiúscula na mesma linha, não diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.



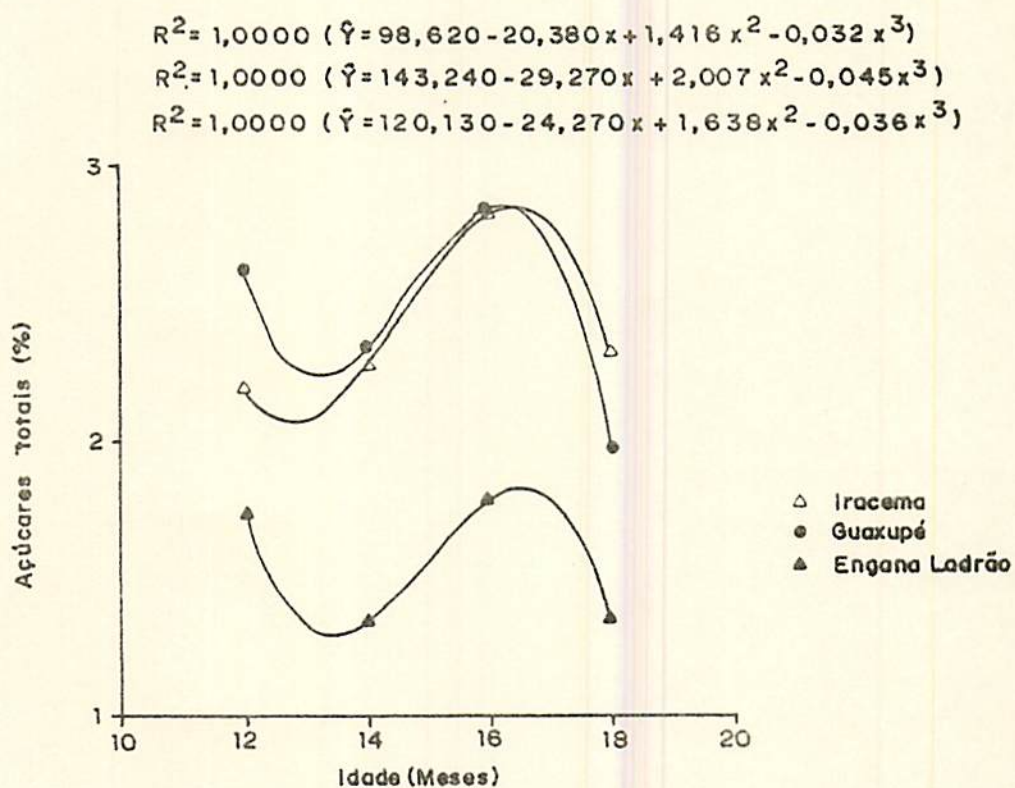


FIGURA 17 - Curvas de regressão para teores de açúcares totais nas raspas, em função das idades das colheitas, de três cultivares de mandioca. ESAL, Lavras-MG, 1991.

#### 4.4. Toxidez cianogênica

Os resultados de HCN livre e total das raspas de mandioca, nas diferentes idades de colheita, estão nas Tabelas 12 e 13. As análises de variância (Anexo 10) mostraram ser altamente significativas as diferenças entre as cultivares e idades. As interações cultivares x idades também foram altamente significativas, e, os desdobramentos são mostrados nos Anexos 11 e 12. As curvas de regressão de HCN livre e total são mostradas nas Figuras 18 e 19, onde observa-se comportamentos diferentes para as três cultivares.

Pela Tabela 12 nota-se uma acentuada ação enzimática na cultivar Guaxupé aos 18 meses de idade. Os teores variaram entre 1,12 a 3,42 para a cultivar Iracema; de 1,12 a 12,16% para a cultivar Guaxupé e de 1,00 a 4,94% para a cultivar Engana-Ladrão. Pela mesma tabela nota-se valores muito baixos em todas as cultivares, sendo portanto inteiramente inócuos para animais ou humanos.

Pela Tabela 13 observa-se variações de HCN total entre 7,17 ppm e 14,46 ppm para a cultivar Guaxupé, entre 23,24 ppm e 80,93 ppm para a cultivar Iracema e entre 12,60 ppm e 22,00 para a cultivar Engana-Ladrão. A variedade Guaxupé apresentou os menores teores em todas as idades de colheita, sendo portanto indicada para mesa. Também observa-se nas cultivares Guaxupé e Engana-Ladrão os menores teores de HCN total aos 14 meses (7,17 e 12,60 respectivamente), quando o tempo de secagem foi o maior



(Figura 5). O maior tempo de secagem permite uma maior ação enzimática sobre a linamarina, que é o principal glicosídeo cianogênico da mandioca. A cultivar Iracema, porém, não mostrou o mesmo comportamento das demais e seu menor teor de HCN total foi mostrado aos 18 meses de idade (23,24 ppm), contrariando o mecanismo de hidrólise das raspas, isto é, maior tempo de secagem implica mais eliminação de HCN.

TABELA 12 - Médias dos teores de HCN livre em raspas (ppm em base à 12% de umidade) de três cultivares de mandioca, colhidas com diferentes idades. ESAL, Lavras - MG, 1989/1990.

Variedades	Idades de colheita (meses)				Média
	12	14	16	18	
Iracema	1,26 a A	1,12 a A	3,42 b B	2,39 a AB	2,05 a
Guaxupé	2,39 a A	4,43 b B	1,12 a A	12,16 d D	5,02 a
Engana-Ladrão	4,94 b BC	1,00 a A	6,14 c C	2,27 a A	3,59 b
Média	2,86 AB	2,18 A	3,56 B	5,61 C	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na mesma coluna e maiúscula na mesma linha, não diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

TABELA 13 - Médias dos teores de HCN total em raspas (ppm em base à 12% de umidade) de três cultivares de mandioca, colhidas com diferentes idades. ESAL, Lavras - MG, 1989/1990.

Variedades	Idades de colheita (meses)			
	12	14	16	18
Iracema	80,93 c B	32,65 c A	72,49 d B	23,24 c A
Guaxupé	11,07 a B	7,17 a A	9,74 a A	14,46 b B
Engana-Ladrao	21,08 b B	12,60 b A	22,00 c B	18,50 c B
Média				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na mesma coluna e maiúscula na mesma linha, não diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Os resultados da análise de cianeto confirmaram que de 72,9 a 98,5% do cianeto total nos cilindros centrais está na forma de glicosídeos cianogênicos e cianidrinas e uma pequena proporção de 1,5 a 27,1%, na forma de cianeto livre.



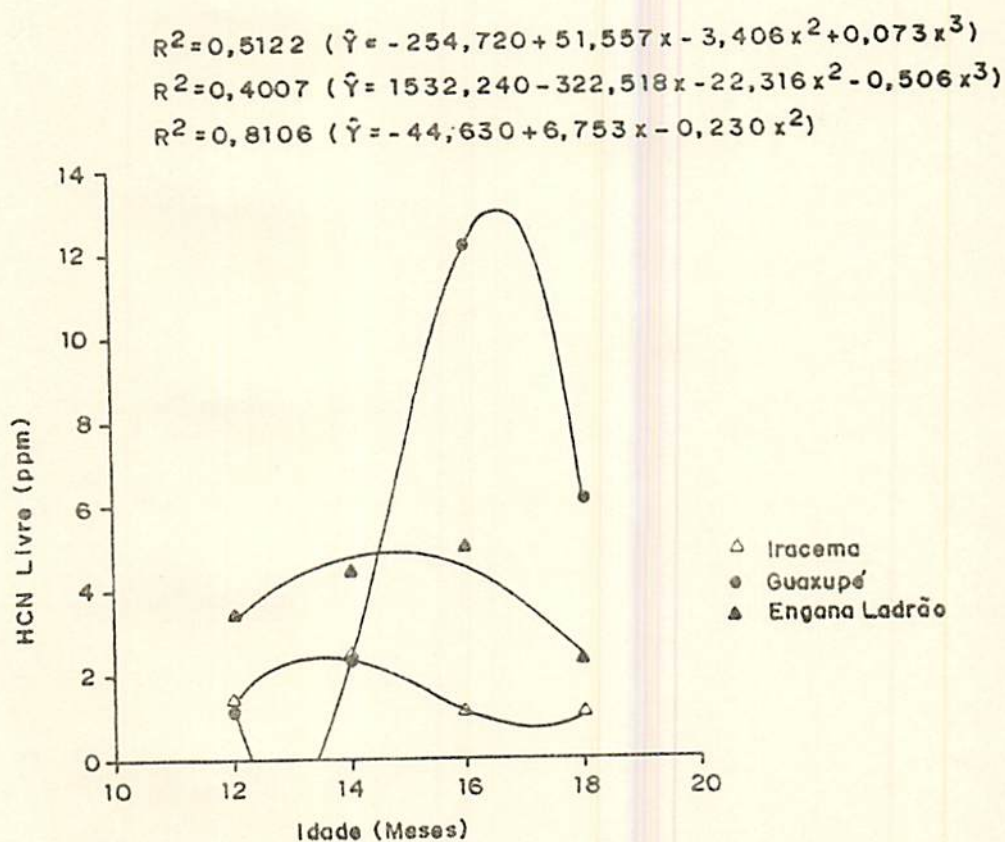


FIGURA 18 - Curvas de regressão para teores de HCN livre nas raspas, em função das idades de colheita, de três cultivares de mandioca. ESAL, Lavras-MG, 1991.

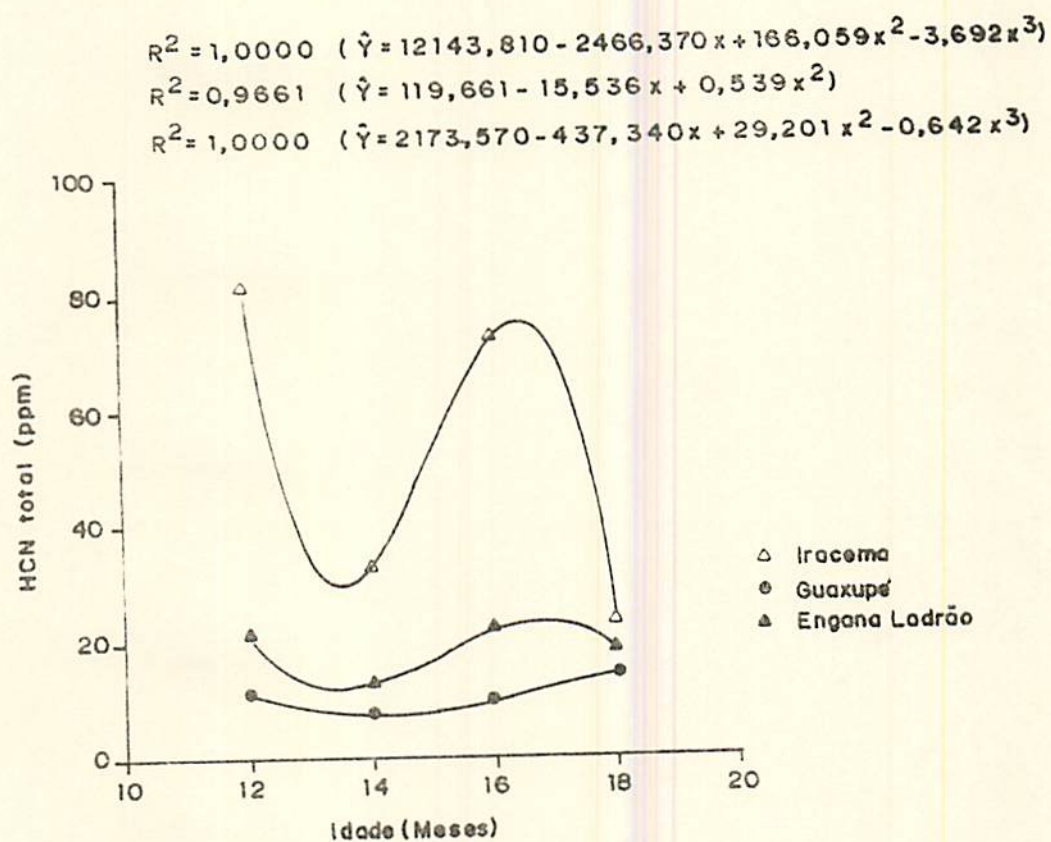


FIGURA 19 - Curvas de regressão entre os teores de HCN total e idade de colheita de raspas de três cultivares de mandioca. ESAL, Lavras-MG, 1991.



## 5. CONCLUSÕES

A umidade relativa do ar e a insolação foram os fatores ambientais que exerceram maiores efeitos na secagem das raspas de mandioca.

O rendimento das raspas, para uma mesma cultivar, foi maior à medida que o teor de umidade inicial do cilindro central era menor.

De um modo geral, a maioria dos componentes analisados nas raspas mostrou comportamento variável, não apresentando aumentos ou decréscimos constantes com a idade de colheita das raízes, exceção feita para teores de fibra e proteína que apresentaram decréscimos com a idade e para açúcares não redutores e totais que mostraram comportamentos semelhantes nas três cultivares em todas as idades.

Em todas as cultivares as raspas apresentaram teores de cianeto livre e total abaixo de 100 ppm. A cultivar Guaxupé mostrou os menores teores em todas as idades.

## 6. RESUMO

No presente trabalho verificou-se a influência da cultivar e da idade de colheita na produção e composição química de raspas de mandioca (cultivares Iracema, Guaxupé e Engana-Ladrão). Avaliou-se o tempo de secagem, o rendimento, constituintes químicos e a toxidez cianogênica. As raízes foram colhidas na parte da manhã, no recinto da Escola Superior de Agricultura de Lavras, aos 12, 14, 16 e 18 meses de idade, lavadas, separadas as cascas (córtex + película externa) dos cilindros centrais. Estes foram picados em equipamento apropriado e levados para secar em bandejas e metal. Após a secagem, as raspas foram moídas e guardadas em sacos de polietileno para posteriores análises. Os tempos de secagem variaram entre 22 e 80 hs, sendo que a umidade relativa do ar e insolação foram os fatores ambientais que exerceram maiores influências na secagem. O rendimento de raspas para uma mesma cultivar, foi maior à medida que o teor de umidade inicial do cilindro central era menor. De um modo geral, a maioria dos componentes analisados mostrou comportamento variável, não apresentando aumentos ou decréscimos constantes com a idade. Somente os teores de fibra e



proteína em raspas decresceram com a idade. Os teores de cianeto livre e total das raspas mantiveram-se sempre inferiores a 100 ppm e a cultivar Guaxupé foi a de menor teor cianogênico.

## 7. SUMMARY

In this present work, the influence of the cultivar and plant age, production and chemical composition of dehusked root chips of three varieties of cassava (Iracema, Guaxupé and Engana-Ladrão) was studied. Time of drying, production of chips, chemical constituents and cyanogenic toxicity were evaluated. The roots were harvested in the morning at the experimental campus of Escola Superior de Agricultura de Lavras at 12, 14, 16 and 18 months of age. Thus, they were cleaned, washed and peeled separating cortex and this skin from the central cylinder. These were then cut into pieces by an appropriate equipment and taken to a metallic tray dryer. Peels also were cut into pieces and dried in a wire mesh tray dryer. After drying, the chips were ground and were stored in polyethylene bags for future analysis. The drying time varying from 22 to 80 hours. The relative humidity and solar radiation were the meteorological conditions that more influenced in drying chips. The amount of production of chips to some cultivar were biggest, in proportion that. The initial moisture content was decreased. In general, the majority of components analysed showed variable behavior without affirming





any constant increase or decrease with age. But they remained within the standard of quality. Only the fiber protein contents decreased with age. The free and total cyanide content of the chips always was maintained below 100 ppm. Among the three varieties, Guaxupé showed minimum level of cyanide.



## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ALVAREZ, C.A. & DUQUE, C.E. *Cultivo y industrializacion de la yuca (Manihot esculenta Crantz)*. Caldas, Facultad de Agronomia Universidad de Caldas, 1967. 184p.
02. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. *Approved methods of the American Association of Cereal Chemists*. 7.ed. St. Paul, 1976. 256p.
03. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official Methods of Analyses of the Association of Official Analytical Chemists*. 11.ed. Washington, 1970. 1015p.
04. AYRES, J.C. *Manihot: the potential exists for increased use of this tropical plant and its products*. *Food Technology*, Chicago, 26(4):120-38, 1972.

05. BEST, R. Cassava. s.l., Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cassava Information Center, 1979. 24p.
06. ———. Cassava processing for animal seed. In: WEBER, E.J.; COCK, J.H. & CHOVINARD, A. eds. Cassava harvesting and processing. Ottawa, Institute Development Research Center, Ottawa, 1978. p.12-20.
07. CARVALHO, V.D. de. O ácido cianídrico em produtos de mandioca. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 13(145):88-91, jan. 1987.
08. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Almacenamiento de raíces frescas de yuca: guía de estudio. Cali, Colombia, 1983. 35p. (Serie 04SE - 07.05).
09. ———. Cassava utilization. In: ———. Cassava program annual report, 1981. Cali, 1981. p.225-43.
10. CONCEIÇÃO, A.J. Mandioca. São Paulo, Nobel, 1981. p.293-4.
11. CONN, E.E. Cyanogenic glycosides: their occurrence, biosynthesis, and function. In: ———. NESTEL, B. & McINTYRE, R., eds. Chronic cassava toxicity. London, I.D.R.-C., 1973. 163p. (Monography IDRC, 010).

12. COOKE, R.D. Enzymatic assay for determination the cyanide content of cassava and cassava products. Cali, CIAT, 1979. 14p.
13. \_\_\_\_\_ & MADUAGWU, E.N. The effect of simple processing on the cyanid content of cassava chips. *Journal of Food Technology*, Oxford, 13:229-306, 1978.
14. COURSEY, D.G ; MARRIOT, J.; McFARLANE, J.A. & TRIM, D.S. Improvements in field handling, chipping and drying of cassava *Journal of Root Crops*, India, 8(1/2):1-15, 1982.
15. DE BRUJIN, G.H. The cyanogenic character of cassava *Manihot esculenta* Crantz. In: \_\_\_\_\_. NESTEL, B. & MACINTYRE, eds. *Chronic cassava toxicity proceeding of Interdisciplinary workshop*. Ottawa, International Development Research Center, 1973. p.43-8.
16. FAO PRODUCTION YEARBOOK - 1989. Roma, FAO, 1990. v.43, p.141.
17. FERREIRA, D.T.L.; CEREDA, M.P. & FERREIRA, W.A. Avaliação de parâmetros em sistemas de secagem natural de raspas de mandioca. *Revista Brasileira de Mandioca*, Cruz das Almas, 7(2):39-54, dez. 1988.



18. GOMEZ, G. & BEST, R. Secamiento natural de la yuca para la alimentacion animal. Cali, CIAT, 1983. 27p.
19. ——— & VALDEVIESO, M. The effect of variety and plant, age on cyanid content, chemical composition and quality of cassava roots. *Nutrition Reports International*, Los Altos, 27(4):857-65, 1983.
20. ———; ———; DELA CUESTA, D. & KAWANO, K. Cyanid content in whole-root chips of ten cassava cultivar and its reduction by oven drying or sundrying on trays. *Journal of Food Technology*, Oxford, 19(1):97-102, Feb. 1984.
21. HERNANDEZ, E.S. & GUILLEN, J.C. Composition quimica de seis variedades de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en distintas etapas de desarrollo. *Agricultura Técnica en Mexico*, México, 10(10):ene./jun. 1984.
22. LAVIGNE, R. étude sur le séchage du manioc. *Bulletin de Madagascar*, 240:442-556, 1966.
23. MAHMUD, Z. & THANH, N.C. Tapioca chips and pellets. An improved technology. *Agricultura Mecanization in Asia*, Bangkok, 8(2):25-30, 1977.

24. MAINI, S.N.; BALAGOPAL, C. & NAIR, P.G. Cassava chips industry in Kerala. *Indian Farming*, New Delhi, 30(5):13-4, 1981.
25. MANURUNG, F. Technology of cassava chips and pellets processing in Indonesia, Malaya e Thailand. In: INTERNATIONAL DEVELOPMENT RESEARCH CENTER. Cassava processing and storage. Ottawa, 1974. p.89-112.
26. MIRANDA, L.C.G.; COELHO, D.T.; TELES, F.F.F.; SILVEIRA, A.J. & REZENDE, J.L.M. Comparação entre os teores de amido e ácido cianídrico de alguns cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cultivados em Minas Gerais. *Revista Ceres*, Viçosa, 28(160):555-9, nov./dez. 1981.
27. NAMBISAN, B. & SUNDARESAN, S. Effect of processing on the cyanoglucoside content of cassava. *Journal of the Science of Food and Agricultural*, London, 36(11):1197-203, Nov. 1985.
28. NELSON, N.A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. *Journal of Biological Chemistry*, Baltimore, 153:375-80, 1944.



29. OLIVEIRA, H.F. Classificação de cultivares de mandioca quanto a toxicidade das raízes. Rio de Janeiro, EMPARJ, 1982. 4P.
30. PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental, 10.ed. São Paulo, Nobel, 1982. 427p.
31. RAJA, K.C.M.; ABRAHAM, E.; NATHAN, H.S. & MATHEW, A.G. Chemistry and technology of cassava. Indian Food Packer, New Delhi, (3):31-4, May/June 1979.
32. RICKARD, J.E. & COURSEY, D.G. Cassava storage. I. Storage of cassava roots. Tropical Science, London, 23(1):1-32, 1981.
33. ———; MARRIOTTI, J. & GAHAN, P.B. Occlusions in cassava xylem vessels associated with vascular discoloration. Annals of Botany, Colchester, 43(4):523-6, 1979.
34. SCHOLZ, H.K.B.W. Teste sobre armazenamento de raízes entre país em estado natural. In: BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. Departamento de Estudos Econômicos do Nordeste, Pesquisas Tecnológicas sobre Mandioca, Fortaleza, 1972. p.72-9.



35. TELES, F.F.F. Técnicas de liberação do HCN e toxidez cianogênica das mandiocas. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 13(145):18-22, jan. 1987.
36. THANH, N.C.; MUTTAMARA, S. & LOHANI, B.N. Drying techniques for improvements of tapioca chips in Thailand. Thai Journal Agricultural Science, Bangkok, 11:45-55, 1978a.
37. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Technological improvements of Thai tapioca pellets. Thai Journal of Agricultural Science, Bangkok, 11:75-86, Apr. 1978b.
38. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; RAU, B.V.P.C. & BURINTRATI-KUL, S. Optimization of drying and pelleting techniques for tapioca roots. Bangkok, Agron. Institute of Technology/IDRC/IAI, 1979. 119p.
39. VAN DE KAMER, J.B. & VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. Cereal Chemistry, St. Paul, 29-(4):239-51, July 1952.
40. VILELA, E.R. Tecnologia de produção das raspas de mandioca. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 13(145):52-7, jan. 1987.

41. VITTI, P. Industrialização da mandioca. Boletim CTPTA, Campinas, 6:26-33, 1966.
42. YEOH, H.H. & CHEU, M.Y. Research in tapioca - a brief review. Malaysian Agricultural Journal, Kuala Lumpur, 49:-331-43, 1974.
43. ZAPATA, L.E. & RIVEROS, H. Preservacion de la yuca fresca. Tecnologia. Bulletin Institute de Investigaciones Tecno-  
logicas, Bogotá, 20(115):9-20, 1977.

ANEXOS



ANEXO I - Resumo das análises de variância para teores de cinza, gordura, fibra, proteína, amido, glicose, sacarose, açúcares totais de raspas das cultivares de mandioca Iracema, Guaxupé e Engana-Ladrão, colhidas aos 12, 14, 16 e 18 meses de idade.

C.V.	Quadrados médios							
	Cinza (Bu)	Extrato etéreo (Bu)	Fibra (Bu)	Proteína (Bu)	Amido (Bu)	Glicose (Bu)	Sacarose (Bu)	Açúcares totais (Bu)
Cultivar	0,0561**	0,0399*	0,5154**	0,7723**	14,1820**	0,1596**	3,2967**	1,9754**
Idade	0,0206**	0,3735**	1,1134**	0,9626**	66,5417**	0,1133**	0,9620**	0,4335**
C x I	0,0167**	0,0427*	0,0231*	0,0780*	41,9394**	0,0203**	0,1825**	0,0681**
Erro	0,0020	0,0090	0,0231	0,0197	1,2508	0,0002	0,0077	0,0096
C.V. (%)	4,29	10,06	10,17	5,34	1,49	2,88	3,30	4,62

\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

ANEXO 2 - Desdobramento da interação cultivar x idade referente ao teor de cinza (B.U.) de raspas de três cultivares de mandioca, colhidas em diferentes idades.

C.V.	G.L.	Quadrados médios
V : I <sub>1</sub>	2	0,0014 n.s.
V : I <sub>2</sub>	2	0,0243 **
V : I <sub>3</sub>	2	0,6185 **
V : I <sub>4</sub>	2	0,189 **
I : V <sub>1</sub>	3	0,0198 **
I : V <sub>2</sub>	3	0,0194 **
I : V <sub>3</sub>	3	0,0149 **
Erro	12	0,0020

n.s. - não significativo.

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ANEXO 3 - Desdobramento da interação cultivar x idade referente ao teor de gordura (B.U.) de raspas de três cultivares de mandioca, colhidas em diferentes idades.

C.V.	G.L.	Quadrados médios
V : I <sub>1</sub>	2	0,0096 n.s.
V : I <sub>2</sub>	2	0,0412 *
V : I <sub>3</sub>	2	0,0890 **
V : I <sub>4</sub>	2	0,0283 n.s.
I : V <sub>1</sub>	3	0,1085 **
I : V <sub>2</sub>	3	0,0609 **
I : V <sub>3</sub>	3	0,2895 **
Erro	12	0,0090

n.s. - não significativo.

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade.



ANEXO 4 - Desdobramento da interação cultivar x idade referente ao teor de fibra (B.U.) de raspas de três cultivares de mandioca, colhidas em diferentes idades.

C.V.	G.L.	Quadrados médios
V : I <sub>1</sub>	2	0,1368 *
V : I <sub>2</sub>	2	0,3412 **
V : I <sub>3</sub>	2	0,2706 **
V : I <sub>4</sub>	2	0,0431 n.s.
I : V <sub>1</sub>	3	0,6769 **
I : V <sub>2</sub>	3	0,4620 **
I : V <sub>3</sub>	3	0,1587 **
Erro	12	0,0231

n.s. - não significativo.

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ANEXO 5 - Desdobramento da interação cultivar x idade referente ao teor de proteína (B.U.) de raspas de três cultivares de mandioca, colhidas em diferentes idades.

C.V.	G.L.	Quadrados médios
V : I <sub>1</sub>	2	0,1356 *
V : I <sub>2</sub>	2	0,5409 **
V : I <sub>3</sub>	2	0,2797 **
V : I <sub>4</sub>	2	0,0522 n.s.
I : V <sub>1</sub>	3	0,5830 **
I : V <sub>2</sub>	3	0,3459 **
I : V <sub>3</sub>	3	0,189

n.s. - não significativo.

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ANEXO 6 - Desdobramento da interação cultivar x idade referente ao teor de amido (B.U.) de raspas de três cultivares de mandioca, colhidas em diferentes idades.

C.V.	G.L.	Quadrados médios
V : I <sub>1</sub>	2	24,1504 **
V : I <sub>2</sub>	2	36,5664 **
V : I <sub>3</sub>	2	22,0762 **
V : I <sub>4</sub>	2	57,2012 **
I : V <sub>1</sub>	3	0,0039 **
I : V <sub>2</sub>	3	0,0051 **
I : V <sub>3</sub>	3	0,0060 **
Erro	12	1,250

n.s. - não significativo.

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade.



ANEXO 7 - Desdobramento da interação cultivar x idade referente ao teor de açúcares redutores (B.U.) de raspas de três cultivares de mandioca, colhidas em diferentes idades.

C.V.	G.L.	Quadrados médios
V : I <sub>1</sub>	2	0,0806 **
V : I <sub>2</sub>	2	0,0243 **
V : I <sub>3</sub>	2	0,1030 **
V : I <sub>4</sub>	2	0,0128 **
I : V <sub>1</sub>	3	0,0216 **
I : V <sub>2</sub>	3	0,1026 **
I : V <sub>3</sub>	3	0,0191 **
Erro	12	0,0002

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ANEXO 8 - Desdobramento da interação cultivar x idade referente ao teor de açúcares não-redutores (B.U.) de raspas de três cultivares de mandioca, colhidas em diferentes idades.

C.V.	G.L.	Quadrados médios
V : I <sub>1</sub>	2	0,8725 **
V : I <sub>2</sub>	2	0,9249 **
V : I <sub>3</sub>	2	1,3569 **
V : I <sub>4</sub>	2	0,6898 **
I : V <sub>1</sub>	3	0,2169 **
I : V <sub>2</sub>	3	0,9549 **
I : V <sub>3</sub>	3	0,1552 **
Erro	12	0,0077

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ANEXO 9 - Desdobramento da interação cultivar x idade referente ao teor de açúcares totais (B.U.) de raspas de três cultivares de mandioca, colhidas em diferentes idades.

C.V.	G.L.	Quadrados médios
V : I <sub>1</sub>	2	0,3785 **
V : I <sub>2</sub>	2	0,6098 **
V : I <sub>3</sub>	2	0,7177 **
V : I <sub>4</sub>	2	0,4738 **
I : V <sub>1</sub>	3	0,1651 **
I : V <sub>2</sub>	3	0,2836 **
I : V <sub>3</sub>	3	0,1211 **
Erro	12	0,0096

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade



ANEXO 10 - Resumo das análises de variância para teores de HCN livre e total de raspas de mandioca das cultivares Iracema, Guaxupé e Engana-Ladrão, colhidas com 12, 14, 16 e 18 meses de idade.

C.V.	G.L.	Quadrados médios	
		HCN livre	HCN total
Cultivar	2	32,429 **	3926,096 **
Idade	3	18,764 **	666,788 **
C x I	6	16,958 **	512,998 **
Erro	12	0,258	0,381
C.V. (%)		14,31	2,27

\* - significativo ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ANEXO 11 - Desdobramento da interação cultivar x idade referente ao teor de HCN livre (B.U.) de raspas de três cultivares de mandioca, colhidas em diferentes idades.

C.V.	G.L.	Quadrados médios
V : I <sub>1</sub>	2	3,3250 **
V : I <sub>2</sub>	2	2,7740 **
V : I <sub>3</sub>	2	68,8670 **
V : I <sub>4</sub>	2	14,3360 **
I : V <sub>1</sub>	3	0,8206 **
I : V <sub>2</sub>	3	49,0751 **
I : V <sub>3</sub>	3	0,2584 **
Erro	12	0,2584

n.s. - não significativo.

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ANEXO 12 - Desdobramento da interação cultivar x idade referente ao teor de HCN total (B.U.) de raspas de três cultivares de mandioca, colhidas em diferentes idades.

C.V.	G.L.	Quadrados médios
V : 1	2	2853,7822 **
V : 2	2	360,4398 **
V : 3	2	2212,2450 **
V : 4	2	38,6258 **
I : 1	3	1638,4798 **
I : 2	3	18,4195 **
I : 3	3	35,8850 **
Erro		0,3814

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade.



ANEXO 13 - Equações, coeficientes de determinação, ponto de máximo e mínimo e inflexão das equações relativas a constituintes químicas de rasps de três cultivares de mandioca.

Constituintes	Equação de regressão	Coefficiente de determinação	Ponto máximo	Ponto mínimo	Ponto inflexão
<b>Cinza</b>					
Iracema	$\hat{y} = 1,5130 - 0,036x$	0,9606**	-	-	-
Guaxupé	$\hat{y} = 30,770 - 6,320x + 0,433x^2 - 0,010x^3$	1,0000**	1,232 (12,8)	1,030 (16,2)	1,131 (14,5)
Engana-Ladrão	$\hat{y} = -2,153 + 0,446x - 0,015x^2$	0,6593**	1,163 (14,8)	-	-
<b>Gordura</b>					
Iracema	$\hat{y} = -8,470 + 1,303x - 0,044x^2$	0,8742**	1,092 (14,7)	-	-
Guaxupé	$\hat{y} = -6,2680 + 1,002x - 0,034x^2$	0,8742**	1,169 (14,8)	-	-
Engana-Ladrão	$\hat{y} = 158,870 - 33,050x + 2,276x^2 - 0,052x^3$	1,0000**	1,550 (16,4)	0,587 (13,0)	1,069 (14,7)
<b>Fibra</b>					
Iracema	$\hat{y} = -5,492 + 1,178x - 0,046x^2$	0,9953**	2,015 (12,7)	-	-
Guaxupé	$\hat{y} = -95,170 - 19,520x + 1,353x^2 - 0,031x^3$	1,0000**	1,991 (15,4)	1,223 (13,4)	1,610 (14,4)
Engana-Ladrão	$\hat{y} = 2,683 - 0,098x$	0,8025**	-	-	-
<b>Proteína</b>					
Iracema	$\hat{y} = -168,570 + 34,760x - 2,309x^2 + 0,050x^3$	1,0000**	3,562 (13,3)	2,060 (17,2)	2,811 (15,3)
Guaxupé	$\hat{y} = 5,065 - 0,147x$	0,8329**	-	-	-
Engana-Ladrão	$\hat{y} = 3,988 - 0,114x$	0,9132**	-	-	-
<b>Amido</b>					
Iracema	$\hat{y} = 1375,240 - 253,960x + 16,291x^2 - 0,3434x^3$	1,0000**	79,577 (17,7)	70,472 (14,0)	75,024 (15,8)
Guaxupé	$\hat{y} = 2341,910 - 464,130x + 31,189x^2 - 0,68875x^3$	1,0000**	81,431 (16,7)	65,552 (13,3)	73,492 (15,1)
Engana-Ladrão	$\hat{y} = 1734,930 - 351,410x + 24,524x^2 - 0,5635x^3$	1,0000**	82,380 (16,1)	73,098 (12,9)	77,75 (14,5)

Entre parênteses (meses).

ANEXO 14 - Equações, coeficientes de determinação, ponto de máximo e mínimo e inflexão das equações relativas a constituintes químicas de raspas de três cultivares de mandioca.

Constituintes	Equação de regressão	Coefficiente de determinação	Ponto máximo	Ponto mínimo	Ponto inflexão
<b>Açúcares redutores</b>					
Iracema	$\hat{y} = -2,251 + 0,429x - 0,015x^2$	0,9987**	0,617 (13,7)	-	-
Guaxupé	$\hat{y} = 68,44 - 13,98x + 0,953x^2 - 0,021x^3$	1,0000**	0,686 (16,1)	0,490 (13,5)	0,588 (14,8)
Engana-Ladrão	$\hat{y} = -19,42 + 4,00x - 0,267x^2 + 0,006x^3$	1,0000**	0,487 (14,1)	0,078 (12,6)	-0,251 (17,4)
<b>Açúcares não-redutores</b>					
Iracema	$\hat{y} = 104,250 - 21,580x + 1,512x^2 - 0,035x^3$	1,0000**	3,520 (16,2)	2,773 (12,7)	3,146 (14,5)
Guaxupé	$\hat{y} = 216,390 - 44,280x + 3,038x^2 - 0,069x^3$	1,0000**	3,592 (16,1)	2,347 (13,3)	3,220 (14,7)
Engana-Ladrão	$\hat{y} = 106,910 - 21,520x + 1,458x^2 - 0,033x^3$	1,0000**	2,138 (16,3)	1,768 (13,5)	1,953 (14,9)
<b>Açúcares totais</b>					
Iracema (14,6)	$\hat{y} = 98,620 - 20,380x + 1,416x^2$	1,0000**	2,852 (16,4)	2,063 (12,8)	2,458
Guaxupé (14,7)	$\hat{y} = 143,240 - 29,270x + 2,007x^2 - 0,045x^3$	1,0000**	2,847 (16,2)	2,223 (13,2)	2,535
Engana-Ladrão (15,0)	$\hat{y} = 120,130 - 24,270x + 1,638x^2 - 0,036x^3$	1,0000**	1,831 (16,5)	1,292 (13,4)	1,561
<b>HCM livre</b>					
Iracema	$\hat{y} = -254,720 + 51,557x - 3,406x^2 + 0,074x^3$	1,0000	2,479 (13,6)	0,756 (17,1)	(15,5)
Guaxupé	$\hat{y} = 1532,240 - 322,518x + 22,316x^2 - 0,506x^3$	1,0000	12,976 (16,6)	- (12,8)	(14,7)
Engana-Ladrão	$\hat{y} = -44,630 + 6,753x - 0,230x^2$	0,810	4,833 (14,7)	-	-
<b>HCM total</b>					
Iracema	$\hat{y} = 12143,810 - 2466,370x + 166,059x^2 - 3,692x^3$	1,000 **	75,481 (16,4)	29,519 (13,5)	52,500 (15,0)
Guaxupé	$\hat{y} = 119,661 - 15,536x + 0,539x^2$	0,9661**	-	7,738 (14,5)	-
Engana-Ladrão	$\hat{y} = 2173,570 - 437,34x + 29,201x^2 - 0,642x^3$	1,000 **	23,883 (16,8)	11,835 (13,5)	17,859 (15,1)

Entre parênteses (meses).