



1701

APARTADO AEREO 67 13
CABLES CINATROP
CALI COLOMBIA

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL

CIAT
SB
211
.e3
e4
1974
e1



~~CURSO ESPECIAL DE APERFEIÇOAMENTO~~

PARA PESQUISADORES DE MANDIOCA,

4915



AGÔSTO 3 - 31, 1974

29875

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL

(CIAT)

CURSO ESPECIAL DE TREINAMENTO A NÍVEL DE PÓS-GRADUAÇÃO
PARA INVESTIGADORES DE MANDIOCA (MANIHOT ESCULENTA, CRANTZ)

AGOSTO 3-31

PROGRAMADO ESPECIALMENTE PARA O BRASIL

O Centro Internacional de Agricultura Tropical oferece um curso de treinamento a nível de pós-graduação para investigadores de mandioca (Manihot esculenta, Crantz) que se realizará nas instalações do centro, perto de Cali e em áreas adjacentes

Este evento está programado especialmente para aqueles investigadores que trabalham ou vão trabalhar especificamente na solução dos problemas de produção ou em áreas científicas ou disciplinas relacionadas, tais como fitomelhoramento, agronomia, fitopatologia, entomologia, controle de ervas daninhas fisiologia, solos e nutrição, engenharia agrícola, tecnologia de alimentos e economia agrícola

Através do curso será apresentada em forma coordenada a contribuição de cada uma destas disciplinas para o sistema de produção da mandioca, dando ênfase à metodologia da investigação em um esforço da equipe científica. O método de treinamento foi planejado para, em lugar de isolar as diversas disciplinas, muito ao contrário, conduzir a uma perfeita integração dos vários campos científicos com o fim de obter novos conhecimentos e habilidades que permitam produzir exitosamente as plantas, objeto de estudo e experimentação, e trabalhar como parte de uma equipe científica, desenvolvendo e pondo em prática as estratégias de investigação. Além disso, será proporcionada a oportuni-

dade de estudar mais profundamente o ramo ou disciplina que interesse particularmente a cada participante, incluindo a preparação de um projeto específico de investigação

A participação ativa e a interação profissional entre todos os assistentes será promovida a todo momento, procurando sempre o intercâmbio de idéias e experiências

Aproximadamente a metade do tempo será dedicada a conferências e debates, a outra metade se utilizará em atividades de campo, com especial ênfase nos trabalhos próprios da produção e experimentação

OBJETIVOS

A) Do Curso Proporcionar aos participantes oportunidade para

- 1) Interação profissional e intercâmbio de idéias entre investigadores da mandioca
- 2) Refrescar, atualizar e expandir conhecimentos e habilidades sobre o cultivo da mandioca dentro de uma visão multidisciplinária, com fins de experimentação científica dirigida à solução de problemas que impedem o aumento da produção
- 3) Desenvolver estratégias de investigação de campo que possam ser aplicadas ao meio de trabalho

B) Do Treinamento Ao terminar o curso, os participantes deverão estar capacitados para demonstrar

- 1) Uma vasta gama de conhecimentos e habilidades básicas nas disciplinas e áreas científicas relacionadas diretamente com a produção de Manihot esculenta, Crantz, para poder realizar com êxito a experimentação e produção dentro do marco "Sistema de produção"
- 2) Aumento na profundidade de conhecimentos e aptidões dentro da disciplina ou área científica de sua dedicação ou maior interesse

- 3) Compreensão do trabalho de equipe para desenvolver e pôr prática estratégias de investigação sobre mandioca
- 4) Eficiência na revisão e análise da documentação disponível sobre mandioca em uma disciplina ou área científica escolhida
- 5) Aptidão para diagnosticar os problemas de campo (estragos causados por insetos, enfermidades, deficiências nutricionais etc)
- 6) Habilidade para organizar, plantar e manejar experimentos, recolher resultados e reportá-los junto com suas conclusões
- 7) Compreensão do significado econômico dos experimentos e aptidão para analisá-los à luz das relações econômicas

Os conferencistas do CIAT farão suas exposições em espanhol. Quando por alguma exceção seja feita em inglês, se proporcionará tradução simultânea português-espanhol nos debates e conferências.

Todo o material escrito será proporcionado em português com antecipação a cada conferência.

INSTRUÇÃO E ADMINISTRAÇÃO

O grupo de instrução e administração do curso será constituído pelos seguintes membros da equipe científica do CIAT:

Ulysses J. Grant, Ph D, Diretor Geral do CIAT

Eduardo Alvarez-Luna, Ph D, Diretor Geral Associado

Francis C. Byrnes, Ph D, Líder do Programa de Treinamento e Comunicação

James H. Cock, Ph D, Fisiólogo, Coordenador do Programa de Mandioca

Fernando Fernandez, Ph D, Edafólogo, Coordenador do Programa de Treinamento em Ciências Agrícolas, Líder do Curso

Per P. Andersen, Ph D, Economista Agrícola

Robert Booth, Ph D, Fitopatólogo, especialista em armazenamento

- ✓ Jerry Doll, Ph D , Especialista em Contrôles de Ervas Daninhas
- ✓ David Franklin, M S , Especialista em Biometria, e Engenheiro de Sistemas
- ✓ Luis H Rodríguez C Ph D , Especialista em Biometria
- ✓ Reinhardt Howeler, Ph D , Químico de Solos
- ✓ Kazuo Kawano, Ph D , Geneticista
- ✓ Carlos Lozano, Ph D , Fitopatólogo
- ✓ Julian Buitrago, Ph D , Especialista em Nutrição Animal
- ✓ Fernando Monge, Ph D , Especialista em Comunicação
- ✓ Aart van Schoonhoven, Ph D , Entomólogo
- ✓ Julio César Toro, Ph D , Agrônomo
- Luis Manuel González, M B A , Administrador Executivo
- ✓ Longinus Wivley, M S , Agrônomo
- ✓ Alfonso Díaz, M S , Engenheiro Agrônomo
- Humberto Jiménez, M S , Engenheiro Forestal
- ✓ Ernesto Celis, I A , Engenheiro Agrônomo
- ✓ W Piedrahita, I A , Especialista em Controle de Ervas Daninhas

CURSO ESPECIAL DE TREINAMENTO A NIVEL DE POS-GRADUAÇÃO
PARA INVESTIGADORES DE MANDIOCA [Manihot esculenta, Crantz]

Agosto 2 - 31, 1974

PROGRAMA
(Tentativo)

Agosto 2		Chegada ao CIAT, Cali, Alojamento e registro	
Agosto 3	8 00	Orientação facilidades do CIAT	F Fernández e H Jiménez
	13 30	Visita a Palmira	H Jiménez
	15 00	Visita a Cali	H Jiménez
Agosto 4 (Domingo)		Livre	
Agosto 5 (2a feira)	8 00	Discurso de Boas Vindas	E Alvarez-Luna
	8 15	Presentação sobre o CIAT	E Alvarez-Luna
	10 15	Cafê	
	10 30	Produção e utilização da mandioca no mundo	J Cock
	12 00	Recepção - Almoço	
	13 30	O Programa da mandioca no CIAT	J Cock
	14 30	Cafê	
	14 45	Debate sobre necessidades e estratégias de investigação e exercício inicial de avaliação	
	19 30	Jantar	
Agosto 6 (3a feira)	8 00	A Biblioteca e o Serviço de Documentação	F Monge
	9 15	Uso de fertilizantes e suas respostas	R Howeler

	10 30	Café	
	10 45	Preparação de terrenos para mandioca	A Díaz
	12 00	Almoço	
	13 30	Tamanho de parcela e recoleção de dados em experimentos de campo	J C Toro e L H Rodríguez
	14 30	Prática de campo preparação de terrenos [Opcional] ou biblioteca	A Díaz
Agosto 7 (4a feira)	8 00	Seleção de material para a plantação	J Cock e E Celis
	9 15	Genética simples aplicada ao fito-melhoramento	K Kawano
	10 30	Café	
	10 45	Emfermidades transmitidas em material de plantação	C Lozano
	12 00	Almoço	
	13 30	Deficiência de elementos menores	R Howeler
	14 30	Biblioteca, estudo de projeto individual	
Agosto 8 (5a feira)	8 00	Problemas de insetos em material de plantação	A Schoonhoven
	9 15	Doenças virosas e causadas por micoplasmas	C Lozano
	10 30	Café	
	10 45	Métodos de plantação e cuidado inicial	J C Toro e E Celis
	12 00	Almoço	
	13 30	Prática de campo a) Seleção e preparação de material para plantação b) Métodos de plantação	J Cock e E Celis J C Toro e E Celis

Agosto 9 (3a feira)	8 00	A busca de um tipo ideal de planta	J Cock
	9 15	Objetivos e metodologia do plano de fitomelhoramento da mandioca em el CIAT	K. Kawano
	10 30	Café	
	10 45	Insetos na mandioca	A Schoonhoven
	12 00	Almoço	
	13 30	Métodos de propagação rápida	D Wholey
	15 00	Prática sobre propagação rápida	D Wholey
Agosto 10 (Sábado)	8 00	Desenho experimental I	D Franklin
	10 30	Café	
	10 45	Controle das ervas daninhas e seletividade dos herbicidas. Recorrendo a aplicação de herbicidas pre-emergentes	J Doll
Agosto 12 (2a feira)	8 00	A resposta da mandioca ao "espaçamento" e o uso do desenho de leque	J Cock e L H Rodriguez
	9 15	Desenho experimental II	D Franklin
	10 30	Café	
	10 45	Equipamento para controle de ervas daninhas e sua calibração	J Doll
	12 00	Almoço	
	13 30	Prática de campo sobre o desenho de leque	J Cock e L H Rodriguez
	15 30	Prática de campo calibração do equipamento para controle de ervas daninhas	J Doll
Agosto 13 (3a feira)	8 00	Desenho experimental III	D Franklin

	9 15	Ervas daninhas no trópico	J Doll
	10 30	Cafê	
	10 45	Controle das ervas daninhas, modo de acção dos herbicidas Sintomas de toxicidade	J Doll
	12 00	Almoço	
	13 30	Prática de campo identificação de ervas daninhas	J Doll
Agosto 14 (4a feira)	8 00	A fisiologia do crescimento inicial	D Wholey
	9 15	Doenças bacteriãs	C Lozano
	10 30	Cafê	
	10 45	Validação de tecnologia, provas regionais	J C Toro e E Celis
	12 00	Almoço	
	13 30	Visita zonas de cultivo Santander de Quilichao	J C Toro
Agosto 15 (5a feira)	8 00	Insetos na mandioca	A Schoonhoven
	9 15	Desenho experimental IV	D Franklin
	10 30	Cafê	
	10 45	Controle de insetos I	A Schoonhoven
	12 00	Almoço	
	13 30	Prática de campo Identificação de insetos	A Schoonhoven
Agosto 16 (6a feira)	8 00	Doenças fungosas I	C Lozano
	9 15	Desenho experimental V	D Franklin
	10 30	Cafê	

	10 45	Fatores que afetam a efetividade dos herbicidas e o uso de postemergentes	J Doll e W Piedrahita
	12 00	Almoço	
	13 30	Prática de campo (Popayán) Identificação de enfermidades	C Lozano
Agosto 17 (Sábado)	8 00	Controle de insetos II	A Schoonhoven
	9 15	Qualidade da mandioca conteúdo de glucosidos (HCN)	J Cock
	10 30	Café	
	10 45	Prática medição do cianuro	J Cock
	12 00	Almoço	
Agosto 19 (2a feira)	8 00	Doenças fungosas II	C Lozano
	9 15	Utilização de recursos para a produção da mandioca	P Andersen
	10 30	Café	
	10 45	Utilização de recursos na produção da mandioca (cont)	P Andersen
	12 00	Almoço	
	13 30	Identificação de doenças, Jamundí	C Lozano
Agosto 20 (3a feira)	8 00	Métodos de colheita	J C Toro
	9 15	Custos e ingressos na produção	P Andersen
	10 30	Café	
	10 45	Controle de doenças	C Lozano
	12 00	Almoço	
	13 30	Exercício sobre economia da produção da mandioca	P Andersen

Agosto 21 (4a feira)	8 00	O impacto da nova tecnologia sobre os preços, os ingressos e o emprego	P Andersen
	9 15	Métodos de armazenagem	R Booth
	10 30	Café	
	10 45	Secamento da mandioca	J Cock
	12 00	Almoço	
	13 30	Prática de campo colheita e armazenagem	J C Toro e R Booth
Agosto 22 (5a feira)	8 00	Preparação de informes	F Monge
	9 15	Uso da mandioca na alimentação de porcos	J Buhrago
	10 30	Café	
	10 45	Preparação de informes	F Monge e H Jimenez
	12 00	Almoço	
	13 30	Perspectivas na mecanização de cultivo e na industrialização	J C Toro
Agosto 23 - 28		Trabalho individual, revisão de literatura, preparação de projeto Atividades com o grupo disciplinário de sua escolha dentro de Programa de Mandioca do CIAT	Participantes
Agosto 29	8 00	Apresentação de projetos individuais	
Agosto 30 (5a feira)	8 00	Debate geral sobre futura colaboração Exercício final de avaliação	
	19 30	Recepção - jantar de encerramento do curso	
Agosto 31 (Sábado)		Regresso dos participantes aos seus lugares de origem	

CURSO ESPECIAL DE ENTRENAMIENTO POSGRADOPARA INVESTIGADORES DE YUCA

Agosto 3 - 31 - 1974

PARTICIPANTESBRASIL

Marcos Vinicius Assunção	UFCE Fortaleza
Eloisa Marfa Cabral Ramos	IPEAN Belem
Humberto dos Reis Campos	Esc Agr UFBA Salvador
J Dailton	CEPLAC Salvador
Antonio José de Conceição	Esc Agr UFBA Salvador
Idenor de Oliveira Borges	Esc Agr UFBA Salvador
Genario Marcolino de Queiroz	UFCE Fortaleza
Lucas Ferraz	IPA Recife
José Ferreira da Paula	UFV- Belo Horizonte
José Marcelo Garcia Bessa	IPA Pernambuco
Deraldo Diomedes Gramacho	Esc Agr UFBA Salvador
Ernestino Lopes Machado	E E Taquari RS Porto Alegre
Alino Matta Santana	Esc Agr UFBA Salvador
Haroldo Murilo da Cunha	Esc Agr UFBA Salvador
Adilson Nobre	CTAA Rio
Elton Oliveira dos Santos	IPEAL Salvador
José Valmor Ribeiro	IPEAL Salvador
Jairo Teixeira Mendes Abrahao	ESALQ Sao Paulo
Everaldo Vasconcelos-Bandeira	SUDENE-Recife
Clóvis Vaz Sampaio	Agr UFBA Salvador
Nevil Venturote de Oliveira	EMCAPA Vitoria, Esp Santo

C A P I Y - Participantes, continuación

<u>VENEZUELA</u>	Frank Curiel	MAG
	Carmelo Montaner	MAG
<u>GUYANA</u>	Abdul Wahab	Bookers Sugar Estates

CURSO ESPECIAL DE APTAÇÃO PARAPESQUISADORES DE MANGIÇA

Agosto 2-31, 1974

BRASILESPECIALIDADE

<p>Abramão, Jairo Teles Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Depto Agricultura e Horti- cultura - Universidade de São Paulo E S A L Q - Caixa Postal 9 13 400 Piracicaba - S P - Brasil</p>	Tecnologia de Sementes
<p>Almeida, Dailton Gomes de Comissão Do Planejamento Econômico Rural Da Lavoura Cacaueira - CEPLAC Km 26 Ilhéus/Itaouna - Bahia, Brasil</p>	Agonomia Fitomelhoramento
<p>Assunção, Marcos Vinicius Instituto de Pesquisas Agrícolas de Ciências Agrárias Av Mister Hull S/N C Postal-354 Fortaleza - Ceará - Brasil</p>	Tecnologia de Sementes
<p>Bessa José Marcelo Garcia Instituto de Pesquisas Agronômicas I P A Estação Experimental Do Cedro-Vitória de Santo Antônio-Fernambuco - Brasil</p>	Agronomia
<p>Campos, Humberto Dos Reis Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia Escola de Agronomia da U F Ba - Cruz das Almas - Bahia-C E P 44 390, Brasil</p>	Engenharia Agrícola e Fenologia
<p>Conceição, Antonio José da Escola de Agronomia da U F Ba Escola de Agronomia da U F Ba - C E P 44 360 - Cruz das Almas - Bahia - Brasil</p>	Fitopatologista Fitomelhoramento
<p>Ferraz, Lucas Instituto de Pesquisas Agronômicas IPA Caixa Postal 1022 - 50 000 Recife Pe - Brasil</p>	Agronomia

<p>Cruz Machado, Dorivaldo Dionedes Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia - Cruz das Almas, Bahia 44 380 Escola de Agronomia da U F Ba Cruz das Almas - Bahia - Brasil</p>	<p>Tecnologia Dos Produtos Agropecuários</p>
<p>Machado, Ernastino Lopes Estação Experimental Fito-Técnica E E F T Caixa Postal 12 - 95 860-Taquarí-RS Brasil</p>	<p>Mejoramiento de Yuca</p>
<p>Nobre, Adilson Centro de Tecnologia Agrícola e Alimentar (CTAA) Rua Jardim Botânico, 1024 Gávea 20 000 Rio de Janeiro - Guanabara - Brasil</p>	<p>Tecnologia de mandioca</p>
<p>Oliveira, Borges Idenor Universidade Federal da Bahia Escola de Agronomia - Cruz das Almas Bahia - Brasil</p>	<p>Estatística e Experimentação</p>
<p>Oliveira, Nevil Venturote Empresa Capa e Pesca Agropecuária (EMCAPA) Rua Raimundo Nonato 116 Forte São João Vitória E Santo - Brasil</p>	<p>Agronomia</p>
<p>Pinto da Cunha, Haroldo Muillo Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia - 44 380 - Cruz das Almas Bahia - Brasil</p>	<p>Fisiologia - Herbicidas e Ervas Daninhas</p>
<p>Queiroz, Genário Marcolino Universidade Federal do Ceará- Centro de Ciências Agrárias Avenida Mister Hull - S/N Caixa Postal 354 Fortaleza - Ceará - Brasil</p>	<p>Agronomia</p>
<p>Ribeiro, José Valmor Superintendencia da Agricultura E Produção SUDAP Ed. Estado de Sergipe, 11.º Andar-Aracaju 49 000 Sergipe - Brasil</p>	<p>Fitomelhoramento</p>

Pereira, Aloisa Maria Cabral
F. 20 - 20 - Instituto de Pesquisa
Agropecuária do Norte
Poa Ences P. 1000 S/A. Caixa Postal 48
Belém - Pará - Brasil

Agronomia
Fitomelhoramento

Sampaio, Clovis Vaz
Escola de Agronomia da Universidade
Federal da Bahia - CEP 14 300
Cruz das Almas - Bahia - Brasil

Fitomelhoramento
Agronomia

Santana, Alino Matta
Escola de Agronomia da UFBA
Escola de Agronomia - 44 300 - Cruz das
Almas - Bahia - Brasil

Bioquímica
Toxicidade
Nutrição

Santos Elton Oliveira Dos
Instituto de Pesquisa Agropecuária Do
Nordeste - IPEA/NE
Km 10 Da Br 232 - Caixa Postal 205
Recife -Pe - Brasil

Fitomelhoramento

Maria Auxiliadora Dos Santos
Escola Superior de Agricultura de Mossoró
ESAM - Caixa Postal 137
Mossoro - RN - Brasil

Agronomia

VENEZUELA

González, José Agustín
Centro Nacional de Investigaciones
Agropecuarias - CENIAP
CENIAP - Instituto de Agronomía
Maracay - Venezuela

Fitopatología

Montaner, Carmelo Rafael
Ministerio de Agricultura y Cría (MAC)
Oficina MAC - EL Pilar
Estado Sucre - Venezuela

Agronomía

Curiel, Naimas Frank José
Ministerio de Agricultura y Cría (MAC)
Maturín - Venezuela

Agronomía

GUYANA

Wahab, Abdul Hyatt
Bookers Sugar Estates
22 Church St - Georgetown - Guyana

Desarrollo de Cultivos
Biochemia, Physiologia

NIGERIA

Ibe, Gabriel Donatus
Crop Science Department
University of Nigeria
Nsukka - Nigeria

Biometry of Yucca Program

CIAT

CURSO DE PERFECCIONAMIENTO POSGRADO PARA INVESTIGADORES DE YUCA
Agosto 3-30, 1974

Evaluación de Prioridades de Investigación

Resultados de la evaluación hecha (A) el primer día de iniciado el Curso y (B) al finalizar el curso

	Número de respondientes	Total 24
Grupo I	Belem, Brasil	1
Grupo II	Bahia, Brasil	10
Grupo III	Pernambuco y Ceará, Brasil	4
Grupo IV	Rio de Janeiro, Espiritu Santo Sao Paulo y Rio Grande Sul, Brasil	4
Grupo V	Venezuela y Guyana	4
Grupo VI	Nigeria	1

A los respondientes se les solicitó

- Primero Mencionar aquellos problemas de la producción que merecen investigarse por ser obstáculos serios de la producción y la productividad
- Segundo Ordenar sucesivamente esos problemas en orden de prioridad (de 1 a 17)

Los respondientes fueron agrupados en seis zonas geográficas ecológicamente similares (aunque no iguales)

Resultado de la "Evaluación de Prioridades de Investigación" hecha el primer día del Curso

<u>Orden de Prioridad de problemas</u>	<u>Índice promedio de Prioridad</u>						
	<u>Gene al</u>	<u>Seis Grupos</u>					
		<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u>	<u>IV</u>	<u>V</u>	<u>VI</u>
1 Cultivos más productivos	1 4	1	1 3	1 0	1 3	2 1	1
2 Variedades resistentes a enfermedades y plagas	4 8	6	5 2	3 3	2 3	7 5	5
3 Nutrición y fertilización	5 7	2	5 3	6 3	8 5	5 5	8
4 Variedades precoces de 8-10 meses	6 3	5	5 3	9 3	6 0	7 3	2
5 Utilización del follaje	7 1	4	6 7	9 3	6 8	6 8	9
6 Control de malas hierbas	7 3	10	7 0	8 0	8 8	5 8	7
7 Variedades de cosecha fácil y posibilidades de mecanización	8 5	11	8 1	11 5	8 0	5 8	16
8 Estudio y control de insectos	9 0	8	8 9	4 3	12 3	10 3	13
9 Estudio de enfermedades	9 3	7	10 1	3 3	11 8	11 0	12
10 Disponibilidad y conservación de semilla (c frias)	9 8	16	10 3	11 5	11 0	11 3	11
11 Almacenamiento	10 4	14	10 1	11 5	11 0	11 3	11
12 Riqueza de proteína	10 5	3	10 1	13 5	8 0	13 8	6
13 Cultivos múltiples	10 8	9	10 8	11 0	9 8	12 5	8
14 Bajo contenido de HCN	11 4	12	10 4	14 0	11 8	13 0	3
15 Secamiento	11 9	14	10 1	11 5	11 0	11 3	11
16 Pérdidas después de la cosecha	12 1	13	13 0	13 0	10 0	9 5	17
17 Irrigación	14 8	17	13 8	14 3	15 8	16 5	15

Resultado de la Evaluación de Prioridades de Investigación hecha el último día de finalizar el curso

Orden de prioridad de problemas	General	Índice promedio de Prioridad					
		Seis Grupos					
		<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u>	<u>IV</u>	<u>V</u>	<u>VI</u>
1 Cultivares más productivos	1 0	1	1 0	1 3	1 0	2 8	1
2 Variedades precoces de 8-10 meses	4 8	3	4 5	3 8	6 5	6 0	2
3 Variedades resistentes	5 0	6	5 2	4 8	2 8	7 5	3
4 Control de malas hierbas	6 8	4	7 7	7 5	8 0	5 8	11
5 Nutrición y Fertilización	6 9	9	6 1	5 5	9 0	5 0	15
6 Variedades de cosecha fácil y posibilidades de mecanización	7 3	10	5 9	6 8	9 5	6 8	11
7 Utilización del follaje	8 3	2	8 1	7 8	9 0	10 0	8
8 Disponibilidad y conservación de semilla (estacas)	8 6	16	8 9	5 5	8 8	6 8	17
9 Pérdidas después de la cosecha	9 6	15	10 6	12 3	8 0	4 5	10
10 Almacenamiento	10 0	14	10 7	8 3	10 3	9 3	9
11 Estudio y control de insectos	10 1	8	11 0	11 0	10 0	11 0	6
12 Estudio y control de enfermedades	10 7	7	10 9	12 8	7 3	11 5	5
13 Selección	10 8	11	10 3	10 5	11 3	6 5	7
14 Cultivos múltiples	11 9	5	11 1	12 5	11 5	11 5	13
15 Bajo contenido de CN	12 1	12	11 2	14 8	12 3	13 3	4
16 Riqueza de proteína	13 0	10	12 8	11 8	10 3	15 8	12
17 Irrigación	15 4	17	13 8	15 0	14 5	16 3	16

CURSO ESPECIAL DE APERFEIÇOAMENTO PARA PESQUISADORES DE MANDIOCA

UTILIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE MANDIOCA A NÍVEL MUNDIAL

Por James H. Cock *

Produção Mundial

As estatísticas referentes à produção mundial de mandioca não são confiáveis porque a maior parte dos cultivos deste produto se encontra em regiões inacessíveis, em pequenas parcelas, e é consumida no mesmo lugar onde se produz. A melhor evidência nos indica que em base ao peso do produto fresco armazenado, a produção total de mandioca só é superada por 6 outros cultivos (Tabela 1.)

A mandioca é produzida em regiões situadas até 30° de longitude e em altitudes inferiores a 2 000 metros. Mais de 80 países produzem mandioca, entretanto 2/3 da produção mundial estão localizados em 5 países: Brasil, Indonésia, Zaire, Nigéria e Índia. Destes países, Brasil é o maior produtor, representando sua produção total aproximadamente um terço da produção mundial.

Em escala mundial, a produção aumentou nos últimos 20 anos numa proporção igual a do crescimento demográfico. Este aumento foi devido principalmente ao incremento das áreas cultivadas e não ao aumento do rendimento por unidade de área cultivada. O rendimento médio por hectare é baixo, inferior a 10 toneladas por hectare. Entretanto, países como o Brasil apresentam rendimentos médios mais elevados (o do Brasil é de 15 toneladas por hectare). Isto deve-se em parte ao desenvolvimento tecnológico e, em parte, a um longo ciclo de crescimento 18 meses.

Estes rendimentos estão bastante distanciados daqueles obtidos em parcelas experimentais. Há evidências de uma produção anual superior a 70 toneladas por hectare. A mandioca é um cultivo que tem recebido pouca atenção por parte dos técnicos e cientistas, e segundo o autor, é possível lograr variedades melhoradas, com um rendimento potencial de 90 toneladas por hectare/ano. Porque então nos campos de cultivo os rendimentos são tão inferiores aos alcançados nos experimentos? As principais razões são 1) práticas agronômicas pobres, especialmente no que se refere ao controle de ervas daninhas.

* Este trabalho está amplamente baseado em "Current Utilization and Future Potential for Cassava" por B. Nestel. "Proceedings of Interdisciplinary workshop" Londres, Inglaterra, 29-30 Janeiro, 1973. Entretanto, o autor se faz totalmente responsável por qualquer erro existente no presente trabalho.

2) Uso de variedades potencialmente baixas em rendimento 3) Perdas devidas a doenças e pragas. Para ilustrar esses fatos, daremos alguns exemplos. Quanto ao controle de ervas daninhas, experimentos realizados no Ciat, nos quais a capina de ervas foi realizado apenas uma vez, mostraram uma redução nos rendimentos de mais de 50 por cento. Em segundo lugar, num experimento onde foram comparadas diferentes variedades, todas cultivadas comercialmente, os rendimentos variaram de 17 a 47 toneladas por hectare. Num terceiro experimento, utilizando material não contaminado, os rendimentos foram aumentados de 25 t/ha (com material infectado) a 47 toneladas/ha (com material limpo). Esses são apenas alguns exemplos que ilustram as causas da baixa produtividade. Existem muitíssimos outros que conduzem a índices de rendimentos excessivamente baixos.

Apesar disso, a mandioca é cultivada em aproximadamente 10 milhões de hectares e em muitas dessas áreas é considerada um cultivo de grande valor. A ela se atribuem certas qualidades que lhe permitem adaptar-se aos diversos sistemas agrícolas, particularmente aos que apresentam condições difíceis. A mandioca se desenvolve satisfatoriamente em solos excessivamente ácidos encontrados em diversas regiões tropicais, poucos cultivos sobrevivem nesses solos tão pobres. A mandioca é também um cultivo que não tem época definida de colheita, o que proporciona ao agricultor bastante flexibilidade de ação dentro do seu sistema agrícola. A maioria dos cultivos passam por períodos críticos, como por exemplo, o período de florescimento nos cereais, quando necessitam uma grande quantidade de água ou não progridem. A mandioca, uma vez estabelecida, em tempos de seca deixará cair suas folhas e se tornará essencialmente inerte, mas ao iniciar as chuvas começará a crescer novamente. Por conseguinte, trata-se de um cultivo valioso em regiões de solo pobre com períodos irregulares de chuvas.

A mandioca é um cultivo que apresenta baixos rendimentos mas ao mesmo tempo possui valiosos atributos. Por outro lado, o rendimento potencial de variedades melhoradas parece ser muito promissor. É portanto necessário conhecer os mecanismos que conduzem a um provável aumento da produção e a forma como lograr esse aumento de maneira econômica. Os custos de produção variam consideravelmente de um país a outro e o preço também sofre notáveis flutuações. Na Tailândia, os agricultores cultivam a mandioca para o mercado mundial de raspas secas, recebendo aproximadamente 15 dólares por tonelada. No Brasil, os preços são um pouco mais baixos. Por outro lado, em Colômbia, os preços são frequentemente superiores aos da Tailândia. Os custos de produção da mandioca são muito difíceis de estimar já que os principais gastos são representados pelo trabalho familiar. Numa recente revisão do material de literatura sugeriu-se que os custos usuais da mandioca eram de aproximadamente 6 dólares por tonelada, sendo a mão de obra o elemento mais caro da produção. As horas-homens utilizadas para produzir uma tonelada variam de 50 a 200 com uma média aproximada de 80. Dessas estimativas, parece concluir-se que as utilidades por unidade de gastos com mão de obra são extremamente baixas. Entretanto, sugeriu-se também que o rendimento por homem-dia é mais elevado na produção de mandioca que na de qualquer outro produto alimentício tropical básico.

O baixo rendimento da mão de obra relaciona-se com o fato de que em muitas áreas de subsistência a oportunidade de trabalho remunerado é praticamente nula. Se não fosse assim, seria obviamente impossível produzir mandioca a 6 dólares por tonelada com uma média de 100 homens-dia por tonelada. Entretanto é possível reduzir a quantidade de mão de obra. Por exemplo, a copina de ervas daninhas é um dos trabalhos que mais requer mão de obra a esta pode ser reduzida seja por uma plantação mais densa (uma planta mais perto da outra) seja pelo uso de herbicidas químicos. A colheita representa outra das atividades que requer muita mão de obra e pode ser reduzida pela mecanização ou pelo uso de variedades mais fáceis de colher. Por essas razões, é provável que se elevem os custos de produção no futuro, mas os rendimentos, que geralmente não ultrapassam 10 a 20 por cento de sua capacidade potencial, sofrerão incrementos maiores que os custos, com a utilização de uma tecnologia avançada. Desse modo, a mandioca continuará sendo um produto básico bastante barato.

Utilização

A mais importante utilização da mandioca é a utilização como alimento para o homem. As taxas de consumo apresentadas na Tabela 3 mostram os 14 países onde a mandioca é alimento predominante na dieta diária. Essas estimativas em escala nacional podem mascarar um pouco a realidade no caso de países mais extensos, onde ela é o principal alimento em algumas regiões mas não em outras. Por exemplo, na Nigéria, a mandioca é mais importante no sul e no leste que no norte. Numa pesquisa realizada no sul da Nigéria, encontrou-se que 25 a 56 por cento das calorías dietéticas eram provenientes da mandioca (entretanto, a tabela 3 mostra uma porcentagem de 14%). Outras pesquisas levadas a cabo em Java, mostraram uma porcentagem de 63,5% de calorías provenientes da mandioca (a estimativa feita a escala nacional mostra um percentual de 15,2% na Indonésia). No Brasil durante o período 1962-63 o consumo da mandioca era de 124 quilos anual por pessoa, num cálculo feito a escala nacional, o que representava um consumo urbano de 42 quilos e um consumo rural de 200 quilos. É interessante comparar essas estimativas com as do consumo de trigo (em forma de farinha) na Europa Ocidental e na América do Norte que é de 50 a 80 quilos anuais por pessoa, proporcionando entre 500 e 800 calorías diariamente.

O trigo, naturalmente, tende a ser o alimento calorífico preferido em muitos países onde não se cultiva o arroz, mas as dificuldades que apresenta esse cultivo nos trópicos o tornam extremamente oneroso. Considerando os baixos ingressos normalmente encontrados nos países tropicais (onde a renda per capita anual raramente ultrapassa 200 dólares e muitas vezes é inferior a 100 dólares), o custo relativo da mandioca é de suma importância.

A tabela 4 apresenta dados de duas regiões de Ghana, onde o consumo de calorías procedentes da mandioca é de aproximadamente

500/día com um custo diário inferior a 0,02 dólares, o que é bastante favorável em termos de preço em comparação com outros alimentos caloríficos

A tabela 4 também nos indica que a mandioca é comercializada em Ghana sob diferentes formas, o que é comum em outras regiões produtoras dessa raiz. O sistema mercantil, é bastante complexo e maneja uma grande variedade de produtos originados da mandioca. A figura 2 mostra as várias formas como é consumida a mandioca numa região do Zaire. A variada gama de produtos processados e o número de etapas pelas quais tem que passar no mercado, levam a uma diminuição da participação do produtor no preço do produto finalmente consumido.

Em regiões onde o consumo de mandioca é elevado, surgem problemas em virtude do baixo conteúdo de aminoácidos essenciais nas raízes (tabela 5). O estudo dos aminoácidos essenciais na mandioca indica que ela é também particularmente pobre em aminoácidos sulfúricos.

Uso industrial

Como já foi dito, a mandioca é utilizada como matéria prima de um grande número de produtos processados, a maior parte dos quais envolve alguma forma de secamento e/ou fermentação. Um dos mais importantes desses produtos é o amido utilizado para fins industriais. O amido de mandioca contém somente 17 por cento de amilasa (enquanto o amido de batata contém 22 por cento e o de milho 27 por cento) e por causa disso apresenta uma viscosidade pouco comum. O elevado índice de amilopectinas encontrado no amido de mandioca lhe proporciona uma grande força dimensional, tornando-o particularmente apropriado para a fabricação de papel e fibras, dando-lhes uma maior resistência de tensão.

O amido de mandioca proporciona também boa matéria prima de onde hidrolisar dextrinas para a preparação de adesivos. Os adesivos feitos a base de amido de mandioca possuem mais flexibilidade e são mais resistentes a baixas umidades que os derivados de outros cereais. O amido de mandioca possui também características específicas muito solicitadas na indústria alimentícia.

Atualmente, os Estados Unidos são a maior consumidor de amido de mandioca para usos industriais e importam aproximadamente 90 000 toneladas anuais (tabela 6).

Uso alimentício

A mandioca tem sido utilizada desde muitos anos como alimento para o gado em unidades agrícolas de subsistência, apesar dos preconceitos tradicionais existentes em algumas regiões contra o seu

uso por causa da ação tóxica do conteúdo de glucosídeos cianogênicos. Entretanto, a literatura sobre esse tema é escassa e cheia de controvérsias. Trabalhos recentes realizados no CIAT mostram claramente o potencial alimentício das rações com teor elevado de mandioca. Somente na última década, a mandioca assumiu seu lugar de importância como componente de alimentos animais compostos, sendo usada em lugar de outros grãos. Esta situação deve-se principalmente ao fato de que a mandioca entra ao Mercado Comum Europeu a preços bastante favoráveis comparados com os preços do trigo, do milho e de outros componentes caloríficos dos alimentos animais compostos (tabela 7 e 8).

Atualmente, os principais consumidores de mandioca são Alemanha, Holanda e Bélgica. França apresenta uma taxa menor de consumo porque sua agricultura está ainda em processo de modernização, a indústria de alimentos para animais está atrasada e existe uma grande quantidade disponível de cereais granulados. Itália ainda se beneficia dos alimentos de baixo custo derivados do milho (o que teoricamente não está permitido pelos regulamentos agrícolas da Comunidade Econômica Européia), e a Inglaterra, Eire e Dinamarca desenvolveram suas próprias indústrias alimentícias utilizando cereais que podem ser adquiridos a um preço inferior no mercado mundial, mas não dentro do sistema de regulamentos comuns do EEC (European Economic Community).

Na última década, a importação de mandioca para os países pertencentes ao EEC foi triplicada. Entre 80 e 90 por cento do mercado mundial é abastecido pela Indonésia e Tailândia, sendo este último um pequeno consumidor, cuja produção se destina quase totalmente ao mercado mundial (tabela 14). Brasil, China, Tanzânia, Malawi e Angola também fornecem ao mercado mundial em menor escala (fig 4). Atualmente, 80 a 90 por cento do comércio internacional de mandioca para fins alimentícios é absorvido pelo EEC.

O uso da mandioca em compostos alimentícios não parece ter recebido muita atenção nos países subdesenvolvidos. Isto pode parecer surpreendente já que os 2 milhões de toneladas de mandioca que chegam aos moinhos europeus a um preço aproximado de 75 dólares por tonelada têm um 30 por cento do seu preço estabelecido pelas cargas marítimas vindas do Oriente. De fato, os preços (FOB) encontrados nos portos da Tailândia e Indonésia parecem ser inferiores a 50 dólares por tonelada, um preço bastante inferior ao de outros cereais com o mesmo teor calorífico adquiridos para fins alimentícios na maioria dos países subdesenvolvidos.

A única explicação encontrada até agora para esta situação é a de que a indústria alimentícia nos países subdesenvolvidos está completamente dominada por corporações multinacionais que preferem utilizar uma tecnologia já conhecida em vez de ensaiar novas tecnologias apropriadas às condições dos países em via de desenvolvimento. Dentro do EEC, o tamanho e a natureza tremendamente competitiva do mercado são tais que seus habilidosos participantes parecem estar preparados para renovar continuamente as fontes de calorias.

Perspectiva para o futuro

A relação renda-elasticidade de demanda na mandioca é muito pequena. Isto significa que à medida que aumentam as rendas per capita, não aumenta na mesma proporção o consumo da mandioca. Na verdade, quando as rendas aumentam consideravelmente, passa-se a consumir mais outros cereais granulados. Entretanto, dentro dos níveis atuais de renda per capita encontrados nas regiões onde a mandioca é usada como alimento, acreditamos que isto demorará muito tempo para suceder.

Devido a esta situação, a demanda global de mandioca como alimento tende a crescer numa proporção similar ao crescimento demográfico nas áreas onde é consumida como alimento. Na tabela 10 mostramos duas projeções da demanda de mandioca em 1980. A primeira representa a mesma tendência passada e a segunda é uma projeção baseada nos estudos da "United Nations Second Development Decade" que apresentam um índice de aumento da renda per capita mais elevado que os encontrados em estudos anteriores. A diferença entre essas duas projeções é muito pequena pelas razões mencionadas no parágrafo anterior. Ambas apresentam um aumento de aproximadamente 2,6 por cento ao ano na demanda.

Se partimos da premissa de que a fins deste século haverá uma redução do crescimento demográfico nos países consumidores de mandioca como alimento, a demanda do produto para este fim não ultrapassaria muito as 100 milhões de toneladas. Mesmo se aceitamos o fato de que a mandioca é o alimento dos grupos com mais baixo índice de renda per capita e que esses grupos passarão a consumir cereais granulados quando se eleve esse índice, mesmo assim provavelmente se terá duas vezes mais alimentos derivados da mandioca que os que existem atualmente. Se voltamos à tabela 3, poderemos concluir que no ano 2 000 haverá um grande número de consumidores de mandioca como alimento.

A indústria mundial de amidos é terrivelmente competitiva sendo o amido de mandioca apenas uma das várias espécies disponíveis. É uma indústria independente não somente no que se refere à produção de amidos mas também no que se refere à produção de outros produtos e derivados, que envolvem uma tecnologia complexa e complicados sistemas de mercado. Em geral, o processamento da mandioca nos países em via de desenvolvimento é realizado em forma primitiva e o produto comercializado resulta com frequência de má qualidade. Na ausência de grandes fluxos de capital, as perspectivas para o amido de mandioca são inseguras já que têm que competir com os amidos produzidos nos países adiantados.

As possibilidades para incrementar o uso da farinha de mandioca estão sendo estudadas como um substituto para a farinha de trigo na composição de pães naqueles países onde a farinha de trigo é escassa.

Recentemente foram feitos notáveis progressos para encontrar a) aditivos apropriados para substituir o gluten do trigo b) novas misturas para obter retenção de gás e controle da gelatinização durante o assamento c) métodos apropriados para fortificar o conteúdo proteico. Devido a estes progressos, as perspectivas futuras para a expansão da farinha de mandioca são bastante prometedoras.

O setor realmente mais atrativo para um uso cada vez mais extenso da mandioca parece ser o setor dos alimentos compostos. A tabela 11 mostra a forma fenomenal como se desenvolveu este campo dentro dos 6 primeiros países membros da EEC. Um modelo similar está ocorrendo em alguns países do mundo subdesenvolvido onde os índices de renda per capita alcançaram já um nível que permite um maior consumo de carne. Por exemplo, a importação de grãos alimentícios em Taiwan aumentou de 94 000 toneladas para mais de um milhão em 1971 e ainda assim a importação e a demanda não puderam ser niveladas.

As perspectivas para o aumento de demanda de cereais granulados como substitutos das calorias animais são de aproximadamente 3% ao ano (tabela 12). Apesar de uma parte substancial desse crescimento ocorrer em países em desenvolvimento, uma parte ainda maior deverá ocorrer nos países adiantados e nas economias de planejamento central o que representaria uma oportunidade prometedora para expandir o mercado de exportação nos países tropicais.

Atualmente, a exportação de mandioca e seus derivados produz cerca de 80 milhões em divisas para os países em vias de desenvolvimento. Entretanto, a maior parte dessa soma se destina à Tailândia e Indonésia pela exportação de aproximadamente 2 milhões de toneladas de derivados secos que representam mais ou menos 5% da produção total de mandioca.

Estas cifras são relativamente baixas comparadas com as cifras de exportação de outros produtos tropicais (tabela 13), apesar disso, um aumento de 6 a 10 por cento nas exportações de mandioca poderá ser facilmente absorvido pelo mercado mundial de alimentos em 1981. Aos níveis de preços atuais, tal aumento nas exportações colocaria a mandioca junto com o café e o açúcar entre os principais produtos de exportação dos países em desenvolvimento.

Até agora temos discutido as possibilidades de exportação da mandioca seca, entretanto, muitos países desenvolvidos estão importando grãos alimentícios e aqueles que não estão, sofreram nos últimos meses um aumento acelerado nos preços dos cereais granulados para alimentos compostos. Parece então que a mandioca é um candidato ideal para satisfazer uma parte da crescente demanda de produtos caloríficos para rações animais nos países desenvolvidos. Se a mandioca pudesse ser secada em forma econômica dentro da unidade agrícola, teríamos um mercado estável de um produto estável de tal maneira que um aumento na produção não conduziria a reduções de preços desastrosas para os agricultores nos próximos anos.

ABELA 1 Produção mundial, número de acres e rendimento do cultivo seleccionado, 1971

(fonte Informe Anual de Produção da FAO, 1971)

	No de acres mundial (Milhão ha)	Rendimento mundial (100 kg/ha)	Produção mundial (milhões tons métricas)
<u>Cereais</u>			
Trigo	217 2	15 8	343 1
Arroz (em casca)	134 9	22 8	307 4
Milho	112 9	27 3	307 8
Sorgo e milho da Índia	113 4	8 9	101 1
Cevada	82 2	18 5	152 7
Aveia	31 2	18 5	57 7
Centeno	19 7	15 7	30 9
<u>Tubérculos</u>			
Batata	22 5	136 0	306 4
Batata doce e nhamé+	17 0	87 0	147 7
Mandioca+	9 8	94 0	92 2
Beterraba	7 6	29 9	228 2
<u>Leguminosas</u>			
Soja	36 2	13 3	48 3
Cajanus	2 9	6 8	2 0
Feijão seco	22 9	5 1	11 7
Amendoim	18 8	9 8	18 5
Caupi	3 1	3 7	1 1
Arvelha seca	9 0	12 2	10 9

+ Data de 1970

TABELA 3

Consumo humano de mandioca em 14 países, 1964-66

(fonte: Balanço Geral de Alimentos, FAO, 1964-66)

	População humana (milhões)	Porcentagem total de consumo de calorias de mandioca	Caloria/dia de mandioca	Mandioca por ano (kg)
Congo (Brazzaville)	0 84	54 8	1184	470
Zaire	15 63	58 5	1193	437
Repúblicas da África Central	1 33	48 7	1057	354
Gabon	0 46	47 0	1027	342
Mozambique	6 96	42 6	908	304
Angola	5 15	34 5	659	220
Liberia	1 08	26 2	600	201
Togo	1 64	26 5	590	197
Dahomey	2 36	20 1	438	148
Paraguay	2 03	19 7	540	181
Ghana	8 14	18 2	380	130
Brasil	80 77	10 8	274	107
Nigeria	58 48	14 1	306	103
Indonésia	105 74	15 3	269	92
Total	304 15	-	-	-
Media de peso (14 países)	-	19 4	374	124

TABELA 4 Compras diárias, expressado em calorias, e preços por 1000 calorias de alimento seletos, em bruto, Kumasi e Sekondi-Takoradi, Ghana, 1955
(Johnston e Kaneda, 1960)

	Kumasi		Sekondi-Takoradi	
	Compras (calorias/pessoa/dia)	Preço (1000 calorias/¢)	Compras (calorias/pessoa/dia)	Preço (1000 calorias/¢)
<u>Mandioca e seus produtos</u>				
Raízes frescas	243	2 68	456	2 73
Gari (farinha)	46	2 94	64	3 23
Kekonte (raízes secas)	212	1 63	57	2 69
<u>Plátanos</u>	389	3 05	168	4 32
<u>Batatas e nhamé</u>	123	5 91	49	7 64
<u>Milho e seus produtos</u>				
Kenkey	50	5 74	188	5 33
Dough	43	-	49	-
<u>Arroz</u>	101	5 20	111	5 28
<u>Caca</u>	98	3 76	15	5 02
<u>Pão</u>	27	11 03	47	11 70
<u>Todos os produtos de amidoão, em bruto</u>	1364	-	1260	-

TABELA 5 Contido de amino ácidos/100 gr de alimentos (fonte contido de amino ácidos dos alimentos e Data Biológica sobre proteínas Estudos nutricionais No 24, Roma, 1970, FAO)

Alimento	Humidade (g)	Nitrogenio (g)	Fator de converção (W)	Proteína (g)	Lisina (mg)	Methionine (mg)	Threonine (mg)	Tryptophan (mg)	Total de amino ácidos (mg)	Total de amino ácidos (mg)
<u>Cereus</u>										
Cevada	12 0	1 88	5 83	11 0	406	196	389	180	4,203	11,118
Milho	12 0	1 52	6 25	9 5	254	182	342	67	3,820	9,262
Milho da India	11 0	1 55	6 25	9 7	332	239	374	189	3,979	9,505
Avca	10 0	2 23	5 83	13 0	517	234	462	176	5,169	12,998
Aroz (amarelo)	13 0	1 26	5 95	7 5	299	183	307	98	3,033	7,973
Aroz	13 0	1 13	5 95	6 7	255	150	234	95	2,695	6,785
Centio	12 0	1 89	5 83	11 0	401	172	395	87	3,732	10,868
Sorgo	11 0	1 62	6 25	10 1	204	141	306	123	3,945	9,750
Trigo	12 0	2 09	5 83	12 2	374	196	382	142	4,280	12,607
<u>Razes e tubérculos</u>										
Batata	78 0	0 32	6 25	2 0	96	26	75	33	667	1,572
Batata doce	70 0	0 21	6 25	1 3	45	22	50	22	414	,994
Taro (Colocasia)	72 5	0 29	6 25	1 8	70	24	74	26	707	1,737
Nhame (Dioscoria)	72 4	0 38	6 25	2 4	97	38	86	30	821	2,009
Farinha de mandioca (manihot)	13 1	0 26	6 25	1 6	67	22	43	19	404	1,184
<u>Leguminos as (colctivas)</u>										
Feijão (Phaseolus)	11 0	3 54	6 25	22 1	1,593	234	878	223	8,457	20,045
Feijão Broad (Vicia)	11 0	3 74	6 25	23 4	1,513	172	786	202	8,244	20,951
Caupi (Vigna)	11 0	3 74	6 25	23 4	1,599	273	842	254	8,640	21,080

TABELA 6 Importações de amidão e farinha de mandioca nos USA e Canada
 (as importações de Canada incluye farinha de sagü
 (fonte Data do Comércio Nacional!))

	U S A		Canada	
	Milhões lb	Milhões US \$	Milhões lb	Milhões US \$
1964	294	9 6	7	0 5
1965	358	12 2	10	0 6
1966	341	11 5	13	0 7
1967	304	10 7	20	1 1
1968	194	7 1	16	0 9
1969	195	6 8	15	0 8
1970	207	7 0	20	1 0
1971	182	7 1	9	0 6

TABELA 7 Comparação em preços de cevada, milho e mandioca em ECC Setembro 1967 (US\$/ton)
(fonte os mercados para mandioca)

	Preço CIF	Contribuições das Importações	Preços depois de pagar as contri- buções	Diferença	
				Cevada	Milho
Cevada	(59 65)	30 65	89 00		
Milho	(57 25)	31 03	88 28		
Mandioca picada	61 60	5 52	67 12	-21 88	-21 16
Mandioca em bola	64 40	5 52	69 92	-19 08	-18 36
Farinha de mandioca	56 00	8 02	64 02	-24 98	-23 26

TABELA 8 Relação de preços de mandioca, milho e cevada em bases CIF Rotterdam resp e FOB, incluindo impostos e contribuições (fonte Data da Phillips sem publicar)

	Milho	Mandioca em bola	Cevada
<i>Preços meros</i>			
Preço do Mercado Mundial em 1968	100 0	100 3	103 7
Preço EEC	177 3	126 0	174 0
Preço do Mercado Mundial em 1969	100 0	93 6	81 9
Preço EEC	172 3	112 1	163 8
Preço do Mercado Mundial em 1970	100 0	101 1	84 6
Preço EEC	148 2	114 4	148 0
Preço do milho no Mercado Mundial = 100			

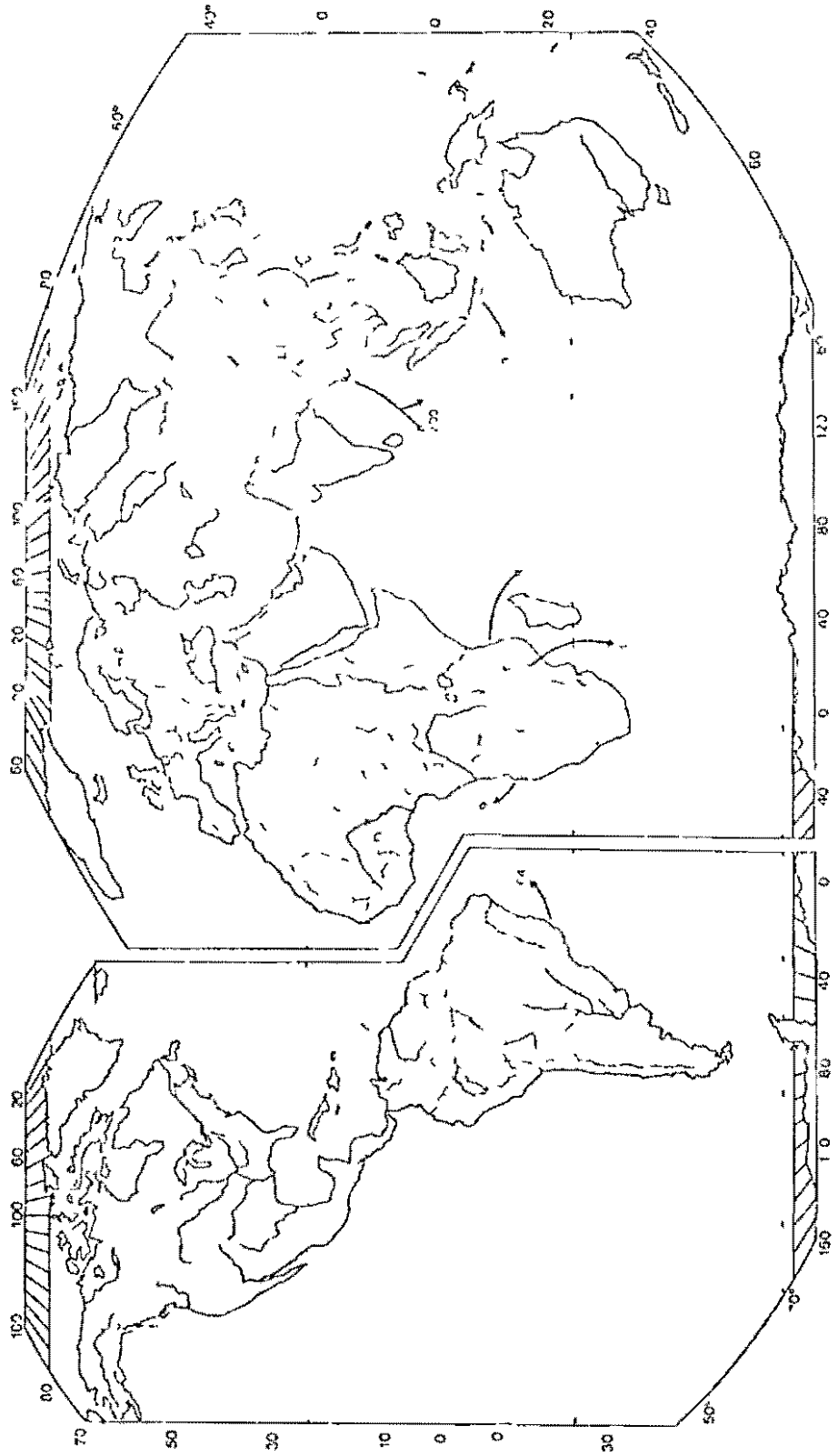


Fig 4 Mercado mundial da madeira (em milhões de toneladas) em 1970

TABELA 10 Demanda de consumo da mandioca em 1980, computado em milhares de toneladas (fonte Data da FAO, 1972, sem publicar)

	1970	1980 ^a	1980 ^b
O Mundo	55 087	71 500	70 460
África	29 306	38 204	37 481
América Latina	8 492	10 838	10 651
Ásia e o Oriente	16 422	21 318	21 154
China	734	971	1 007
O resto do mundo	133	169	167

^a Demanda projetada nas bases das tendências do passado

^b Demanda projetada nas bases do modelo de crescimento do Segundo Desenvolvimento da Década

TABELA 12 Demanda estimada de cereais para uso alimenticio em milhões de toneladas (fonte Plano Mundial Indicativo da FAO, 1969)

	1962	1985
Países desenvolvidos	202	320
64 países em vias de desenvolvimento	17	46-68
Países planejados centralmente		
(excl China)	52	126
Total	271	494-514

TABELA 13 Exportações de produtos agrícolas escolhidos, dos países em vias de desenvolvimento, 1965-67 (fonte Plano Mundial Indicativo da FAO, 1969)

	Milhões de US \$
Açúcar	1109
Trigo e cereais ordinários	771
Carne de res e vitela	321
Citros (frutas)	194
Cafê	2167
Chã e mate	547
Cacau	477
Bananas	411
Mandioca picada, em bola e farinha de mandioca	80 (1971 c)

TABELA 14 Utilização da mandioca em seis países tipo, 1964-66 (fonte balanço Geral de Alimentos, FAO, 1964-66)

	Produção		% usado		
	Mundial (milhões de tons)	% consumido	como alimento para animais	% exportado	% como "desperdício"
India	3 1	93	0	0	7
Zaire	7 2	95	0	0	5
Nigeria	7 5	80	0	0	20
Indonésia	11 1	88	2	9	10
Brasil	24 7	35 ^a	30	1	20
Tailândia	1 6	39	0	56	5

^a 35 como comestível, 5 para uso industrial

1408
Portug

C I A T

CAPIY-1974

CURSO ESPECIAL DE APERFEIÇOAMENTO PARA PESQUISADORES DA MANDIOCA

A FERTILIZAÇÃO DA MANDIOCA

Por R H Howeler *

Considera-se, em geral, a mandioca como uma planta rústica que cresce bem em solos pobres sem necessidade de aplicar muitos fertilizantes. Por outra parte, muitos agricultores pensam que a mandioca é uma planta que esgota a fertilidade do solo, e a plantam como o último cultivo na rotação, em sistemas migratórios de agricultura.

A literatura indica que a mandioca é um bom extrator de nutrientes do solo, e o cultivo não responde a fertilização em muitos solos onde outros cultivos respondem. Um bom exemplo é o solo da "Zapata" a mandioca aparentemente não responde às aplicações de N P K, ao passo que o feijão responde muito às aplicações de P e N. Contudo, há outros solos, por exemplo os dos "Llanos" orientais de Colômbia, em que a mandioca responde bem a aplicações de N, P, K, Ca e Mg, e possivelmente a elementos menores. Sem fertilização, os rendimentos são quase nulos nestes solos, pelo qual se usa plantar a mandioca unicamente nas várzeas ou em velhos currais desta zona.

Para manter a fertilidade do solo, é indispensável fertilizá-lo, pelo menos com a mesma quantidade de nutrientes que foram removidos na colheita. A literatura indica que a mandioca extrai grandes quantidades de nutrientes, especialmente o K. Entre os cultivos tropicais, a mandioca, provavelmente, extrai mais K que qualquer outro cultivo. Segundo dados de Provet (22), a mandioca possui a mais alta relação K/N de extração entre todos os

* Assistente Científico de Solos, Programa de Mandioca, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIA).

cultivos (Fig.1). Outros cultivos com alta relação P/N são banana, palma de azeite, abacaxi, côco e cana de açúcar, enquanto que o milho, arroz e algodão possuem uma relação K/N mais baixa.

Lambourne (14) calculou que a colheita de raízes da mandioca extrai por hectare 27,6 kg N, 6,0 kg P₂O₅, 35,2 kg K₂O, 3,6 kg CaO e 15,5 kg Mg.

A extração de nutrientes em quilos por tonelada de raízes de mandioca, colhida segundo diferentes autores, se indica na seguinte tabela

	<u>N</u>	<u>P</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>Ref.</u>
raízes	0,7	0,43	2,8	0,71	0,05	Bonnefoy (2)
talos	11,9	1,59	4,9	3,9	2,0	Bonnefoy
folhas	7,5	0,34	1,3	2,4	0,15	Bonnefoy
raízes	2,02	0,43	3,02			Kanapathy (11)
talos	2,11	1,30	2,60			Kanapathy
folhas	2,15	0,16	0,91			Kanapathy
raízes	3	0,5	3,5	0,6	0,1	Cours (6)
talos	2	0,3	1,5	0,6	0,4	Cours
raízes	1,82	0,36	1,77	0,34	1,08	Velley (2)
raízes	2,0	0,71	7,05			De Geus (3)
raízes	2,12	0,66	5,74	1,32		De Geus

Existe bastante variação entre os dados que se encontram na literatura, porém é claro que a colheita de mandioca extrai mais K que qualquer outro elemento, e que a remoção de nutrientes do solo é muito menor se se

devolvem ao solo as folhas e os talos. Nyholt (19) calculou que três colheitas boas de mandioca podem esgotar todo o K da superfície (50 cm) do solo. Além do K, a mandioca extrai consideráveis quantidades de N, enquanto que a extração de P, Ca e Mg é relativamente baixa.

A Fig. 2 (Nyholt(10)), mostra a acumulação de N, P, K, Ca e Mg em várias partes da planta durante o ciclo de crescimento. Isto indica que a absorção de nutrientes, especialmente de N, é rápida nas folhas, durante os primeiros 4 - 6 meses. Depois dos seis meses, a quantidade de N absorvido nas folhas diminui pela queda das folhas inferiores, enquanto que o N nos talos e nas raízes continua aumentando. A quantidade total de N na planta é mais ou menos estável, depois de seis meses, ou pode diminuir em alguns casos. Pelo contrario, as quantidades de P, K, Ca e Mg absorvidas pela planta, continuam aumentando durante todo o ciclo.

O gráfico também indica que, no tempo da colheita, as quantidades de K e P são maiores nas raízes que nos talos, enquanto que as quantidades de N, Ca e Mg são maiores nos talos que nas raízes. Portanto, a extração de nutrientes, pela colheita de raízes, é principalmente de K, seguido por P, N, Ca e Mg.

Cours (6) determinou que o conteúdo de nutrientes P, K, e geral, aumenta das folhas inferiores para as folhas superiores, ao passo que o conteúdo de Ca e Mg diminui. Ele considera que o conteúdo ótimo destes elementos é o seguinte (em % de matéria seca)

	N	P	K	Ca	Mg
folhas novas	5,5	0,4	1,2	0,7	0,3
folhas velhas	5,0	0,3	0,7	1,4	0,4

Estes níveis são muito parecidos aos obtidos no CIAT em um ensaio de soluções nutritivas com areia (Fig. 3). Aplicando cinco níveis de N, P, K e se observou que os níveis ótimos dos nutrientes na solução nutritiva são > 30 ppm de N, 5 ppm de P e 40 ppm de K. Os níveis correspondem ao conteúdo nas folhas (de 4 meses) de > 4 (3 de N, 0,12 de P e 1,1 de K). Parece que o nível de P nas folhas, que corresponde ao conteúdo de matéria seca neste ensaio, é muito baixo, variando entre 0,2 e 0,3.

Para manter o solo em bom estado de fertilidade, investigadores em Madagascar (7, 17) recomendam a incorporação de esterco ou adubos verdes como Mucana utilis, Vigna e Crotolaria. De geus (8) também indica que a mandioca responde bem a aplicações de esterco. Quanto a fertilização com adubos químicos, o mesmo autor recomenda uma relação de N - P₂O₅ - K₂O de 1 - 1 - 2. Vijayan (26) recomenda uma relação de 1 - 1,75 para N - K₂O e Chew (5) uma relação N - P₂O₅ * K₂O de 3 - 1 - 2 para solos de turfa.

A fertilização de N

Se se incorporam os talos e as folhas no solo depois da colheita, a mandioca extrai mais ou menos 2 kg de N por cada tonelada de raízes colhidas.

das, de maneira que uma boa colheita de 30 toneladas de mandioca recuer , pelo menos 60 kg N/ha, Tendo em conta a eficiência de absorção de N, que é, em geral, menos de 50 %, seria necessário aplicar aproximadamente 120 kg de N/ ha.

Chadha (3) informou de respostas em Kerala, India, de 20 - 54 % com a aplicação de 44 kg de N e respostas 23 - 79 % com aplicações de 38 kg de N/ha. Na mesma região, Vijayan (26) indica que se obtiveram os melhores rendimentos com 150 kg N/ha. Em Malásia, Chan (4) obteve respostas significativas unicamente com aplicações de N e Chew (5) obteve uma resposta linear de 23 % para cada 66 kg de N/ha aplicado em ensaios demonstrativos de fertilização de mandioca em Colombia, o ICA (9) obteve respostas positivas a aplicações de 50 ou 60 kg de N/ha em 16 de 23 provas. As respostas mais altas foram obtidas nos solos vulcânicos (com alto conteúdo de matéria orgânica) perto de Popayan

Em um ensaio de níveis x fontes x tempo de aplicação de N em Garimagua, nos "Llanos" Orientais de Colombia, Galvo (informação pessoal) obteve uma resposta a aplicações de uréia de 100 kg N/ha, e uma pequena adicional a 200 kg N/ha. Das duas fontes ensaiadas, a ureia foi melhor que a uréia revestida com enxofre (para reduzir a solubilidade). A aplicação fracionada (25 % aos 50 dias, 25% aos 85 e 50 % aos 20') foi melhor que a aplicação total aos 50 dias. É muito provável que com uma aplicação na hora de plantar se aumentem ainda mais os rendimentos.

Samuels (21) obteve os melhores resultados com uma aplicação fracionada de N, com a metade aplicada no momento de plantar e a outra metade

aos 2 1/2 meses. Ele não observou diferenças significativas entre uréia, sulfato de amônia e nitrato de cálcio-amônia em Porto Rico.

Mandal (16) teve melhores resultados na Índia com nitrato de cálcio-amônia, seguido por fosfato de amônia e uréia. A vantagem do nitrato de cálcio-amônia poderia ser que fornece Ca em solos ácidos que, em geral, são deficientes neste elemento. O mesmo autor obteve melhores colheitas com a metade do N aplicado no momento de plantar e outra metade aos dois meses. Se se vai aplicar todo o N em uma única aplicação, ele recomenda aplicá-lo no momento de plantar.

Normanha (18) informa que o melhor método de aplicação de fertilizantes é ao lado da estaca, se se aplica no mesmo sulco ao plantio, reduz-se a germinação e a população de plantas, dado que concorda com as observações de Silva (23) no Brasil.

Vários investigadores, De Geus (8), Krochmal (12), Malavolta (15) indicam que, em geral, a mandioca responde positivamente à aplicação de N, quanto a altura da planta, peso de raízes e conteúdo em proteínas. Também se indica que a aplicação de N aumenta o conteúdo de HCN e reduz o número de tubérculos e seu conteúdo de amido.

A Fertilização de Fósforo

Muitos investigadores indicaram respostas da mandioca à fertilização de P, especialmente em solos com baixo conteúdo deste elemento. O P é essencial para o processo da fosforilação na síntese enzimática do amido. Por isto, um bom fornecimento de P aumenta a produção de raízes.

Malavolta (15) informou de uma redução no conteúdo de amido de 32 a 25 % por falta de P. Ele considera que a mandioca tem um alto requerimento de P, e que no Brasil, o P é inicialmente o nutriente mais limitante.

A resposta ao P depende muito do tipo de solo e seu conteúdo de P.

Almeida (1) não observou nenhuma resposta a P em vários ensaios no Brasil, ao passo que Silva (24) obteve somente aumentos não significativos a aplicações de P, no estado de São Paulo.

Chadha (3) obteve aumentos na produção até de 25% com a aplicação de 88 kg de P_2O_5 /ha e observou que tal aplicação (junta com 150 kg de N/ha) aumentou o conteúdo de proteínas e diminuiu o conteúdo de HCN nas raízes.

Embora exista pouca informação sobre o melhor tempo e método de aplicação do P, parece que seria indicada a aplicação em banda, ao lado da estaca, ao plantá-la. Aplicações no mesmo sulco ou cova, com a estaca, reduzem a germinação e a população, segundo Silva (23).

Os estudos do ICA (9) em Colômbia indicam respostas positivas a aplicações de 300 kg P_2O_5 /ha em 13 dos 14 sítios de demonstração, localizados principalmente em solos ácidos e deficientes em P, nos estados do Cauca e Meta. Não houve muita correlação entre as respostas e o conteúdo de P no solo, determinado por extração com a solução Bray II.

Há dois anos, o CIAT fez um estudo da interação de P por cal em solos Oxisoles de Carimagua, nos "Lhanos" orientais. O ensaio sofreu muitas enfermidades, resultando rendimentos muito baixos. Contudo, obteve-se uma interação muito marcada entre as aplicações de Cal e P. Máximos rendimen-

tos foram obtidos com 0,4 toneladas de cal/ha. Com aplicações mais altas, os rendimentos baixaram significativamente, provavelmente por deficiência de K e de elementos menores, especialmente Zn e Cu. Com os níveis de cal de 0, 0,4 e 4 ton/ha houve respostas muito definidas a aplicações de 50 e 100 kg P_2O_5 /ha, aplicado em banda no momento de plantar. É provável que não se alcançou o máximo com 100kg P_2O_5 /ha (Fig.5).

Em um ensaio de vasos com solo de Carimagua, obteve-se respostas muito definidas a aplicações de 25, 50, 100 e 200 kg P_2O_5 /ha em termos de peso de raízes e da parte aérea aos quatro meses de idade. Utilizando superfosfato triplo, houve uma resposta ao P ao nível de 100 kg P_2O_5 /ha e com Escórias Thomas, 200kg P_2O_5 /ha. O SFT foi ligeiramente superior às Escórias Thomas (Fig.6).

Em outro ensaio de vasos, recém-colhido, observou-se uma resposta ao P a níveis de até 50 - 100 kg P_2O_5 /ha. Além disso, houve uma resposta ao P residual, aplicado como SFT ou Escórias Thomas no semestre anterior. O efeito residual de uma aplicação de 200 kg/ha P_2O_5 correspondeu a mais ou menos 25 kg P_2O_5 recém aplicado (Fig 7).

A Fertilização Potássica.

Segundo Malavolta (15) o K é necessário para a translação de carboidratos das folhas para as raízes. A deficiência de K aumenta o peso da parte aérea, reduz o peso das raízes e seu conteúdo de amido, e aumenta o conteúdo de HCN (Jacob (10)).

Os ensaios demonstrativos do ICA (9), em Colômbia, deram como re -

sultado respostas positivas a aplicações de 50 - 60 kg/ha de K_2O em 11 dos 14 experimentos. Não houve nenhuma correlação entre o K extraído do solo e a resposta da mandioca a aplicações de K. Contudo, em Madagascar, considera-se o solo deficiente em K se contém menos de 0,06 % de K intercambiável ou se o conteúdo de K nas folhas é inferior a 0,7 %. Cours (6) recomenda a aplicação de K se o conteúdo deste elemento nas folhas é inferior a 1,2 %.

Kumar recomenda a aplicação da metade do K ao plantar e a outra metade depois de um mês. Oke (20) indica que a Mandioca responde melhor ao K_2SO_4 que ao KCl, e que a última fonte reduz a acumulação de amido.

Em um ensaio ao sul de Cali, D. Wholey (informação pessoal) obteve uma resposta muito definida a aplicações de K, e nenhuma resposta a N ou P aplicados sozinhos. Com aplicações de 300 kg/ha de K_2O , os rendimentos se aumentaram em 60 % unicamente em presença de K se obteve uma resposta positiva a aplicações de P e N (Fig. 8). As plantas que receberam aplicações de K tiveram um conteúdo de 1,2% K, enquanto que aquelas sem aplicações de K tiveram um conteúdo de 0,7 % K.

Como se mencionou anteriormente, a mandioca extrai mais K do solo que quase qualquer outro cultivo tropical. Lambourne (14) calculou que extrai mais ou menos 75 kg K_2O /ha em cada colheita. Kumar (13) e Samuels (21) consideraram como ótima uma aplicação de 100 kg K_2O /ha. Este nível corresponde mais ou menos ao nível de 125 - 150 kg KCl/ha, recomendado em Madagascar (7) (17). Almeida não obteve respostas significativas a aplicações de

Em um ensaio de interação de N e K em Carimagua, obteve-se uma res

posta significativa a níveis de tais elementos de até 200 kg de N e 300 kg de K_2O /ha na variedade "Llanera". Com 0 N, esta variedade só respondeu até 150 kg de K_2O /ha, indicando uma interação significativa entre N e K (Fig. 9). No mesmo lugar, observou-se que a aplicação de cal de 0,5 ton/ha aumentou o conteúdo de K nas folhas, porém aplicações mais altas reduziram significativamente o conteúdo de K nas folhas (Fig. 10), o qual poderia ser a razão para que se observe frequentemente um efeito negativo de cal com altas aplicações.

Em um ensaio de vasos com solo de Carimagua, obteve-se a máxima resposta ao K com 200 kg de K_2O /ha, quanto a produção de raízes aos quatro meses. O K_2SO_4 deu ligeiramente melhores resultados que o KCl. O conteúdo nas folhas foi de 1,1 % de K, nos tratamentos de maior rendimento.

Em outro ensaio de vasos, observou-se uma resposta ao K a níveis de até 200kg de K_2O /ha. O K aplicado no semestre anterior teve muito pouco efeito residual, mesmo ao nível de 400 kg de K_2O /ha.

Resumo

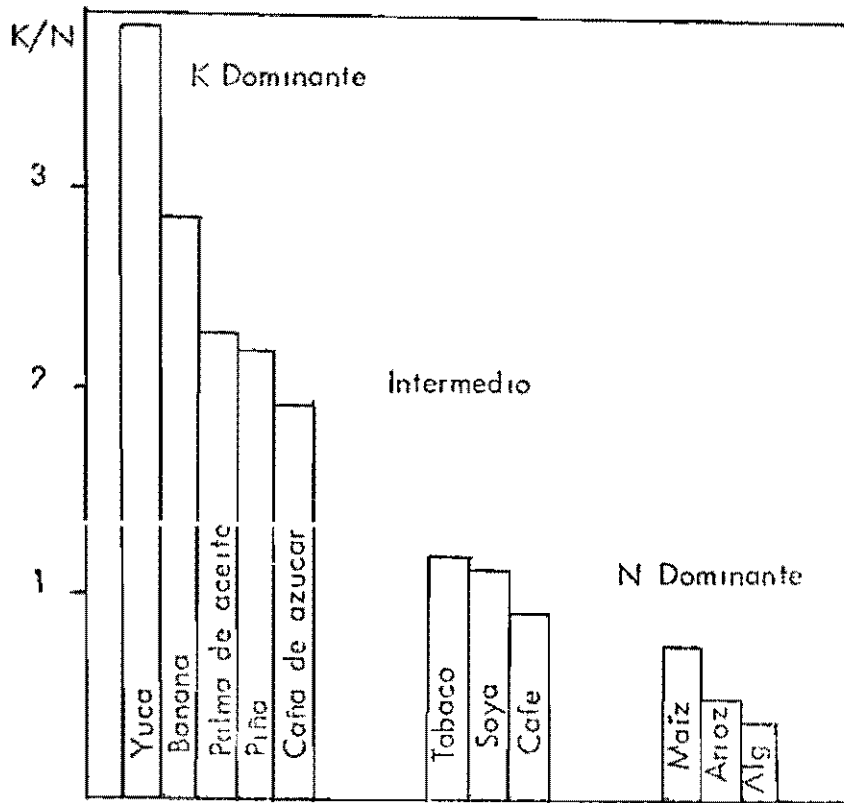
Em geral, a mandioca não responde a fertilização em solos férteis, ou medianamente férteis, porém responde muito à fertilização em solos de baixa fertilidade como os solos oxissolos e solos vulcânicos. Em muitos solos, o elemento mais limitante é o K, devido a grande exigência da mandioca por este elemento. Em geral, recomenda-se uma relação de N - P_2O_5 - K_2O de 1 1 2 até 3 1 2, com fertilizantes aplicados no momento de plantar e ao lado da estaca, porém não em contacto com ela, diretamente

Pode-se fazer uma aplicação adicional de N e K aos dois meses. El
 $K_2^{SO_4}$ parece ser uma melhor fonte de K que o KCl.

.....

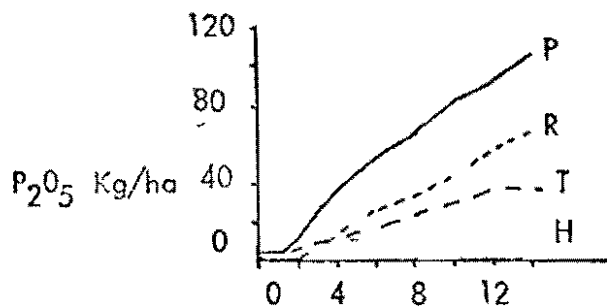
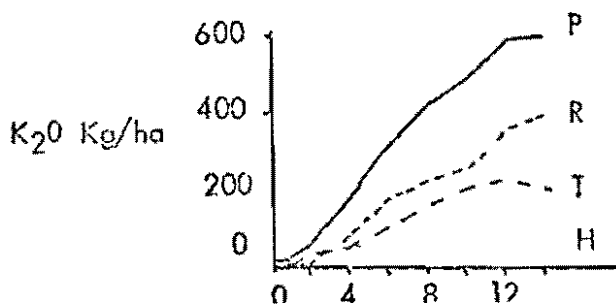
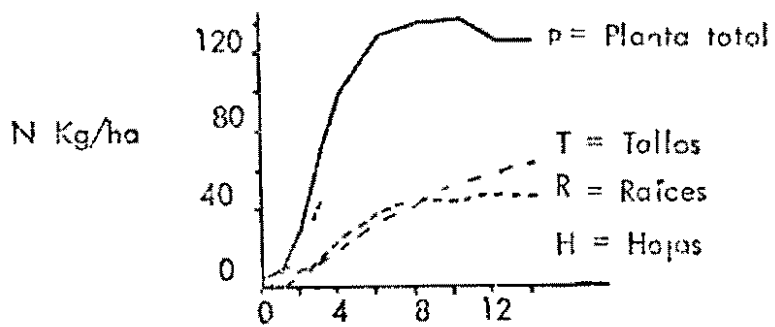
Trad por Amair Gomes Soares de Guéllar, Economista Doméstica da ES C.D.
da Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil

FERTILIZACION DE LA YUCA



LA RELACION K/N DE EXTRACCION DE VARIOS CULTIVOS TROPICALES

Fig 1 La relación K/N de extracción de varios cultivos Tropicales (Prevott (22)).



Meses después de la siembra

Fig 2 Cantidad de Nutrientes en varias partes de la Yuca en diferentes épocas de Crecimiento (Nyholt (19))

PESO SECO - GM/PLANTA

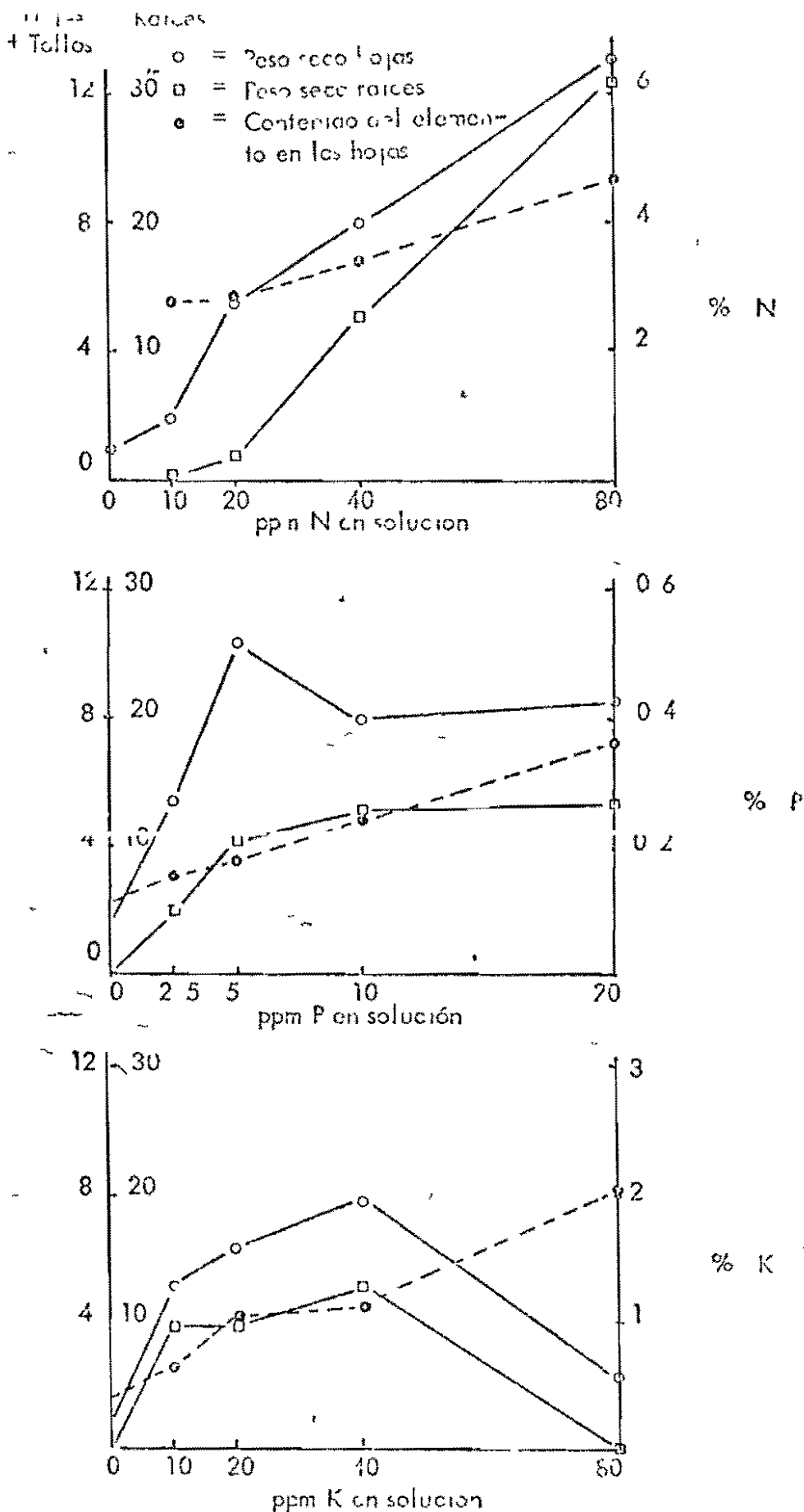


Fig 3 La Producción de raíces y Hojas+Tallos con varios niveles de N, P, K en solución, es nutritiva y los contenidos correspondientes de los elementos en las hojas CI-1-1974

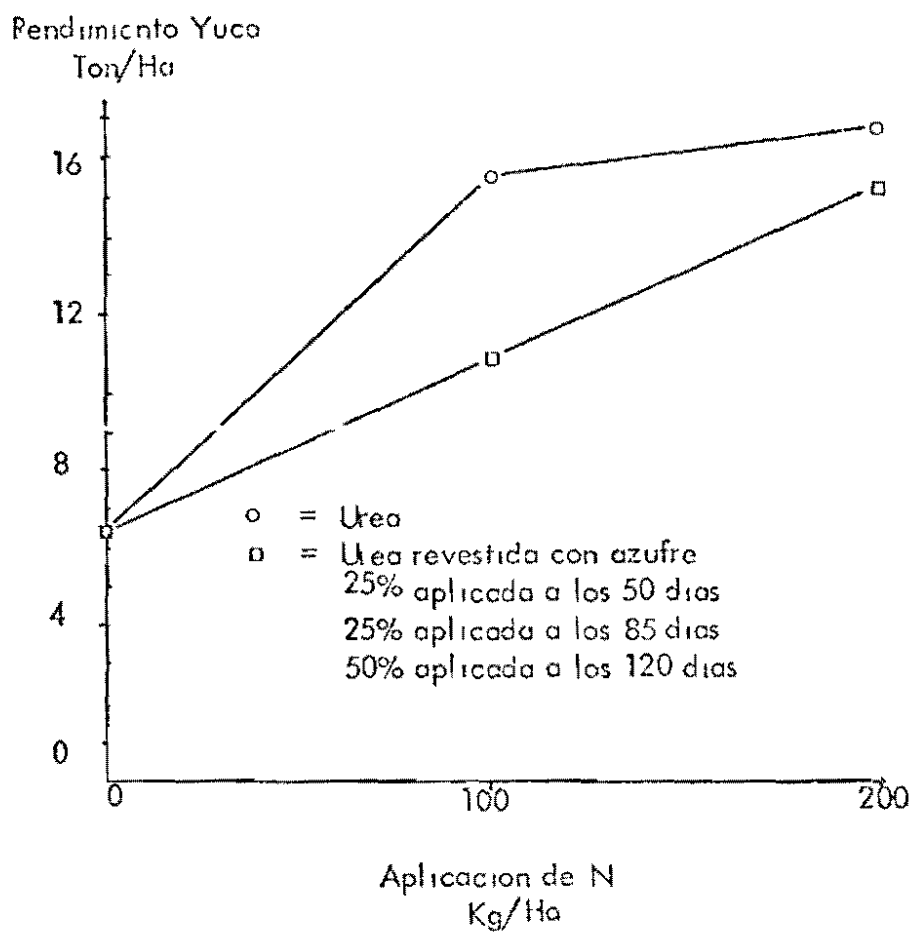


Fig 4 La respuesta de yuca a la aplicacion de tres niveles y dos fuentes de N Carimagua-1973

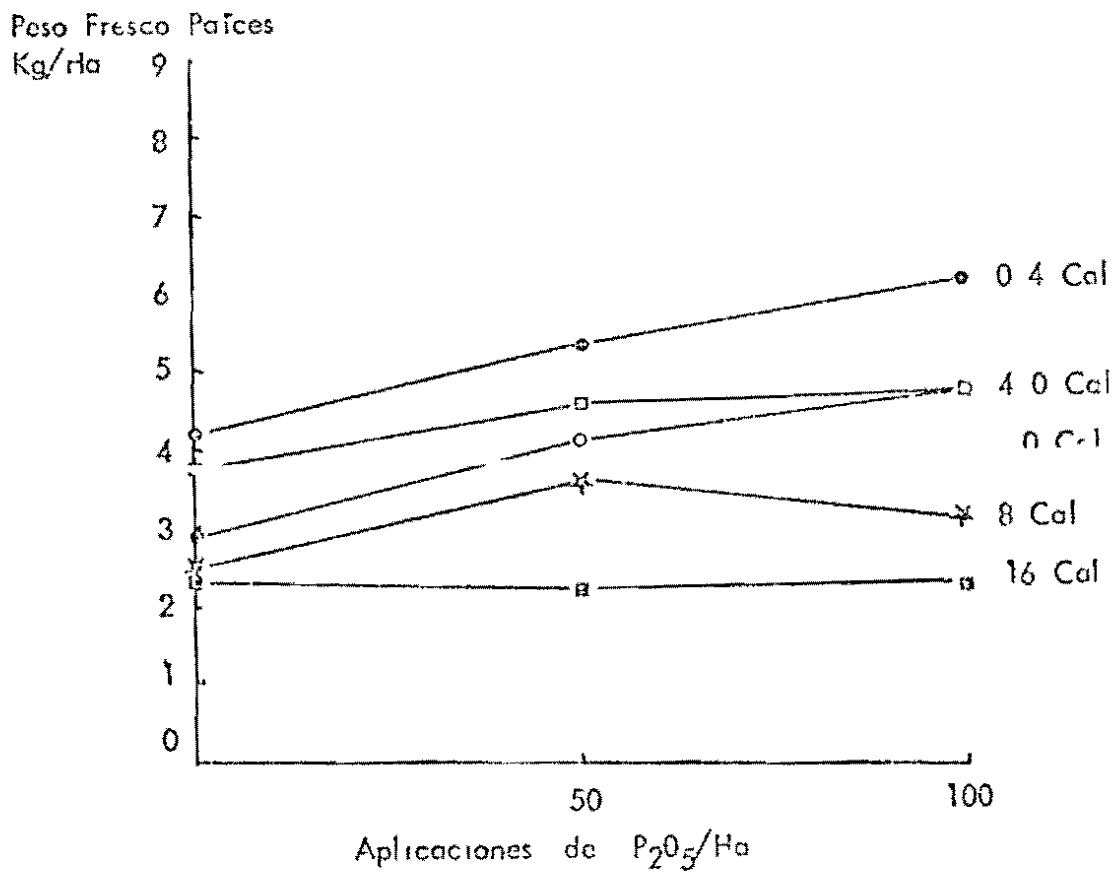


Fig 5 La respuesta de yuca a aplicaciones de P en ban da en parcelas con varios niveles de cal Carimagua 1972

Raíces de la Yuca
gm/planta

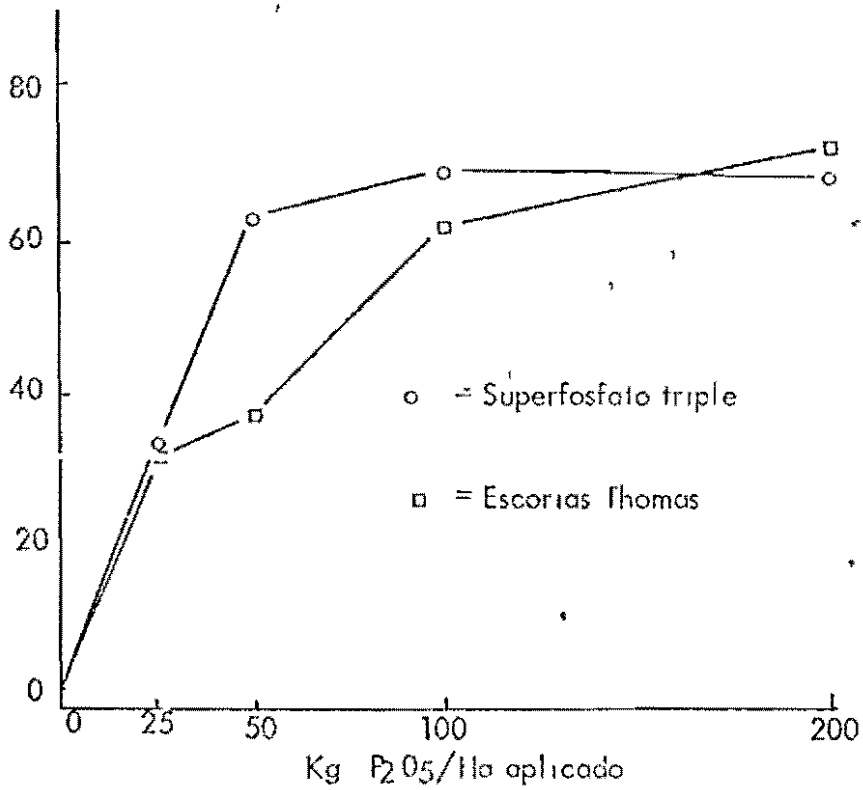


Fig 6 El efecto de aplicaciones de cinco niveles y dos fuentes de P sobre el rendimiento de yuca de seis meses de edad. Ensayo de potes con suelo de Carimagua, CIAT, 1973

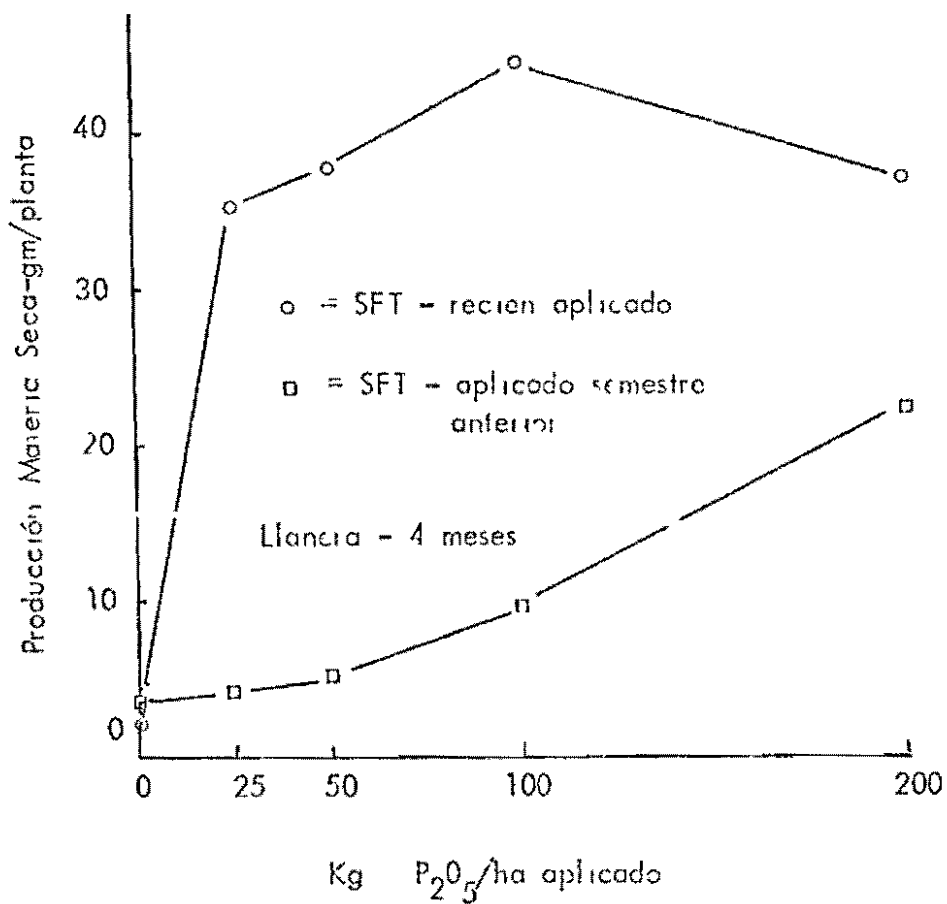


Fig 7 La respuesta de la yuca de cuatro meses de edad a P, aplicado a la siembra o aplicado el semestre anterior. Ensayo de potes con suelo de Carimagua CIAT 1974

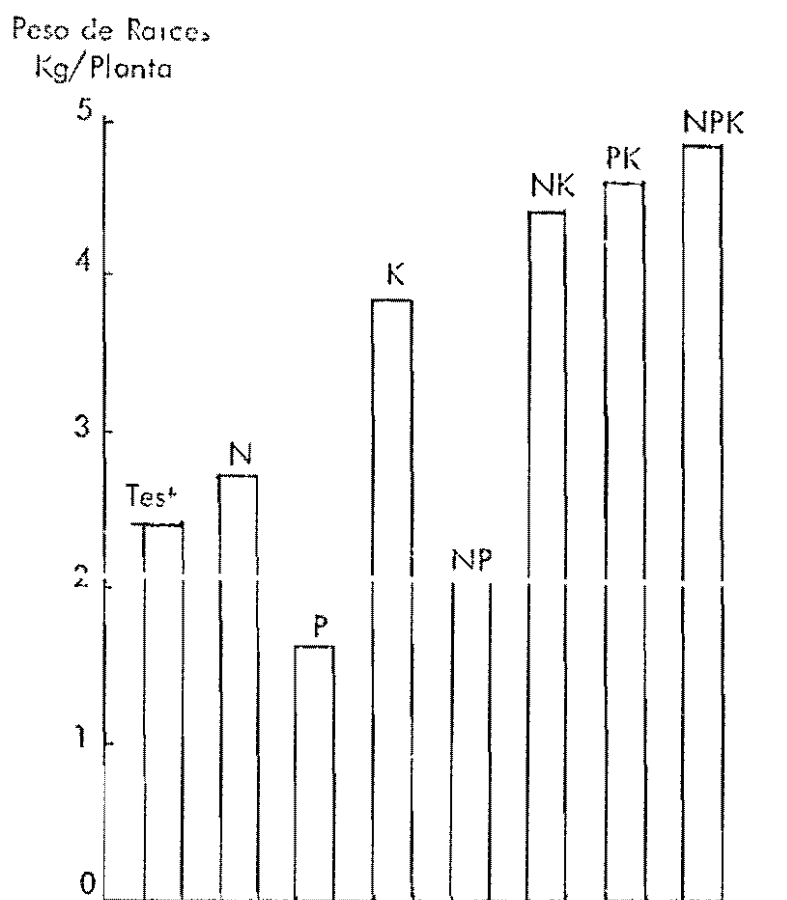


Fig 8 La respuesta de la yuca a aplicaciones de 200 Kg de P y N/ha y de 300 kg K_2O /ha en Jamundi (D Wholey-CIAT- 1973)

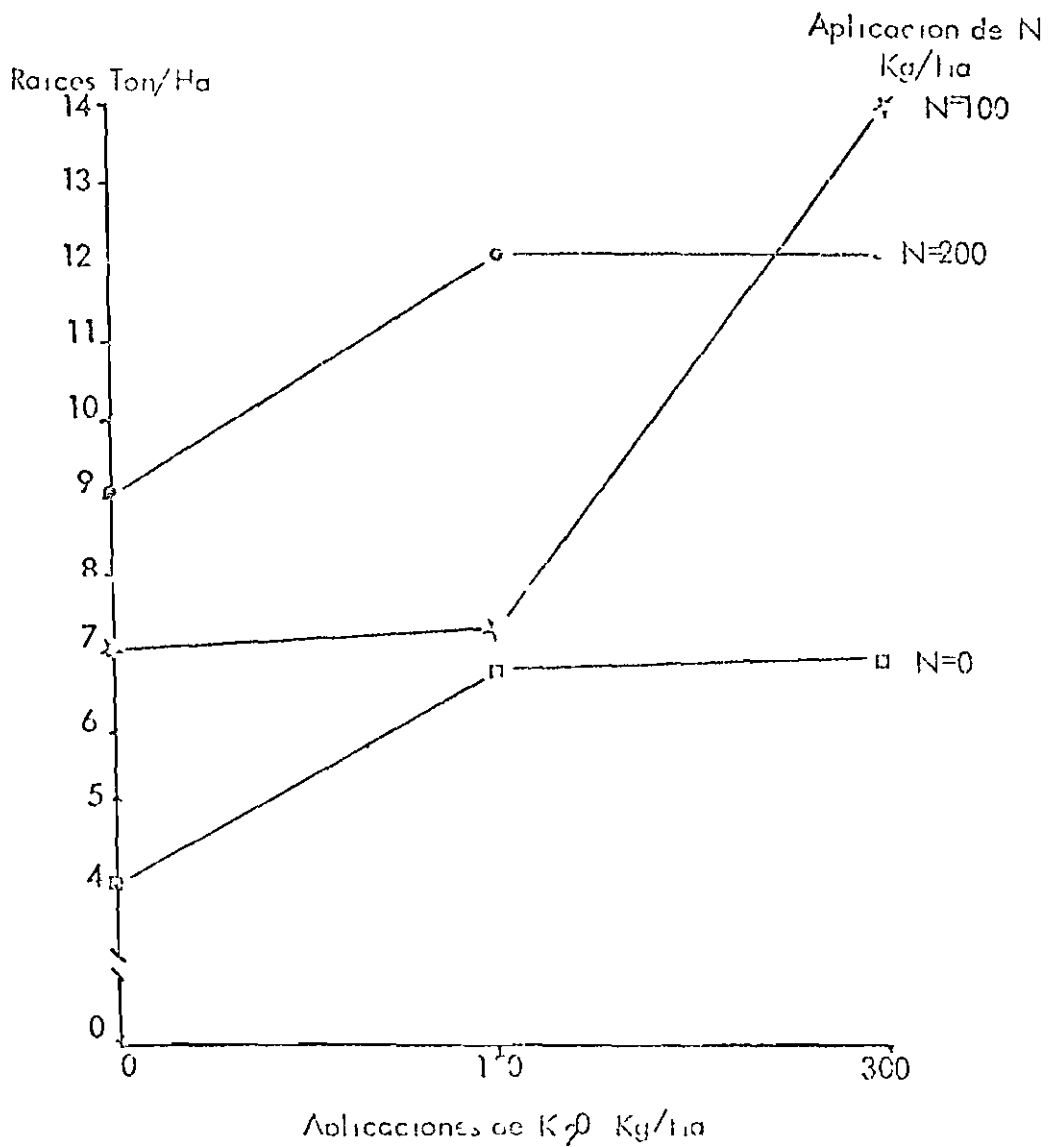


Fig 9 El efecto de aplicaciones de K y N sobre el rendimiento de yuca, Corinto 1972

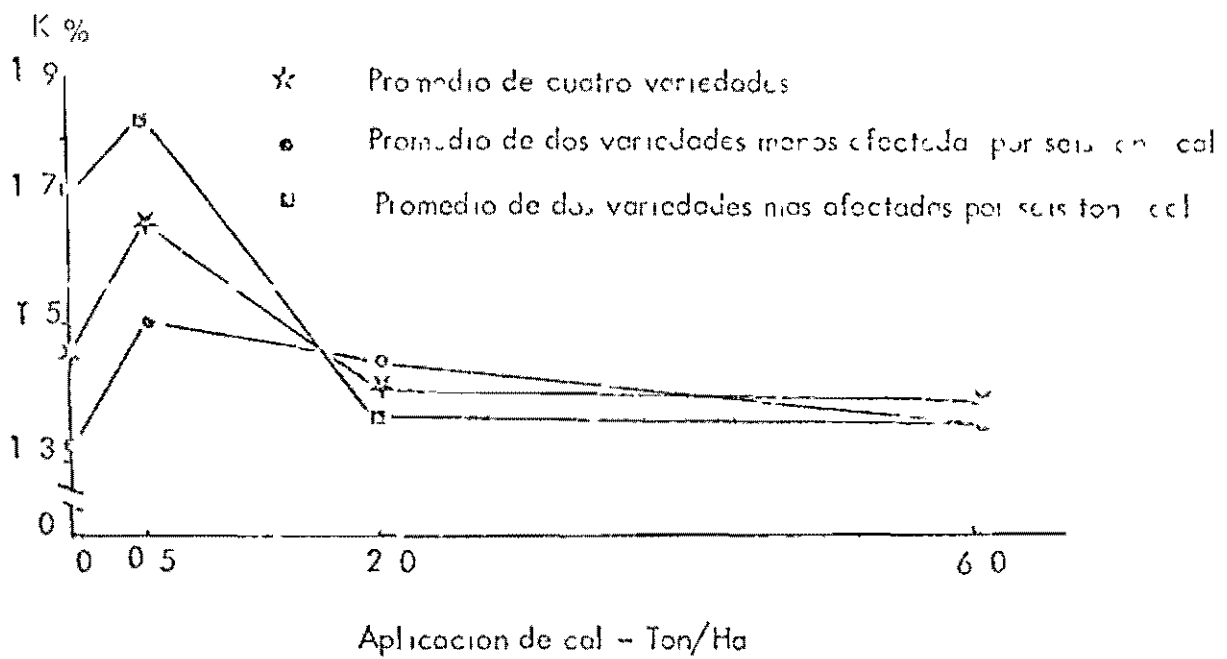


Fig 10 El efecto de aplicaciones de cal sobre el contenido de K en las hojas de yuca de cuatro meses de edad, Carimagua 1972

CURSO ESPECIAL DE APERFEIÇOAMENTO PARA PESQUISADORES DE MANDIOCA

PREPARO DE TERRAS PARA O CULTIVO DE MANDIOCA

Por Alfonso Díaz D *

I. Preparo de terras

1 GENERALIDADES

Entende-se por preparo da terra as diferentes manipulações mecânicas do solo, que consistem em volvear, soltar, rivejar, cultivar e "empacar" a terra. Estas manipulações mecânicas têm como fim fornecer ao solo as condições favoráveis necessárias para o crescimento das plantas. Não se pode dar regras precisas que governem o preparo do solo, porque este responde de maneira diferente, sob condições aparentemente similares, aos diferentes métodos de preparo.

O preparo do solo é uma operação essencial requerida por praticamente todos os cultivos, e é também a operação mais essencial. O tempo adequado, a qualidade e o custo do preparo da terra influenciam tôdas as operações posteriores, tanto rendimentos como outros custos.

Os objetivos e os meios utilizados para alcançá-los terão de variar com as condições impostas pelo tempo, temperatura, água, solo, mão de obra, maquinaria, topografia, pro riecade da terra etc. Nenhum método por si só é correto sob tôdas as condições ou necessariamente incorreto sob tôdas as condições. As decisões de cada semestre sobre o preparo do solo devem ser feitas e as operações devem ser levadas a cabo antes da sementeira. Para selecionar o método é necessário, então, o conhecimento da terra em consideração, assim como alguns princípios que sirvam de guia

* Engenheiro Agrícola M. S. Superintendente da Estação Experimental do CIAT.

2. OBJETIVOS

Os principais objetivos da preparo do solo são

a.- Obter uma boa cama para a semente, isto é, criar as condições favoráveis para o estabelecimento da população desejável de plantas. Tais condições dependem de umidade controlada, ar, nutrientes e condições de temperatura favoráveis para a germinação e enraizamento da planta.

b.- Adicionar matéria orgânica ao solo ao incorporar a vegetação que o cobre

c.- Permitir a circulação do ar no solo

d.- Estimular a atividade microbiana e liberar os nutrientes do solo.

e.- Destruir ervas daninhas, insetos, assim como seus ovos e larvas. Isto se pode conseguir através de temperaturas excessivamente altas ou baixas, abastecimento excessivo ou deficiente de água, luz ou radiação deficiente ou excessiva, substâncias químicas excessivas ou deficientes, eliminação ou destruição física.

f. Favorecer o crescimento posterior das plantas desejadas, o que pode ser obtido mediante a incorporação e diluição de fertilizantes e outros materiais para sua posterior liberação lenta, aumentando o volume e reduzindo a densidade da massa do solo superficial para permitir uma maior capacidade de retenção de água e uma maior facilidade de penetração das raízes, de forma tal que haja uma melhor utilização dos nutrientes retidos pelas partículas coloidais, aumentando a absorção da água por parte das raízes, e controlando o movimentos da água fora do alcance destas.

II. Operações para o preparo da terra

As operações para o preparo do solo podem classifica-se em primárias e secundárias. Os labores primários são aqueles que se efetuam com ferramentas, tais como arados de discos, arados de "vertedera", arados de rastros, arados de cinzel, lâminas, de subsolo, arados rotatórios. As operações ou labores secundários se efetuam com implementos como os rastros de discos, de dentes rípidos, dentes flexíveis, aração rotatória, sãvizadoras etc.

Um preparo de terra inclui os seguintes labores

1. Limpeza do terreno Em terras virgens, este trabalho é muito grande, lento e custoso, já que deve incluir a eliminação da vegetação arbórea, desbaste, picada de materiais menores como ervas daninhas e ramos, picada de raízes e limpeza de rochas e pedras. O mais usado para estes trabalhos é o "buldozer", ao qual se substitui a lâmina comum para arrastar terra, por implementos especiais.

Para picar as raízes superficiais se utilizam rastras de discos dentados e para as raízes enterradas, arados de cinzel que penetram no solo, cortando-o.

Quando se trata de preparar terras cobertas de pasto ou resíduos de colheita, a limpeza se efetua com implementos que piquem o pasto ou resíduos, permitindo sua incorporação ou queima, segundo preferência ou condições do lugar. Este labor se realiza com gradinha ou rastras (rastros-arados) de discos com dentes.

2. Aradura. Existem diferentes equipamentos para realizar este labor. São comuns os arados de discos e de "vertedera", porém se estende o uso de outros implementos tais como arados de subsolo, arados rotatórios e de cinzel.

A aradura consiste no corte e inversão da capa superficial do solo. A profundidade deste labor está condicionada ao solo mesmo, sendo de menor profundidade em solos soltos. Outros fatores que condicionam a profundidade da aradura são o tipo e desenvolvimento das raízes dos cultivos a serem estabelecidos, sementes ou partes vegetativas a plantar, formação de camadas duras ("hard pan") nos solos, capacidade do equipamento disponível, condições de umidade do solo etc. A profundidade da aradura varia, em geral, de 15 a 60 cm.

Os arados se classificam em

a. Arados de "vertedera" Estes cortam o solo mediante uma relha e o volteiam com o vertedouro. Há diferentes tipos de vertedouros, cujo uso depende do tipo do solo.

b. Arados de discos Estes surgiram para diminuir a força de tração necessária para os de vertedouro, uma vez que, ao girar, os discos diminuem o raçamento.

Suas vantagens são: podem ser usados em solos muito duros, ou muito úmidos. A inclinação dos discos pode variar para adaptá-los aos terrenos soltos.

c. Arado rotatório Implemento composto de um rotor, acionado pelo "tomafuerza" do trator, sobre o qual está implantada um certo número de lamina de desenho especial. Estes arados são particularmente úteis no cultivo de hortaliças e na adequação das terras provenientes de pastos ou restolhos, pela forma uniforme de picar e incorporar os resíduos da colheita, além de diminuir a passagem de equipamentos pelo terreno que está em preparo. São também muito recomendados para complementação, quando se re-

quer uma superfície de materiais muito finos

d. Arados de canel compostos de um conjunto de lâminas rígidas ou flexíveis, a maneira de escardilhos que rompem as camadas duras formadas debaixo da profundidade normal do preparo

e. Arados de subsolo equipamento muito especializado para romper as camadas duras dos solos a profundidades que variam entre 45 e 90 cm, compostos de uma ponta cortante em um braço rígido, de profundidade variável. Pode levar aconclados torpedos que, avançando depois da ponta de corte, formam um tubo de drenagem. Sua função principal é melhorar a drenagem interna do solo e permitir melhor distribuição e profundidade das raízes

3 Rastreio este trabalho compreende o rompimento dos torrões do solo, deixando-o mais fino e uniforme para os trabalhos posteriores. Seu trabalho é mais superficial

Existem várias classes de rastrilhos

a. Rastrilhos de pua são usados para reduzir o torrão

b. Rastrilhos de dentes flexíveis são usados para reduzir o torrão e são muito úteis para polir o terreno e mantê-lo livre de ervas daninhas durante a sementeira.

c. Rastrilhos de discos são, junto com o arado, os implementos mais úteis em toda fazenda. Existem vários tipos que diferem notavelmente em tamanho, peso, número de discos e diâmetro destes. Os maiores são denominados rastro-arados e são de grande utilidade para a preparação de terras e, inclusive, substituem o arado nos solos ligeiros. Os de menor peso e tamanho são denominados polidores e seu trabalho é acondicionar a superfície

do solo para a sementeira

d. Empedação rotatório. Instrumento comumente chamado "diabo", utilizado para romper a crosta de solo, formada pelas chuvas ou pela regadura em solos de textura muito fina, para facilitar a germinação das sementes. Também controla muito bem as ervas daninhas na primeira fase do crescimento do cultivo e quando aquelas estão começando a germinar. Está composto por dentes em forma de estrela acoplados a uma barra, que gira ao ser deslocado o implemento

4. Nivelação operação de importância fundamental para o melhor aproveitamento do solo consiste em emparelhar os lotes de terrenos, mudando as pendentes naturais por outras eleitas de acordo ao estudo topográfico, podendo ficar o solo a nível em todos os sentidos ou com uma ou duas pendentes. A operação de nivelação pode ser só de micro-relevo e, neste caso, respeitam-se as pendentes naturais, emparelhando a superfície.

III. Sistemas de Preparo de Solos

1. Sistema convencional Consiste em combinar as operações primárias e secundárias de lavoura, usadas normalmente para o preparo da cama para um cultivo e área determinada

2. Sistema de lavoura mínima É a manipulação mínima do solo, necessária para a produção dos cultivos ou para preencher os requisitos de preparo, sob as condições existentes no solo

3. Sistema de sementeira sem preparo É um procedimento mediante o qual semeia-se diretamente sobre uma cama essencialmente não preparada

4. Sistema de preparo reduzido Consiste em efetuar as operações

primárias de preparo em combinação com labores especiais de sementeira para reduzir ou eliminar operações secundárias

IV. Preparo de Terras para o Cultivo da Mandioca

Não há, até o presente, um conhecimento baseado em uma investigação sistemática a cerca do efeito ou efeitos do preparo do solo sobre a produção da mandioca. Alguns agricultores afirmam que plantar em camalhões reduz o rendimento de campo e outros afirmam o contrário. No CIAT, em geral, planta-se em camalhões, e observou-se que desta forma evita-se a podridão das raízes. Contudo, é necessário adquirir mais informação neste campo.

Na atualidade, iniciou-se um ensaio sobre sistemas de plantar a mandioca, com o fim de

- (1) Medir o efeito dos sistemas de plantação no rendimento.
- (2) Medir o efeito dos sistemas na distribuição e tamanho das raízes da mandioca.
- (3) Avaliar a facilidade da colheita manual com os diversos sistemas.
- (4) Medir o efeito que tenham os sistemas na podridão da raiz.
- (5) Avaliar economicamente os sistemas de plantação da mandioca.

O ensaio está sendo realizado nos terrenos do CIAT, em uma área de 4 hectares. O projeto experimental é o de blocos ao acaso com quatro repetições e 4 diferentes sistemas de preparo e plantação.

Os quatro sistemas de preparo e plantação são

- 1) Camalhão empinado com cristas a 1 metro de distância. O preparo do solo consistiu em uma aradura, dois rastreios com rastria de dentes flexíveis, rastreio com rastrilho de discos, formação de sulcos a 1m de distância

cia para formar os camalhões enrolados

2) Camas altas com cristas a 1,50 m de distância Para a plantação nesta forma, preparou-se o terreno assim uma aradura, um rastreio com rastriho de dentes flexíveis, construção dos camalhões a 1,50 m de distância com o arado rotatório (rototiller) e um conformador de camalhões acoplada na parte posterior O tamanho do camalhão é de 0,80 m de base, por 0,40 m de alto, por 0,40 m de crista

3) Camas altas a uma distância entre os sulcos de 1,30 m. O preparo do terreno se efetuou da seguinte forma uma aradura, um rastreio com rastriho de dentes flexíveis, construção de camas com o arado rotatório (rototiller) e um conformador de camas acoplado na parte posterior As camas com 1,30 m de base, 0,25 m de alto e 1,20 m de crista

4) Plantação em plano ou cama plana Para plantar segundo este sistema, realizaram-se as seguintes operações uma aradura, dois rastreios com dentes flexíveis e três polimentos com rastriho de discos

O número de parcelas para o estudo é de 16 e seu tamanho é de 2.300 m². A população é de 10.000 plantas por ha e o tamanho da estaca plantada é de 0,20 m O tipo de plantação selecionado foi o de colocar a estaca no solo verticalmente.

PREPARO DE TERRAS PARA O CULTIVO DA MAMBOCA

NO LOTE H-2 NORTE

TRATAMENTO I

Camalhão empinado com cristas a 1,0 m de distância

<u>LABOR</u>	<u>Nº de VÊZES</u>	<u>TPO \bar{Y}/PARCELA (HORAS)</u>
Arado de discos	1	1,0
Rastra de dentes flexíveis	2	0,4
Rastra de discos	3	0,6
Sulcadora	1	1,0
Tpo TOTAL/parcela		<u>3,0</u>
TOTAL Labores	7	

TRATAMENTO II

Camalhão alto com cristas a 1,50 m

<u>LABOR</u>	<u>Nº de VÊZES</u>	<u>TPO \bar{X}/PARCELA (HORAS)</u>
Arado de discos	1	1,00
Rastra de dentes flexíveis	1	0,20
Conformador de camalhões	2	<u>2,45</u>
Tpo TOTAL/parcela		3,65
TOTAL Labores	4	

TRATAMENTO III

Camã larga a 1,80 m entre os sulcos

LABOR	N.º de VÊZES	TPO \bar{X} /PARCELA (HORAS)
Arado de discos	1	1,0
Rastra de dentes flexíveis	1	0,2
Conformador de camas	3	<u>2,4</u>
Tpo. TOTAL/parcela		3,6
TOTAL Labores	5	

TRATAMENTO IV

Plantação em plano

LABOR	N.º DE VÊZES	TPO \bar{X} /PARCELA (HORAS)
Arado de discos	1	1,0
Rastra de dentes flexíveis	2	0,4
Rastra de discos	3	<u>0,6</u>
Tpo. TOTAL/parcela		2,0
TOTAL Labores	6	

TRATAMENTO	TEMPO DE PREP/PARCELAS (HORAS)	HORAS TRATOR POR
I	3,00	12,60
II	3,65	15,33
III	3,60	15,12
IV	2,0	8,40

Bibliografía consultada

- 1 - A.S.A.E. , 1971, Agricultural Engineering Yearbook
- 2.- Díaz, A e M , López , 1971, Preparación de tierras (mimeografado)
CIAT, Palmira , 5p
- 3.- Johnson, L 1971 , Preparación de tierras(mimeografado), CI-T, Palmira, 8 p.
- 4.- Toro, J C. 1974, Proyecto de Prácticas culturales para yuca (mimeografado)
- 5.- Tascón, E. 1972, Preparación de Tierras, Curso de Produção Pecuária (mimeografado), 8 p

Trad. por Amar Gomes Soares de Cuéllar

CURSO ESPECIAL DE TREINAMENTO PARA INVESTIGADORES DE MANDIOCA

FORMA E TAMANHO DA PARCELA PARA EXPERIMENTOS DE CAMPO

Luis Hernán Rodríguez

INTRODUÇÃO

Em qualquer experimento de campo, o investigador sente a necessidade de controlar a variação de suas observações, seja ela por razões próprias do material utilizado ou do meio ambiente no qual sua investigação se leva a cabo. O esquema estatístico de experimentos está orientado para o controle das diversas fontes de erros e a eficiência medida a sua vantagem sobre outros esquemas.

Uma interrogação se apresenta ante o pesquisador quando trate de decidir qual ^{deve} ser a margem de erro permissível para que suas conclusões tenham a validade requerida. Vários autores na literatura estatística estão de acordo que o tamanho da amostra (número de unidades observadas) é a melhor maneira de controlar o erro já que o seu tamanho está em proporção inversa ao erro.

Em muitos experimentos agrícolas, a unidade experimental não é uma planta somente mas sim, um grupo de plantas chamado parcela. Nestes casos, o investigador se encontra ante o problema, não só de obter um número de plantas para serem observadas, como também diante da necessidade de decidir qual é o tamanho e forma da parcela que agrupa tais plantas. Esta necessidade nasce de duas considerações em especial: uma do tipo estatístico (para controlar o erro experimental) e outra do tipo ambiental criada pelas condições físicas do lugar destinado a realização do experimento.

TAMANHO E FORMA DA PARCELA

Kempthorne() indica a seguinte expressão para a variância por unidade de área para colheitas de cultivos com parcelas de X unidades de superfície

$$V_x = \frac{V_1}{X^b} \quad \text{Eq 1}$$

(Eq = Equação)

donde b é o índice de variabilidade do solo (0 < b < 1) e mede a correlação entre unidades vizinhas Para b= 0 é de se esperar que a variância se reduza mediante o uso de parcelas de maior tamanho, b= 0 quando as X unidades que formam a parcela estão perfeitamente correlacionadas A equação 1, diz Kempthorne, pode ser interpretada na seguinte forma

" Suponhamos que vamos utilizar uma área fixa de tal maneira que teremos a oportunidade de eleger r parcelas com X unidades cada uma, 2 r parcelas de X/2 unidades, 3r parcelas de X/3 unidades etc, para cada tratamento"

O uso da equação 1 neste tipo de seleção do tamanho da parcela conduz a relação

$$\frac{1}{kr} \frac{V_1}{\left(\frac{X}{k}\right)^b} = \frac{V_1}{rx^b} \frac{1}{k(1-b)} \quad \text{Eq 2}$$

para o caso de kr repetições A eq 2 decresce quando k (no de tratamentos) aumenta Isto poderia indicar que o uso de parcelas tão pequenas quanto possíveis é uma maneira de controlar a variância de eq 1 Entretanto, existe um

limite interior para o tamanho da parcela, não só por razões de manejo da parcela de tamanho reduzido cujo custo chegue a ser tão excessivo que a redução de erro reportado seja pouco prática, como também porque o número de plantas utilizadas como bordos para prevenir o efeito recíproco de dois tratamentos contíguos seja demasiado grande.

A forma da parcela ter sido reportado por vários autores como um efeito de interesse muito pequeno na variação MAMA^ I ARIAS () em um experimente levado a cabo com feijão (Phaseolus vulgaris) estabelece que a forma da parcela e o tamanho da mesma devem "guardar uma relação tal que em vez de aumentar a precisão dos resultados, reduza o custo das operações, se deseja lograr maior eficiência.

Tamanho da parcela Um método para estimar o tamanho ótimo da parcela foi apresentado por Koch e Rigney () que pode ser resumido na forma seguinte:

Método 1 Estimação da heterogeneidade do solo para dados uniformes. O método aceito é o indicado na introdução, exceto que a equação é apresentada na sua forma logarítmica:

$$\text{Log } \bar{VX} = \text{log } V - b \text{ log } X, \quad \text{Eq } 3$$

a variação de parcelas de diferentes tamanhos se calcula a partir de cada unidade por parcela e desenhada em um papel logarítmico contra o número de unidades por planta. O coeficiente de regressão b pode ser estimado mediante os métodos estatísticos comuns (v b mínimos quadrados).

A fim de utilizar b para determinar o tamanho da parcela se requiere a consideração de duas estimações do custo

k_1 = a parte do custo total que é proporcional do número de parcelas em cada tratamento,

k_2 = a parte do custo total que é proporcional à área total por tratamento

O tamanho ótimo da parcela para experimentos que não requerem filas como guardas será

$$x = \frac{b k_1}{(1-b)k_2} \quad \text{Eq 3}$$

Método 2 Estimação da heterogeneidade do solo para dados experimentais Este método requer uma estimação da variância de parcelas de vários tamanhos dentro de uma área fixa Pode se obtida de outros experimentos se os dados podem ser ajustados para os efeitos dos tratamentos Por exemplo, o desenho de parcelas divididas pode ser reconstruído para dar

- a variância entre unidades do tamanho de uma replicação
- a variância entre unidades do tamanho de uma parcela principal

- a variância entre unidades do tamanho de uma sub-parcela

O problema se reduz em reconstruir a análise de variância de um experimento com forma tal que simule uniformidade dos dados A única diferença com o método 1 consiste na presença dos efeitos de tratamento no desenho utilizado

Para um maior detalhe sobre o uso deste método, veja se o artigo citado

Deve se enfatizar o fato de que a decisão sobre o tamanho da parcela se faz com base em experimentos realizados nos quais existem uniformidade dos dados e mediante a análise do índice de heterogeneidade do solo para parcelas de diferentes tamanhos. Para estimar as constantes da equação Hatheway e Williams () desenvolveram um método para estimar os componentes de variância para obter uma estimativa investigada de b na equação 2

A FONJA () apresenta um exemplo de análises de um experimento sob condições de uniformidade nos dados para um cultivo de mandioca com o seguinte resultado

" Quando a relação do custo total por parcela com o custo por unidade de área cae dentro dos valores 1 e 2, o tamanho de parcela ótima está entre 16 e 32 plantas por parcela

O método utilizado por este autor consiste em medir a variabilidade por meio do erro-standard ou o coeficiente de variação, usando experimentos com dados uniformes nos quais não se aplica tratamentos

O método de análise pode ser resumido assim

1 As plantas foram semeadas a distâncias de 3 pés em camas separadas por 4 pés, colhidas na forma individual, 2014 plantas forma utilizadas

2 As seguintes formas e tamanhos de parcelas foram utilizadas

No de filas por parcela	No de unidades por parcela				
1	4	8	16		
2	2	4	8	16	
4	1	2	4	8	16

3 Cálculo das variâncias (baseadas em uma unidade para tornar-las comparáveis)

$$V_{p\lambda} = \left[\frac{\sum Y_x^2}{P_x} - \frac{(\sum Y_x)^2}{P_x N_x} \right] - (N_x - 1) \quad \text{Eq 4}$$

N_λ = Número de parcelas de tamanho λ ,

P_λ = Número de plantas observadas em uma parcela de C unidades

= XP1 quando não há perda de plantas,

Y_x = rendimento de uma parcela de tamanho X,

\bar{Y}_x = rendimento médio de uma parcela de tamanho λ

A variância entre rendimento de parcelas se obteve mediante

$$V(x) = \left[\frac{\sum Y_x^2}{N_x} - \frac{(\sum Y_x)^2}{N_x} \right] - (N_x - 1) \quad \text{Eq 5}$$

e a variância por unidade de área como

$$V_x = \frac{V(x)}{X^2} \quad \text{Eq 6}$$

Se não existem plantas perdidas,

$$V_x = \frac{P_x^2}{X^2} V_{p_x} = P_x^2 V_{p_x}$$

Ou seja, a variância por unidade de área para parcelas de tamanho x

$$= \frac{(\text{No de plantas por parcela de tamanho } x)^2}{(\text{tamanho da parcela})^2} \times \text{variância por planta}$$

Os coeficientes de variação correspondentes a Eq 4 e Eq 5

$$(CV)_p = \left(\frac{\sqrt{V_{p_x}}}{\bar{Y}_p} \right) \times 100 \quad \text{Eq 7}$$

$$(CV)_x = \left(\frac{\sqrt{V_x}}{\bar{Y}_1} \right), \quad \text{Eq 8}$$

donde,

\bar{Y}_p = Rendimento médio por planta

\bar{Y}_1 = Rendimento médio da unidade mais pequena

Se não há plantas perdidas, estes coeficientes são iguais

Para estimar b em Eq 2, se utiliza

$$b = \frac{\sum [w \log x \log V_x] - [(\sum w \log x \sum w \log V_x) - \sum w]}{\sum w (\log x)^2 - (\sum w \log x)^2 - \sum w}$$

donde $w = N_x - 1$

A aplicação das fórmulas anteriores mostra os seguintes resultados (Afonja Biyi ())

No Plantas	No de unidades	No de filas			Variância Média
		1	2	4	
4	1	6 39	7 09	7 79	7 09
8	2	3 10	3 22	4 67	3 66
16	4	1 17	1 68	2 10	1 83
32	8	-	1 07	1 03	1 05
64	16	-	-	0 77	0 77
4	1	79 2	85 1	92 7	85 7
8	2	39 1	38 9	42 0	40 0
16	4	20 6	20 0	16 6	19 8
32	8	-	10 6	10 4	10 5
64	16	-	-	6 8	6 8

Com as seguintes coeficientes de variação por planta

No de unidade	No de filas			Variância Média
	1	2	4	
1	38 1	40 1	42 0	40 1
2	26 5	27 0	32 1	28 7
4	19 7	19 5	21 8	20 3
8	-	15 5	15 3	15 4
16	-	-	13 2	13 2

Por unidade mais pequena

1	41 5	43 0	44 9	43 2
2	29 2	29 1	30 0	29 5
4	21 2	20 9	20 1	20 7
8	-	15 1	15 1	15 1
16	-	-	12 2	12 2

A variabilidade não se acha afetada pelo número de filas utilizado, um aumento do tamanho de parcela de 4 plantas a 16 reduz a variação em 75% e os coeficientes de variação em 50% , um maior aumento no tamanho de parcela não reduz a variância em forma substancial

A unidade de Biometria do CIAT levou a cabo um estudo sobre um experimento com a mandioca cujo resultado foi

- 1 Existe uma grande variação por planta
- 2 O aumento do tamanho de parcela não produziu uma redução substancial na variação por parcela

Resumo O investigador ante o problema de decidir a forma e o tamanho da parcela ótimas para ensaios em mandioca, não tem uma solução geral que lhe permita chegar a uma conclusão imediata Faz-se necessário levar em conta a heterogeneidade do solo e o custo de manejo por parcela para mediante experimentos realizados ou por realizar, poder calcular a forma e tamanho de parcela ótimos dada as condições de sua localidade na qual realiza o seu experimento

Um método para este cálculo tem sido esgotado

BIBLIOGRAFIA

- A Fonja, Bivi (1967) Analysis of a uniformity trial on
Cassava Expt Agric, 4, PP 135
- Hatheway, W h Williams, E J (1958) Efficient estimation
of the relationship between plot size and the variability
of crop yields Biometrics, June
- Kempthorne, Oscar (1967) The design and analysis of experiments
John Wiley & sons Inc London
- Koch F J Rigney, J A (1951) A method of estimating optimum
plot size from experimental data Agronomy Journal 43 17
- Mamani, Leoncio (1972) Tamaño de la parcela para ensayos
de rendimiento en frijol Comunicaciones Turrialba Vol
22, Num4

1388
Port

C I A T

SELEÇÃO E PREPARAÇÃO DE MATERIAL DE MANDIOCA PARA PLANTIO

Por Ernesto Celis - Julio César Toro

No cultivo da mandioca são utilizados pedaços do caule como material de propagação ou plantio

A SELEÇÃO -

1 Idade: Ao selecionar estacas para semear um experimento deve-se ter o cuidado de tomá-las de plantas que tenham a mesma idade, uma vez que estacas tomadas de plantas de seis meses, por exemplo, darão um material de propagação com menor conteúdo de reservas energéticas do que material tomado de plantas de doze meses, com o qual se obteriam plantas diferentes em seu desenvolvimento inicial, Whaley (comunicação pessoal) se refere à diferença que há no desenvolvimento inicial ao utilizar estacas com diferentes conteúdos de reservas energéticas.

2 Parte da planta Este fator está diretamente relacionado com a idade. De uma planta muito jovem, três meses, por exemplo, somente se poderia tomar uma porção pequena da seção basal do caule como semente para plantar em condições de campo. À medida que a planta tem mais idade e o caule acumula mais reservas, pode-se ir aumentando a parte da planta da qual se tomam as estacas, até chegar a obter boa semente, para semeadura em condições de campo, utilizando de uma planta madura, o terço basal médio e ainda parte do terço apical. No entanto, como pode haver diferenças no desenvolvimento inicial ao tomar estacas de diferentes partes da planta, é preferível selecionar o material de propagação unicamente de um terço da planta quando este material está destinado à experimentação.

Ao fazer se uma revisão de literatura, observa-se que há diferenças na recomendação no que diz respeito a parte da planta da qual se deve tomar as estacas Farlie, (5) por exemplo, diz "O índice de pega, número de brotos e rendimento são independentes da procedência basal média ou apical da estaca"

Delgado, (4) encontrou que resultados melhores foram obtidos com sementes tomadas da parte lenhosa (basal) do que do extremo apical da planta

Costa (3) considera adequado obter o material de propagação da parte média da planta

Jeyaseelan, (6) diz que as estacas devem ser tomadas da parte basal

Alguns investigadores afirmam que não há diferença no material de propagação ao tomá-lo de diferentes partes da planta mas outros pesquisadores afirmam o contrário. Então, ante a possibilidade de haver diferenças é recomendável tomar somente uma parte determinada da planta ao selecionar o material para uso em experimentos. Somente alterando-se esta orientação quando experimentos anteriores, realizados em condições de trabalho, indiquem que não há esta diferença com os materiais testados no meio.

3 Sanidade da plantação É conveniente abandonar como fonte de sementes uma plantação afetada por doenças que podem ser transmitidas através das estacas e que afetam a produtividade. Assim, tem-se os casos de todas as viroses, bacterioses e fungos corticais como é a que causa o super alongamento e as que afetam o tecido lenhoso como Diplodia sp Glomerella sp, Fusarium sp, etc. Lozano (comunicação pessoal), em todos estes casos, deve-se desprezar mesmo aquelas plantas que se mostram sadias, mas que resultam de uma plantação afetada

Igualmente, se o caule está atacado por algum inseto é conveniente não usá-lo ou, pelo menos eliminar a parte praguejada

4 Viabilidade da estaca Ao cortar o caule de uma planta de mandioca, imediatamente observa-se que da zona cortical aflue latex, característica de plantas da família euforbiaceae. A presença deste latex serve para determinar o poder de brotação do material já que o seu conteúdo está relacionado com a percentagem de unidade da estaca.

Segun do CIA. (1) a perda de 10% de unidade na estaca resultará em equivalente redução na percentagem de germinação, se aquela sofrer um decréscimo de 20% a germinação chegará a 50%, e pode tornar-se inaproveitável totalmente se a estaca perder 60% da aludida umidade.

Um pedaço do caule desprendido da planta e exposto ao sol diminui rapidamente seu poder germinativo chegando em alguns casos a inutilizar-se se exposto durante 8 dias às condições adversas.

Em experimento deve-se utilizar material de propagação uniformemente fresco [conteúdo de unidade]. Assim, se o experimento a realizar envolve diferentes tamanhos de estacas é recomendável fazer o corte da rama no dia do plantio ou até um dia antes de realiza-lo. As estacas mais curtas perdem mais rápido o poder germinativo devido a uma mais rápida evaporação do conteúdo de unidade mesmo armazenadas em boas condições ou seja a sombra, protegidas de correntes aéreas e de excesso de umidade.

Uma ou mais gemas axilares danadas numa estaca quer pelo manuseio, transporte ou outras são suficientes para eliminá-la do páreo experimental.

B - PREPARAÇÃO -

1 Tamanho Ao preparar o material deve-se decidir sobre o tamanho da estaca, o qual deve ser uniforme para um lote experimental. Alguns pesquisadores têm encontrado diferenças em produtividade quando utilizam diversos tamanhos de estacas, sobretudo, se o solo é pobre em nutrientes, pode-se constatar um menor vigor no desenvolvimento inicial quando são usadas estacas de 20 cm do que quando trabalhamos com estacas de 60 cm de comprimento. Este aspecto de tamanho da estaca tem sido estudado por vários pesquisadores em condições edafo-climáticas distintas razão pela qual as recomendações também são diferentes. Assim, é recomendável fazer-se este tipo de trabalho para os diversos meios e combiná-lo com diferentes densidades, já que o fator último poderia fazer variar o ótimo do tamanho da estaca.

Silva, (8) afirma que há uma correlação positiva entre o tamanho da estaca e a produção de raízes, sendo recomendável utilizar estacas de pelo menos 30 centímetros.

Chan, (2) ao utilizar estacas de 8,15 e 23 cm não encontrou diferenças na produtividade.

Rosas (7) ao utilizar estacas de 10, 20 e 30 centímetros, galgou o mais alto rendimento com estacas de 10 centímetros.

Como o tamanho da estaca pode fazer variar os resultados, é conveniente contar as estacas iguais em comprimento e diâmetro. Com relação ao último, Wholey (comunicação pessoal), encontrou que o maior diâmetro corresponde a um maior vigor no desenvolvimento inicial.

2 Corte Uma vez esteja pronto o material, livre de pragas e doenças e uniforme em a) idade, b) parte da planta a usar, e) unidade, procede-se o corte com um implemento bem afiado, procurando fazer um corte uniforme a fim de evitar desprendimento do cortex ou rachadura da parte lenhosa

3 Tratamento O material cortado pode ser submetido a um tratamento com fungicida imediatamente antes do plantio, recomendando-se para tal a dissolução em água de arazan ou demosan 3 a 5% e a posterior submersão das estacas por dois minutos, deixando-as em seguida secar à sombra Lozano (comunicação pessoal)

BIBLIOGRAFIA

- 1 CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL Anual Report 1973
Palмира - Colombia - 1974 75 pp
- 2 CHAN, SEAK KHEN Notes on the growing of Cassava at Serdang In Blencowe,
E K and J W Blencowe Crop diversification in Malaysia. Kuala
Lumpur, Malaysia, Incorporated Society of Planters, 1970 pp139-148
- 3 COSTA, A S y E NORMANHA Notas sobre o Tratamento de manivas de mandioca
(Manihot utilissima) em agua aquecida a diversas temperaturas
Revista de Agricultura Piracicaba 14 227-230 1939
- 4 DELGADO, TULIO El Cultivo de la Yuca en el Perú No Encontro de
Ingenheiros Agrônomos Pesquisadores en Mandioca dos Países Andinos,
1.º Campinas, 1970 Trabalhos Campinas, Instituto Agronômico do
Estado de São Paulo 11 p
- 5 FARLIE, ROBERTO Tipo de estaca en el rendimiento de yuca No Encontro de
Ingenheiros Agrônomos Pesquisadores en Mandioca dos Países Andinos,
1.º Campinas, 1970 Trabalhos Campinas, Instituto Agronômico do
Estado de São Paulo 7 p
- 6 JEYASEELAN, K N Studies in growth and yield of cassava Yield in
relation to size and type of set Tropical Agriculturist 108(3)
168-171, 1951
- 7 ROSAS, CARLOS Influencia de la modalidad de siembra y tamaño de la estaca
de yuca (Manihot esculenta, Crantz) La Molina, Perú, Universidad
Nacional Agraria, Programa de Agronomía 1969 7 p
- 8 SILVA JIBEIRO, JORGE DA O Programa de Mandioca no Instituto Agronômico
do Estado de São Paulo No Encontro de Ingenheiros Agrônomos
Pesquisadores en Mandioca dos Países Andinos, 1.º Campinas, 1970,
Trabalhos Campinas, Instituto Agronômico do Estado de São Paulo
1970 pp 100-122

CURSO ESPECIAL DE APERFEIÇOAMENTO PARA PESQUISADORES DE MANDIOCA

FITOMELHORAMENTO DA MANDIOCA - TEORIA E MÉTODO

Por K Kawano*

I Características da mandioca relacionadas com o método de fitomelhoramento

A mandioca (Manihot esculenta Crantz) é um cultivo de raiz, comumente propagado por estacas e nativo deste continente. Esse é o conhecimento geral que se tem na América Latina sobre a mandioca. Na verdade esse tipo de conhecimento baseado no senso comum é bastante importante.

A Propagação vegetativa do cultivo

Esta é uma grande vantagem para os fitomelhoradores. Uma vez obtido um tipo de gen satisfatório, este pode ser multiplicado indefinidamente não importa se a planta é um híbrido F_1 ou uma seleção endogâmica. Em cultivo auto-polinizados tais como o arroz, o fitomelhorador deve esperar até a geração F_7 ou F_8 para poder multiplicar a planta desejada sem alterar sua composição genética. Em cultivos onde a polinização cruzada é predominante como o milho e em outros onde a polinização cruzada é total como a alfalfa, é praticamente impossível multiplicar a planta sem alterar seu genotipo.

B Predominância da polinização cruzada

Estigma e anteras estão comumente separados nas diferentes flores de uma mesma planta (monóico) e flores femininas e flores masculinas numa mesma rama dificilmente florescem ao mesmo tempo. Este hábito de florescimento estimula a polinização cruzada e a qualidade heterozigótica das plantas é mantida facilmente através da propagação vegetativa. A mandioca é altamente sensativa à autofertilização. Muitos tipos apresentam uma imediata perda de vigor após a autofertilização. Por conseguinte, qualquer programa de fitomelhoramento que inclua autofertilização ou hibridização entre progenitores da mesma espécie deve ser manejado cuidadosamente.

C Alotetraplóide

O número de cromossomas da mandioca é 36. Geralmente se aceita que o número básico de cromossomas é 9 e portanto a mandioca é alotetraplóide. Antes da evolução da mandioca, provavelmente existiram duas espécies e a duplicação dos cromossomas estimulando a reprodução sexual podem haver originado a mandioca primitiva.

* Fitomelhorador, mandioca CIAT

Pergunta-se então - Que grau de parentesco havia entre as duas espécies que originaram a mandioca ? Ou em outras palavras, qual é o grau de diferença entre os dois genômios da mandioca ? Se esses dois genômios são quase idênticos, existe a possibilidade de uma herança tetrassômica e uma abundância de gens duplicados em alguns caracteres da mandioca atual. Isto tem influência sobre o método de fitomelhoramento, principalmente ao lidar com caracteres controlados por gens recessivos.

Suponhamos que um certo caráter, por exemplo uma raiz livre de HCN, é controlado por um gen recessivo, como HCN no trêvo branco. É impossível encontrar ou reproduzir uma planta livre de HCN se a herança desse gen é tetrassômica. Por outro lado, se a herança é do tipo diplóide comum, ou seja do tipo 3:1 não haverá dificuldade para melhorar os caracteres dos gens recessivos.

D Cultivo de raiz

Os mais importantes cultivos alimentícios podem ser classificados em tres grandes grupos: cultivos de raiz e tubérculos, cereais e grãos. Entre outros cultivos, a cana de açúcar e o coqueiro africano são classificados como os mais altos produtores de calorías. Nos cereais, um equilíbrio entre caracteres tais como número de espigas secundárias e produção de matéria seca é um fator importante para o rendimento, tanto quanto a produção de matéria seca em si. Em outras palavras, existem pelos menos 2 fatores importantíssimos "abastecimento" (sink) e "fonte" (source) para a determinação de rendimento. Nos grãos, a fixação de nitrogênio e o conteúdo de proteínas são o terceiro fator importante. Além disso, o tempo que dura a produção de matéria seca utilizada na formação de grãos e cereais é limitado em comparação com outros cultivos como a mandioca e a cana de açúcar.

Em cultivos como a mandioca e a cana de açúcar, existem sinas de "abastecimento" (sink) como um fator limitante do rendimento, mas sua importância não é tão grande como no caso dos cereais e grãos. Além disso, a proporção de matéria seca utilizada é bastante elevada nestes cultivos. Estes fatores juntamente com a ausência de "alojamento" (lodging) e o baixo conteúdo de proteínas tornam a mandioca um dos maiores produtores de carboidratos por unidade de terra e por unidade de tempo. Como nos trabalhos de fitomelhoramento para lograr altos rendimentos, o investigador pode concentrar-se num único fator isto é produção de matéria seca em função do tempo, a tarefa torna-se muito mais simples que no caso dos cereais e grãos.

E Centro de Origem na América Latina

A diversificação das espécies de mandioca começou e foi completada na América Latina, fato que naturalmente favorece e estimula a sua produção e investigação nesse continente. A maior vantagem é o fácil acesso a uma ampla gama de variedades genéticas. Em nenhum programa de fitomelhoramento pode ser ignorada a importância da variabilidade genética nos trabalhos de seleção e hibridização. Nesse sentido, o banco de germoplasmas de mandioca do CIAT representa a única coleção do mundo verdadeiramente convincente. Esta fonte de variação genética poder ser utilizada pelos fitomelhoradores de todas partes do mundo.

A evolução das espécies sucedeu sempre por meio da interação com outras espécies. No processo de evolução e diversificação de espécies cultivadas, houve provavelmente uma evolução paralela das espécies microrganismos e insetos que atacam o cultivo. Assim, no centro de origem, o cultivo deve enfrentar uma longa lista de inimigos em comparação com o cultivo fora do centro de origem. O melhoramento do cultivo num único aspecto raramente aumenta a produção nos centros de origem como aconteceu com frequência fora do centro de origem.

F Cultivo completamente domesticado

Não se conhece nenhum tipo silvestre de mandioca que produza raízes comestíveis e realmente muito pouco tem se estudado sobre o melhoramento genético deste tipo de planta. A evolução da produtividade do cultivo sempre foi associada a um melhoramento simultâneo das práticas culturais, e a perda da capacidade competitiva associada a outros organismos principalmente ervas daninhas. A mandioca deve ter perdido sua capacidade de sobrevivência em condições naturais em troca de uma elevada capacidade de produção de raízes comestíveis para os homens. As variedades de mandioca que existem atualmente evoluíram de numerosos ciclos de seleção natural e humana, e devem possuir seus próprios meios de lograr uma elevada produtividade dentro das condições ambientais às quais estão adaptadas.

Em geral pensamos que a mandioca é um cultivo típico do homem pobre e que se dá em condições primitivas. Entretanto, é impossível desenvolver uma variedade que produza, em condições muito rudimentares, um rendimento de 50 toneladas por hectare. Se os fazendeiros não se preocupam em melhorar seus campos e técnicas para a produção de mandioca então não há uma justificativa para os esforços aqui realizados por encontrar entre as variedades nativas o tipo mais indicado e novos genótipos através da hibridação. É muito importante definir para que condições culturais estamos selecionando novas variedades.

II Objetivos e métodos do fitomelhoramento

A Rendimento

Durante os primeiros estágios de qualquer programa de fitomelhoramento, o primeiro objetivo da seleção deve ser sempre o rendimento. A definição de rendimento deve ser produção de calorías por unidade de terra e por unidade de tempo. Essa definição é sempre a mesma seja a mandioca utilizada como alimentos humano, animal ou matéria prima industrial. Outros fatores além do peso das raízes são também importante conteúdo de amido, facilidade de colheita, precocidade etc.

Uma avaliação de germoplasmas realizado no CIAT revelou que existe grande variação genética tanto no peso total da planta como no índice de colheita (proporção do peso das raízes em relação ao peso total da planta). Esses dois caracteres são independentes entre si, sendo ambos importantes para o rendimento. O índice de colheita é altamente estável, sendo portanto considerado como um bom critério de seleção.

Obtem-se elevado rendimento com variedades que produzem muita matéria seca, que possuem elevado índice de colheita ou que apresentam um equilíbrio favorável entre produção de matéria seca e índice de colheita. A combinação de uma grande produção de matéria seca e um elevado índice de colheita constitui uma importante estratégia de hibridação e seleção. Entretanto, tipos eficientes com índices de colheita extremamente altos podem produzir bom rendimento em espaçamentos concentrados com elevada aplicação de nitrogênio e um completo controle das ervas daninhas, mas estes mesmos tipos podem fracassar em condições primitivas por causa de uma produção total de matéria seca insuficiente e uma baixa capacidade competitiva com as ervas daninhas. O desenvolvimento das atuais variedades cultivadas foi realizado através de uma seleção inconsciente e consciente do índice de colheita e para chegar a isso, as variedades tiveram que perder seu vigor vegetativo, e como consequência, têm a capacidade para competir com as ervas daninhas.

Desse modo, para produzir mandioca em condições culturais ótimas, devemos procurar um elevado índice de colheita, mas em condições culturais relativamente primitivas, o vigor vegetativo deve desempenhar um importante papel, mesmo com o sacrifício de índice de colheita.

B Resistência às doenças e aos insetos

Numerosas doenças e insetos atacam a mandioca. Entre esses, o CBB (bacterial blight) e o superalongamento causam graves

estragos aos cultivos neste continente Não foi constatada nenhuma intereção entre genotipos de plantas de mandioca e severidade das doenças Isto simplifica os trabalhos de melhoramento a resistêcia às doenças No presente momento, fitomelhorador pode pelo menos utilizar um método simples para incorporar o gem ou orgens de variedades resistentes às variedades de elevado rendimento

C Ampla adaptação

Antes de se conhecer as variedades añas do arroz e do trigo, pensava-se que os fitomelhoradores tinham que encontrar uma variedade especial para cada ambiente ecológico Somente no Japão existem 7 centros nacionais de experimento agrícolas e mais de 50 centros regionais e cada um desses centros segue seu próprio programa de fitomelhoramento No outro extremo, podemos constatar que nos países tropicais com tão extensas áreas de terra, o número de centros experimentais é pequeno e praticamente não existem programas de fitomelhoramento

O desenvolvimento de uma variedade como a IR8 de Arroz demonstrou que a ampla capacidade de adaptação é em si uma característica genética e que a existêcia de variedade que serve para varios países e uma realidade. Entretanto, para desenvolver uma ampla capacidade de adaptação é necessário seleccionar entre vários tipos de solos e climas Por conseguinte, é extremamente importante que os fitomelhoradores desenvolvam um sistema eficiente de intercâmbio de materiais genéticos e informações Poderia ser difícil um intercâmbio internacional de estacas, mas o intercâmbio de sementes e muito fácil de se realizar Para os fitomelhoradores, em muitos casos é preferível usar sementes de polinização aberta em vez de estacas da mesma variedade.

D HCN

Até agora não foi identificada nenhuma variedade livre de HCN, apesar de se conhecer uma ampla gama de variedades genéticas quanto ao contendo de HCN tanto nas fêlhas como nas raízes Se os fitomelhoradores se satisfizessem com um baixo teor de HCN, não haveria nenhum problema O mesmo acontece com qualquer outro programa de seleção de caracteres multigênicos Para encontrar um tipo de mandioca livre de HCN, pode-se obter por auto-polinização muitos genotipos com o fim de liberar gens recessivos (a existêcia de HCN é provavelmente controlada por um gen dominante) ou pode-se cruzar com espécies silvestres de Manihot que não contenha HCN

E Características das raízes

A forma e o número das raízes podem ser caracteres importantes

A colheita de um número razoável de raízes de tamanho médio pode ser preferível à colheita de um pequeno número de raízes grandes ou de um grande número de raízes pequenas

F Durabilidade ou perecibilidades das raízes

Parece haver variação genética no que diz respeito à durabilidade das raízes. Em algumas variedades, as raízes se entregam depois de um par de dias enquanto em outras permanecem boas por mais de uma semana. Está ainda para ser investigada se a causa dessa diferença está relacionada com danos causados às raízes durante a colheita ou se é uma questão de composição química. Como a pouca durabilidade das raízes depois da colheita é considerada um dos grandes problemas da mandioca, vale a pena que os estudiosos do fitomelhoramento procurem uma forma de minorar esse problema.

G Conteúdo proteínico

Algumas pessoas mencionam a possibilidade de elevar o conteúdo proteico da mandioca. Eu pessoalmente, atribuo o valor da mandioca à sua qualidade de produzir calorias. Isso se torna claro, quando compreendemos que existe pelo menos uma dezena de cultivos realmente importantes e que nenhum desses, cultivos, cada um conservando suas características próprias, decairá num futuro próximo. É impossível exigir tudo de um único cultivo. Se desejamos produzir mais proteínas, é preferível aumentar a criação de gado e estimular a pesca. Se isso não é possível, podemos plantar mais soja.

III Atividades do CIAT

Até agora nunca foi explorada a vasta variabilidade genética da mandioca. Encontramos diferenças de rendimento que variam de 10 a 60 toneladas por hectare e índices de colheita que variam de 0,10 a 0,75. Desse modo, o fitomelhoramento desenvolvidas principalmente por cientistas com uma experiência limitada aos cultivos de zonas temperadas em sistemas agrícolas avançados. Entretanto, o importante para nós não é a abundância de métodos e sim a possibilidade de obter uma ampla variabilidade genética para iniciar o programa de fitomelhoramento, a segurança em definir os objetivos da seleção e a exatidão para analisar os germoplasmas e pedigrees. Em outras palavras, pode-se alcançar o objetivo principal na

medida em que se inclua uma adequada quantidade de variedades genéticas, e em que se desenvolva um sistema exato e eficiente de análise de campo. No CIAT, está sendo feita uma grande inversão com o objetivo de coleccionar e analisar os germoplasmas

A Coleção de germoplasmas

No Banco de germoplasmas do CIAT existem cerca de 2 200 clones procedentes de toda a América Latina e coleccionados em forma de estacas. Dado a grande diversificação genética que existe neste Banco e que se pode aproveitar plenamente no momento, não pensamos seguir coleccionando mais material com excepção de algumas estacas do México e sementes do Brasil

B Avaliação dos germoplasmas

Estamos estudando todos os germoplasmas existentes no nosso Banco com o fim de analisar cada um segundo a produção de raízes, pesos total da planta, índice médio de produção, altura, número total de raízes, tamanho comercial das raízes, sua forma, facilidade de colheita, durabilidades das raízes, conteúdo de matéria seca, HCN (nas raízes e folhas), conteúdo de nitrogênio (nas raízes) germinação, vigor vegetativo inicial, retenção foliar, tamanho das folhas, resistência a "trips" etc

Os dados relativos ao rendimento são tomados duas vezes 6 e 10 meses após a plantação. Nosso grupo de fitopatologistas estuda o mesmo material quanto à doenças "bacterial blight" (CBB), superalongamento e Phoma sp fora do CIAT. A nossa fazenda atualmente encontra-se totalmente livre de bactérias e outras doenças, facilitando assim uma análise dos caracteres de rendimento independente de moléstias. Isso favorece enormemente a fitomelhoramento da mandioca porque a multiplicação de genotipos idênticos é fácil, e assim o mesmo genotipo pode ser analisado em diferentes campos com diferentes objetivos. Uma planta normalmente desenvolvida ocupa muito espaço de modo que é difícil incluir no mesmo campo para uma análise simultânea, dezenas de milhares de genotipos

C Híbridaçãol

É tarefa fácil, embora tenhamos numerosos clones que não florescem, a maior parte do material floresce e não temos tido até agora problemas relativos à incompatibilidade de cruzamento. O custo de produção de uma semente híbrida utilizando a hibridação controlada, é de aproximadamente US\$ 0 10 a 0 15

O ano passado foram produzidas mais de 15 000 sementes F₁

Estão sendo utilizadas no processo de hibridação 3 tipos de fontes genéticas. O primeiro tipo apresenta uma planta com elevado peso total devido ao grande vigor vegetativo.

O segundo objetivo da hibridação consiste em tornar resistentes às doenças os tipos que apresentam elevados rendimentos. M.Col 647 e M.Col 667 são usados como doadores de resistência contra CBB (Cassava bacterial blight).

Está sendo feita a hibridação entre tipos de elevado rendimento e tipos com baixo teor de HCN. Também estamos fazendo o isolamento de diversos clones e a hibridação entre a mandioca e espécies silvestres livres de HCN.

D Pedigree e Seleção

Resultados preliminares indicam que o índice de colheita é fortemente controlado pelos efeitos acumulativos de genes aditivos enquanto a herança do peso total da planta não é tão simples. O volume de erros experimentais é pequeno quanto ao índice de colheita mas é grande quanto ao peso total da planta. Isto faz com que o índice de colheita seja um excelente critério de seleção e um aspecto extremamente estável.

O mesmo sucede não somente com cultivos parecidos como a batata doce, mas também com cultivos diferentes como o arroz. Assim, uma seleção baseada nos efeitos dos genes aditivos é bastante satisfatória para o fitomelhoramento da mandioca.

Cerca de 3 000 linhas híbridas com diversas origens genéticas estão plantadas aqui no CIAT com o fim principal de se observar a correlação existente entre a atuação das plantas originadas de sementes e das plantas originadas de estacas, e também, o efeito de genótipos parentes sobre os caracteres importantes dos diferentes pedigrees. Aunquando acumulados suficientes dados, faremos uma estrita seleção na geração originada de sementes.

E Seleção regional

No CIAT o solo é demasiado fértil para representar as vastas áreas de cultivo de mandioca. Se concentrarmos nossa seleção somente no CIAT, poderíamos obter variedades com elevado rendimento em solos férteis mas que fracassariam nos solos pobres da maioria das zonas de cultivo de mandioca. Como nossos solos são férteis e livres de doenças, são um excelente campo para analisar genótipos quanto ao aspecto de rendimento.

Por esse motivo, toda a seleção inicial está concentrada no CIAT. Por outro lado Carimagua, Llanos Orientais onde o solo é ácido e muito pobre e onde existem definidos períodos de seca e de chuva e Caribia, Santa Marta, uma zona tipicamente mandiogueira foram escolhidas como zonas secundárias de seleção onde se plantaram 300 clones selecionados entre 1 500 inicialmente estudados no CIAT, seleções variadas são relativamente impostas pelo ambiente " in loco" do CIAT, com o fim de não desperdiçar os materiais de adaptação em condições ecológicas distintas

F Rede internacional

Podem ser produzidas mais sementes híbridas do que as que podemos estudar e o número de sementes de polinização aberta possíveis de serem colecionadas, é grande, é relativamente fácil intercambiar sementes entre diversos países

Assim, é aconselhável que se forme uma rede internacional de fitomelhoradores com o fim de intercambiar material genético e informação e desenvolver variedades que se adaptem a diferentes ambientes. Estamos começando a realizar este tipo de intercambio com o IITA, na Africa Ocidental, e mais adiante desejamos estabelecer contato com um Centro de Fitomelhoramento no Brasil e outro na Ásia Tropical. Definitivamente, esta é uma das grandes responsabilidades dos Centros Internacionais e provavelmente a mais eficiente

C I A T

CURSO ESPECIAL DE APERFEIÇOAMENTO PARA PERQUISADORES DE MANDIOCA (CAPIY)

ENFERMIDADES DA MANDIOCA (MANIHOT ESCULENTA CRANTZ)

Por

J C Lozano

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

Apartado Aéreo 67-13, Cali, Colombia

e

R H Booth

Tropical Products Institute (TPI)

56 62 Gray's Inn Road, London, WCL

Introdução

O contínuo aumento de população mundial e a falta de fontes energéticas tem feito com que a atenção científica se concentre nos cultivos alimentícios meros e legados, tais como a mandioca. Para obter máximos rendimentos tanto neste como em outros cultivos, é necessário aumentar nossos conhecimentos por meio da investigação das enfermidades que diminuem os rendimentos e as medidas de controle que devem ser empregadas.

Atualmente a informação disponível sobre enfermidades em mandioca é muito limitada. Neste trabalho tentou-se compilar o maior número de informações existentes para apresentá-las junto com os dados e observações obtidas recentemente pelos autores.

Em geral, a literatura sugere que as enfermidades em mandioca são de pequena importância. Pelo contrário, apesar de existir pouca informação sobre as perdas reais causadas por elas, qualquer pessoa que observe uma

plantação de mandioca poderá se dar conta de que são de grande importância econômica

As numerosas publicações, que geralmente são mencionam a existência de diferentes patógenos sem oferecer informações sobre sua importância, epidemiologia ou controle, servem ainda mais para ilustrar a deficiência de nossos conhecimentos a respeito

A mandioca sofre de uma grande variedade de doenças causadas por bactérias, vírus, micoplasmas e fungos. Apesar de existir pouca informação sobre a importância e o efeito destas sobre o rendimento, considera-se em geral a bacteriose como uma das doenças mais devastadoras, já que, sob certas condições, pode causar a perda total do cultivo. Na África, o mosaico da mandioca é sem dúvida alguma, um dos fatores que mais limitam a produção. Também são importantes as manchas foliares induzidas por Cercospora spp, quase sempre presentes em toda plantação de mandioca. Existem outras moléstias que se acham menos disseminadas ou que são têm importância sob certas condições ambientais. Por exemplo, alguns tipos de podridão das raízes podem causar uma grande perda no rendimento, especialmente nos solos mal drenados. As manchas foliares causadas por Phoma sp podem ocasionar desfoliação total e morte descendente em áreas mandioqueiras onde prevalecem baixas temperaturas.

Podridões radiculares em plantas jovens podem ocasionar perdas depois do plantio e exigir replantes, igualmente, as podridões das ramas podem causar perdas consideráveis na viabilidade das estacas quando se faz necessário armazenar material de propagação. Apesar de não ter sido ainda determinada se a causa do rápido deterioramento das raízes depois da colheita é um fenômeno fisiológico ou patológico ou ainda, uma combinação de ambos fatores, têm se comprovado que vários microorganismos estão sempre presentes quando estas podridões e fermentações ocorrem.

DOENÇAS BACTERIANAS

A bacteriose ou requeima bacteriana da mandioca

É a moléstia bacteriana mais importante. A sua ocorrência foi registrada pela primeira vez no Brasil (Bondar, 1912, Costa, 1940) e desde então tem sido encontrada em Colombia e Venezuela (Lozano, 1972a, Lozano e Sequeira, 1973a, 1973b) e também, verificada em outros países da América do Sul e da África.

Esta enfermidade é considerada atualmente como um dos fatores mais importantes que limita a produção nas áreas afetadas, ocasionando perdas totais durante a estação chuvosa (Drummond e Hipólito, 1941, Elliot, 1951, Lozano e Sequeira, 1973a). Lozano e Sequeira, 1973a, 1973b, têm estudado extensamente os sintomas, a epidemiologia, a natureza do organismo causal e o controle da enfermidade.

Os sintomas da moléstia se caracterizam por manchas e requeimas foliares, murchamento, morte descendente, exudação de goma e necrosamento do sistema vascular. Os sintomas primários, resultantes do plantio do material infectado, consistem no murchamento das folhas tenras, seguida de morte descendente (Fig 1). Os sintomas secundários que se devem a infecções secundárias, se caracterizam por manchas foliares, requeima e morte descendente. No começo, as manchas foliares são pequenas e angulares, de aparência aquosa, que logo crescem, cobrindo total ou parcialmente a folha e adquirindo uma coloração marrom (Fig 2).

Estas folhas necrosadas se secam e permanecem aderidas à haste por pouco tempo, vindo a cair mais tarde. A exudação característica de goma

se apresenta nos talos jovens infectados, nos pecíolos e nas manchas foliares. Também, os vasos vasculares dos pecíolos e dos talos infectados se necrosam, tomando a aparência de bandas de cor marrom. Esta descoloração vascular pode estender-se também à raiz, mas ela está relacionada com a suscetibilidade do cultivar afetado (Lozano, 1972a). Esta doença tem sido encontrada só em espécies ou variedades do gênero Manihot (Amaral 1942b, Bondar, 1915, Burkholder, 1942).

O organismo causal foi chamado primeiro Bacillus manihotis Arthaud-Berthet (Bondar, 1912), porém mais tarde se chamou Phytomonas manihotis Arthaud-Berthet y Bondar, Viegas (Viegas, 1940).

Drummond e Hipólito (1941) verificaram que algumas das características de seus isolamentos eram diferentes daquelas da espécie originalmente descrita por Bondar (1912). Burkholder (1932) concluiu que o organismo deveria classificar-se no gênero Phytomonas e então se incluiu com o nome de Phytomonas manihotis no Manual de Bergey (Bergey, 1948). Amaral e Vasconcelos (1945) fizeram estudos comparativos entre as cepas de Burkholder e de Drummond e Hipólito e concluíram que estas cepas pertencem a Ph manihotis.

Mais tarde, Starr (1946) mudou o nome da espécie para Xanthomonas manihotis (Arthaud-Berthet) Starr. No entanto, Lozano e Sequeira (1973, 1973a) verificaram que o agente causal da requeima bacteriana difere de X manihotis no tamanho celular, flagelação e mobilidade, produção de H₂S, utilização de nitratos, hidrólise de amido e em suas relações serológicas. Verificaram também (1973a) que, comparando o cultivo tipo de X manihotis, existiam diferenças em patogenicidade, taxa de crescimento, características serológicas e suscetibilidade a bacteriofagos.

Lozano e Sequeira (1973a) descrevem o agente causal da requeima bacteriana como um bastonete fino, gram-negativo móvel por meio de um único

flagelo polar Suas células não estão encapsuladas e não formam esporas
É uma bactéria aeróbica que cresce rapidamente sem formar pigmento em meio
com açúcares .

Hidroliza o amido e a gelatina e reduz o litmus Não induz reações
hipersensitivas em folhas de tabaco, nem causa podridão suave em tubérculos
de batata ou raízes de mandioca Produz levan, catalase, arginina dehidro-
lase e lipase, mas não produz H_2S , indol, urease, tirosinase nem fenilala-
nina deaminase Pode crescer em meios que contêm $NaCl$ ou cloreto de tetra-
zolio em concentrações máximas de 2,5 e 0,2 por cento, respectivamente O
organismo utiliza nitrato e amônio como fontes de nitrogênio A maioria
dos açúcares simples pode servir-lhe de fonte de carbono sem que haja aci-
dificação, vários amino-ácidos e outros ácidos orgânicos são rapidamente
utilizados Pode separar-se por métodos serológicos e por tipificação
com bacteriófagos de algumas espécies de Erwinia, Pseudomonas e Xantho-
monas incluindo X. manihoti Uma espécie de Bdellovibrio causou lisis
especificamente a esse organismo, a qual poderia ser empregada para reco-
nhecer esta espécie bacteriana de outras fitobactérias Nestas investi-
gações, Lozano e Sequeira (1973a) concluíram que o agente causal da requer-
ma bacteriana deve ser considerado como um biótipo de Xanthomonas manihoti
mas que a sua definição taxonômica deve ser revisada

O patógeno penetra normalmente no hospedeiro através das aberturas
estomáticas e das feridas do tecido epidermal (Lozano e Sequeira, 1973a,
Pereira e Zagatto, 1967) invade os tecidos vasculares necrosando os teci-
dos parenquimatosos das folhas e dos brotos O movimento para os pecíolos
e a haste se dá principalmente através dos vasos do xilema (Amaral, 1942b,
1945, Drummond e Hipólito, 1941) e possivelmente do floema (Amaral, 1942b,
Pereira e Zagatto, 1967) Apesar de ter sido informado sobre sua disse-

minação através dos tecidos medulares (Drummond e Hipólito, 1941), não existe evidência a respeito. Nos tecidos maduros e altamente lignificados da haste, o patógeno está circunscrito aos tecidos vasculares. Os sintomas típicos da enfermidade se apresentam depois de onze a treze dias da infecção (Amaral, 1942, Lozano, 1972, Lozano e Sequeira, 1973b, Pereira e Zagatto, 1967).

Amaral (1945) sugeriu a possibilidade de que o patógeno se propague de uma área à outra por meio de estacas infectadas ou de insetos contaminados. Alguns investigadores (Carneiro, 1940, Drummond e Hipólito, 1941, Gonçalves, 1939, 1948, 1953, Lozano, 1972a, Lozano e Sequeira, 1973b) têm sugerido ou demonstrado que o patógeno pode disseminar-se também pelo movimento do solo durante as operações culturais e pelo emprego de ferramentas infectadas. A disseminação por salpicaduras devidas à água da chuva foi sugerida por Drummond e Hipólito (1941) e demonstrado por Lozano e Sequeira (1973b). Esta forma de dispersão constitui o meio mais importante de disseminação da doença em uma plantação, entre diferentes áreas ou ciclos ecológicos, a disseminação ocorre por meio de material de propagação infectado (Lozano e Sequeira, 1973b).

Verificou-se que a disseminação da moléstia é retardada ao podar a maior parte superior das plantas infectadas (CIAT, 1971, 1972, Lozano e Sequeira, 1973b). Entretanto, o êxito deste método depende da suscetibilidade do cultivar e do intervalo entre a infecção inicial e a poda. Lozano e Wholey (1974) têm desenvolvido com êxito um método de controle da moléstia que consiste no enraizamento das brotações sadias retiradas de plantas infectadas. Este método pode ser empregado para limpar os cultivares ou coleções infectadas e proporcionar assim "sementes" certificadas de mandioca livre de bacteriose. A existência de resistência

varietal a esta moléstia foi registrada previamente por observadores de campo (Carneiro, 1940, Drummond e Gonçalves 1929, 1948) Lozano e Sequerra (1973b) comprovaram estas observações por inoculações controladas e registraram tipos de resistência devidos a reações hipersensitivas, de restrição à penetração e à invasão sistemática do patógeno no hospedeiro. Uma combinação de emprego de variedades resistentes e de material de propagação livre do patógeno, parece ser o método mais eficaz para controlar a enfermidade.

Outras enfermidades bacterianas

Uma outra moléstia bacteriana da mandioca foi reportada em Uganda (Hansford, 1938) a qual parece ser caracterizada por manchas foliares e necrose dos pecíolos, com subsequente defoliação. O patógeno parece também afetar os talos, sem causar o murchamento. Este recebeu inicialmente o nome de Bacterium cassavae spn, mas logo foi mudado por ele para Erwinia cassavae (Hansford) Burkholder (Bergey, 1957). O organismo é gram-negativo, anaeróbico facultativo, em forma de bastonete sem ser encapsulado. É móvel por meio de alguns poucos flagelos peritricos, liquefaz a gelatina, alcaliniza o leite e acidifica a glucose, sacarose, maltose e glicerol, mas não acidifica a lactose nem reduz os nitratos. Em agar, forma colônias de cor amarela, suaves, inteiras e brilhantes.

Wiehe e Dowson (1953) informaram sobre outra enfermidade bacteriana da mandioca em Malawi (África). A enfermidade se caracteriza por manchas foliares que a princípio são amarelas e circulares, mas que à medida que crescem se tornam angulares com um centro de cor marrom em um amplo halo amarelo. As nervuras foliares que saem das margens destas manchas também se transformam em cor marrom escuro. As folhas caem antes que o patógeno invada os pecíolos, prevenindo assim a infecção da haste. Sob condições úmidas ocorre a exudação de um líquido pegajoso na face inferior da folha.

Esta exudação é a causa da disseminação da doença devido a salpicaduras das águas das chuvas. O agente causal, chamado Xanthomonas cassavae spn, consiste de um bastonete gram-negativo, móvel por meio de um flagelo polar. As colônias em agar nutriente e em agar-glucose são amarelas pálidas, confluentes e viscosas. Acidifica a sacarose e muito levemente a dextrose e maltose, não forma ácido de lactose, salicina, glicerol ou manitol. Produz H₂S de peptona e nitritos de nitratos (Dowson, 1957, Wreche e Dowson, 1953).

Existem informações (Amaral, 1945, Burkholder, 1942, Kelman, 1952, Orjuela, 1965) de que Pseudomonas solanacearum E F SM é um patógeno da mandioca após a colheita. Isto será discutido na secção relacionada com podridões radiculares.

Enfermidades do tipo viroso ou de micoplasma

Existem registros de várias enfermidades do tipo viroso ou similares porém, apesar de algumas, tais como o mosaico africano da mandioca podem causar perdas consideráveis, as investigações a respeito têm sido muito esporádicas. Em um estudo recente sobre o estado destas moléstias, Lozano (1972b) assinala que a informação disponível é muito limitada e incompleta. Os sintomas destas enfermidades são descritos frequentemente em termos gerais porém, muito raramente, em detalhe. As perdas causadas por elas não estão satisfatoriamente determinadas e com frequência as informações disponíveis sobre temas tão importantes como sistemas de transmissão e gama de hospedeiros são muito poucos. Igualmente, poucos informes tratam sobre as características biológicas, fisiológicas, físicas ou químicas dos agentes infecciosos, caracterizando-os parcialmente no melhor dos casos.

O mosaico africano da mandioca

Walburg foi o primeiro em descrever esta enfermidade em 1894. Encontra-se comumente na África Central, Oriental e Ocidental e nas ilhas adjacentes (Chant, 1959, Jennings, 1960, 1970, Storey, 1936, Storey e Ni-

chols, 1938) causando perdas que oscilam entre 20 a 90 por cento (Beck, 1971, Chant, 1959, Doku, 1965, Jennings, 1960a, Lefèvre, 1935)

Os sintomas são de um mosaico característico. Em plantas jovens observam-se cloróticas e frequente deformação foliar (Fig. 3) A deformação e redução no tamanho das folhas com presença de áreas amarelo-intensas separadas por tecido verde normal é muito comum (Fig. 4) (Jennings, 1960a) A enfermidade parece ocorrer sô em *Manihot* spp, apesar de ter sido atribuída também a outros hospedeiros sem estudos concluintes

Espécies do gênero Bemisia (mosca branca) têm sido registradas como vetores da enfermidade Para que o vetor adquira a virulência parece necessário que se alimente pelo menos durante quatro horas de folhas jovens enfermas e que haja um período subsequente de incubação de outras quatro horas (Chant, 1958, Jennings, 1960a, Storey e Nichos, 1938)

Têm sido efetuadas várias tentativas para purificar o agente infeccioso porém, até agora não foi obtido nenhum êxito. Galvez e Kitajima (Comunicação pessoal) não encontraram nenhuma partícula do tipo viral depois de observar preparações por imersão foliar (leaf dip) ou secções ultra finas

Seus ensaios sobre purificação do agente infeccioso tão pouco tiveram êxito Berbee (comunicação pessoal) informa sobre a possível presença dos componentes infecciosos extraídos de amostras de plantas enfermas depois de vários intentos de purificação Como o(s) agente(s) da enfermidade é ainda desconhecido, esta não deve ser classificada entre as causadas por agentes virais até que se defina a identidade do(s) agente(s) causal (is)

O único método de controle efetivo desta enfermidade parece ser o emprego de variedades resistentes (Beck, 1971, Koku, 1965; Dubern, 1972, Hahn, 1972, Jennings, 1960a, Storey, 1937)

Em Kerala, India (Menon e Raychaudhuri, 1970), tem sido registrado

um mosaico similar ao descrito anteriormente. Os sintomas deste enfermidade são quase idênticos ao Mosaico Africano e seus vetores são igualmente moscas brancas. No entanto, existem registros de que o pepino (*Cucumis sativas*) (Menon e Raychorudhuri, 1970) é um hospedeiro do Mosaico Asiático. Não há confirmação deste registro nem tão pouco estudos comparativos entre os dois mosaicos (Africano e Asiático) que nos demonstrem as suas correlações.

O mosaico comum da mandioca (da América)

O mosaico comum da mandioca tem sido encontrado em várias partes do Brasil (Costa, 1940, Costa et al., 1970) e também em Colômbia (Kitajima e Lozano, comunicação pessoal). Apesar de que as perdas podem oscilar entre 10 a 20 por cento, como o seu controle é fácil, é considerada como moléstia de pequena importância (Costa et al., 1970).

Os sintomas são característicos de todo mosaico, constituindo principalmente em clorose da lâmina foliar. Em geral, estas áreas cloróticas não se encontram bem demarcadas como no caso do mosaico africano mas, para os demais, os sintomas gerais são muito similares a este (Fig. 5). O vírus tem um número de hospedeiros relativamente amplo, podendo atacar Mnichot spp., Euphorbia prunifolia, Chenopodium amaranticolor, Ch. guinoa, Malva perfoliata e Gossypium hirsutum (Costa et al., 1970).

A moléstia tem sido transmitida mecanicamente e por enxertos mas até agora não se conhece vetor natural (Costa et al., 1970). A infectividade do vírus se perde por tratamentos ao calor a 65-70 graus C por 10 minutos. O sumo do tecido infectado permanece infeccioso durante 24 horas a 20 graus C (Costa et al., 1970, Kitajima e Costa, 1966a).

As partículas virais consistem de bastonetes alongados e flexuosos que medem 15 μ de diâmetro com comprimento normal de aproximadamente 500 μ .

(Costa et al , 1970, Kitajima e Costa, 1966a, Kitajima et al , 1965) com boas propriedades serológicas [Costa e Kitajima, 1972, Silva, 1962]

A enfermidade tem sido relativamente fácil de se controlar por meio da utilização de material de propagação sadio e da eliminação de plantas enfermas das plantações afetadas (Costa et al , 1970, Costa e Normanha, 1939)

O estriado marrom da mandioca

Esta enfermidade foi registrada e descrita pela primeira vez em 1936 (Nichols, 1950), encontrando-se na costa ocidental da África e em altitudes inferiores a 1000 metros (Nichols, 1950, Jennings, 1960b) É difícil calcular as perdas causadas pela enfermidade pelo fato de que geralmente as plantas enfermas se encontram também afetadas pelo mosaico africano. No entanto, se se considerar que as raízes das plantas enfermas não servem para o consumo humano, as perdas podem chegar a ser consideráveis [Lozano, 1972b, Jennings, 1972]

As plantas infectadas apresentam clorose e cicatriz foliares que duram até depois da caída normal das folhas. Algumas vezes, os talos jovens (verdes) apresentam lesões de cor marrom e as raízes grossas (de armazenamento) mostram necrose cortical (Jennings, 1960b, Nichols, 1950) O agente causal pode infectar a Manihot spp , Petunia Hybrida, Datura stramonium, Nicotiana tabacum, N glutinosa (Jennings, 1960b, Kitajima, e Costa, 1964, Lister 1959) Pode-se transmitir mecanicamente ou por enxerto (Lister, 1959, Nichols, 1950) A infectividade do vírus pode ser destruída por tratamento ao calor de 50 graus C por 10 minutos, o sumo de plantas enfermas perde o seu poder infeccioso em menos de 24 horas a 20 graus C (Kitajima e Costa, 1964) Segundo Kitajima e Costa, o ponto final de difusão do vírus é de 1.1000, as partículas virais parecem es-

tar constituídas por bastões de aproximadamente 600 mu de comprimento, segundo as observações ao microscópio eletrônico de material seco infectado

O controle efetivo da enfermidade tem sido obtido por meio do emprego de material de propagação sadia. Igualmente tem sido observado que algumas variedades parecem mostrar resistência (Jennings, 1960b, Nichols, 1950, Storey, 1936)

O mosaico das nervuras da mandioca

Esta enfermidade parece ocorrer em locais esporádicos e áreas restritas do Brasil. Talvez devido a isto e à sua pouca importância econômica, existe pouca informação a respeito (Costa, 1940, Costa et al., 1970, Kitajima e Costa, 1966b). Os sintomas da enfermidade se caracterizam pela clorose das nervuras e encartuchamento foliar. A moléstia parece ser transmitida mecanicamente ou por enxertos. Até agora, os únicos hospedeiros conhecidos são Manihot spp e Datura stramonium. O exame do material infectado ao microscópio tem revelado a existência de partículas poliédricas de aproximadamente 50-60 mu (Costa et al., 1970, Kitajima e Costa, 1966b)

O superbrotamento da mandioca

O superbrotamento tem sido encontrado no Brasil, Venezuela (Costa et al., 1970, Gonçalves et al., 1942, Kitajima e Costa, 1971, Normanha et al., 1946) e México (Costa e Kitajima, 1972a, 1972b, Kitajima, Normanha e Costa, 1972), causando redução no rendimento, podendo atingir algumas vezes mais de 80% (Gonçalves et al., 1946, Normanha et al., 1946, Silberschnidt e Campos, 1944). As plantas enfermas podem ser reconhecidas por seu rranismo, por encurtamento dos entre-nós e pela excessiva proliferação das brotações. Todavia, deve-se tomar os cuidados na diagnose desta moléstia porque a infecção severa de trips pode ocasionar sintomas similares (Shoonhoven, comunicação pessoal). Apesar de se conhecer muito pouco sobre esta enfermidade

(Costa et al , 1970, Kitajima e Costa, 1971 e Costa e Kitajima, 1926) está constatado que se deve a um organismo do tipo micoplasma

Vírus latentes em mandioca

Finalmente, Costa et al , 1970, têm constatado a ocorrência de um vírus latente, o qual não causa sintomas em mandioca mas que se considera amplamente disseminado. Trata-se de um rhabdovirus de 280-300 mu (Costa et al, 1970)

Doenças causadas por fungos

Têm sido encontradas muitas enfermidades causadas por fungos em mandioca, cuja distribuição e importância econômica variam consideravelmente. Enfermidades que causam manchas foliares, necrosamento do talo e podridões radiculares são as de maior ocorrência, distribuição e importância em situações gerais ou particulares. Estes grupos de enfermidades são os que estão descritos a seguir.

As manchas foliares

Manchas foliares induzidas por Cercospora

Várias espécies de Cercospora causam manchas foliares na mandioca. C. henningsii Allesher e C. caribaea Chupp e Ciferri, parecem ser as mais importantes (Cardin, 1910, Castanho, 1969, Chesquiere y Henraid, 1924, Golato, 1963, Golato e Meossi, 1966, Viegas, 1941), tanto por severidade como por sua distribuição geográfica. Apesar da importância econômica destes patógenos não estar determinada, vários registros (Castanho, 1969, Chevaungeon, 1956, Deslandes, 1941, Golato e Meossi, 1971, Jennings, 1970, Normanha e Pereira, 1964, Sidow, 1901) sugerem que são importantes em certas áreas geográficas e durante a estação chuvosa.

Mancha parda da folha

É provavelmente a mais importante de todas as enfermidades foliares da mandioca. Tem uma ampla distribuição geográfica, tendo sido encontrada na Ásia e em América do Norte, além da África e América Latina. Entre as espécies de Cercospora spp. patogênicas da mandioca, esta parece ter a maior gama de hospedeiros pois ataca naturalmente o M. esculenta, M. glaziovii, M. prauhyensis e por inoculação artificial, a batata doce (*Ipomoea*) (Ferdinando et al., 1968, Golato, 1936, Golato e Meossi, 1971, Powell, 1968, 1972, Viegas, 1941)

Cercospora henningsii, o agente causal cresce nos espaços intercelulares das folhas e produz estromas de 2-6 células de espessura e de 20-45 u de diâmetro. Destes estromas são produzidos os conidióforos em fascículos densos. Os conidióforos são marrons oliváceos pálidos (semi-escuros) de cor e tamanho uniformes, não ramificados, 0-2 meros geniculados de ponta arredondada, com pequenas ou mediana cicatriz conidial, retos ou semicurvados e de 3-5 x 10-50 u de tamanho, muito raramente chegam a medir 100 u de comprimento, porém, os mais longos são pouco septados. Os conídios são anfigêneos produzidos individualmente sobre a ápice de cada conidióforo, cilíndricos, retos ou ligeiramente curvos com ambas pontas arredondas ou com uma base curta sub-cônica, com 2-8 septas, oliváceos pálidos, medindo de 4-6 (7) x 30-60 (85) u (Chupp, 1953, Powell, 1968, 1972)

De vez em quando aparecem peritécios negros (100u de diâmetro) disseminados no tecido necrótico na face superior das manchas foliares. As ascas subcônicas cravadas, com oito esporos, sub-sêsses medem 55-72 x 10-13u. Os ascosporos são ovóides, uniseptados, contraídos no septo e medem de 17-22 x 5,2-6,8 u de tamanho. A célula superior possui um diâmetro maior que a inferior, apresentando uma forma de chama de vela (Chupp, 1953,

Powell, 1972)

Tem sido relatado que o estado perfeito de Cercospora henningsii é Myosphaerella manihotis Ghesquiere Hennard non Sydow (Ghesquiere e Hennard, 1924, Ghesquiere, 1932) informação corroborada mais tarde por Chevaungeon (1956) Todavia, as relações genéticas entre os estados sexual e assexual não têm sido ainda determinadas Powell (1972) registra a necessidade de dar uma nova denominação ao estado sexual do fungo já que o empregado atualmente é um homônimo do nome dado por Sydow em 1901

As espécies C. cassavae Ell and Ev, C. manihotis P Henn, C. cearae Petch, C. manihotícola Stev Ined, Helminthosporium manihotis Rangel, H. hispaniolae CIF e Septagloerum manihotis Zinn, são consideradas sinônimas de C. henningsii (Powell, 1972, Chupp, 1952)

Os sintomas nas folhas de mandioca caracterizam-se por manchas foliares visíveis em ambos lados das folhas Na face superior, as manchas de coloração marrom aparecem de maneira uniforme, com bordo definido e escuro (fig 6) Na face inferior, as lesões têm margens menos definidas e para o centro as manchas marrom adquirem um fundo cinza oliváceo devido à presença de conidióforos e dos conídios do fungo À medida que crescem essas lesões circulares de 3 12 mm de diâmetro, tomam uma forma irregular e angular devido às nervuras principais das folhas que limitam a sua expansão As nervuras ramificadas que se encontram dentro da área necrótica apresentam uma coloração negra Algumas vezes, segundo a suscetibilidade da variedade aparece um halo amarelo indefinido ou uma área descolorida ao redor das lesões À medida que a enfermidade progride, as folhas infectadas se tornam amareladas, secam e caem, talvez devido às substâncias tóxicas secretadas pelo patógeno As variedades suscetíveis podem sofrer desfoliação severa e às vezes total perda durante a estação chuvosa e quente

Quando o vento ou a chuva transportam conídios das lesões de tecidos caídos infectados para novos sítios suscetíveis da planta (folha), aparecem as infecções primárias em uma plantação nova. Se houver suficiente umidade ambiental, os conídios germinam, produzindo tubos germinativos ramificados que com frequência se anastomosam. A penetração se efetua através das cavidades estomatais e a invasão dos tecidos através dos espaços intercelulares. Em condições úmidas e quentes, a penetração e infecção ocorrem geralmente dentro de um lapso de doze horas, mas os primeiros sintomas são aparecem depois de 12 dias da infecção (Chevaungeon, 1956, Viegas, 1941, 1943a, 1943b, Wallace, 1931).

Quando as lesões amadurecem aparecem os estromas de onde emergem os conidióforos. Os ciclos secundários da enfermidade se repetem durante toda a estação chuvosa, quando o vento ou a chuva transporta os conídios para novos tecidos suscetíveis da planta. O fungo sobrevive à estação seca em lesões velhas, com frequência nas folhas caídas, renova a sua atividade com o advento da estação chuvosa e o crescimento de novas folhas no hospedeiro.

Chevaungeon (1956) observou que em uma planta de mandioca as folhas baixas (mais velhas) são mais suscetíveis do que as folhas superiores (jovens). Igualmente outros autores têm feito as mesmas observações mas sem mostrar evidência investigativa. Todavia, têm sido observado (Lozano, inédito) que algumas espécies (*Manihot carthagenensis*) e cultivares suscetíveis de *M. esculenta* podem ser atacados severamente. Tem sido observados sintomas severos da enfermidade em folíolos, folhas jovens, pecíolos e ainda em frutos de *M. carthagenensis*. Ademais, tem sido reportado que as plantas que se tornaram "endurecidas" por condições desfavoráveis parecem ser mais resistentes (Viennot-Borgin e Grimaldi, 1950), entretanto, não se encontram diferenças em suscetibilidade entre plantas que crescem em solo rico e aquelas

que crescem em solos pobres (Chevauncheon, 1956)

Para diminuir a severidade da infecção recomendam-se práticas culturais que reduzam o excesso de umidade na plantação (Golato, 1963, Golato e Meossi, 1966, Springensguth, 1940) Tem sido verificado que os fungicidas a base de óxido de cobre e oxiclureto de cobre suspensos em óleo mineral e aplicados em doses de 12 litros/ha proporcionam um bom controle químico (Golato, 1963, Golato e Meossi, 1971) O melhor controle da doença pode ser efetuado através do uso de variedades resistentes Têm sido verificadas diferenças significativas em resistência varietal em África (Chevauncheon, 1956, Umanah, 1970), em Brasil (Viegas, 1941, 1943a, 1943b) e na extensa coleção de variedades de mandioca do CIAT, Colômbia (CIAT, 1972)

Mancha branca da folha (Cercospora caribaea)

Comumente se encontra nas regiões mandioqueiras úmidas e frias de Ásia, América do Norte, África Tropical e América Latina (Castanho, 1969, Chevauncheon, 1956, CIAT, 1972, Viennot-Bourgin e Grimaldi, 1950, Viegas, 1941) Nestas zonas o patógeno pode causar desfoliação considerável em variedades suscetíveis de Manihot esculenta, a única espécie hospedeira conhecida (Chevauncheon, 1956, Viegas, 1941)

C. caribaea, o agente causal, forma estromas tênues sobre as lesões das folhas infectadas Destes estromas se formam conidióforos em fascículos soltos Os conidióforos que emergem através dos estromas são em geral marron-oliváceos, de cor e tamanho uniformes, estes não são ramificados, mas sim, 1-15 geniculados, sub-truncados na ponta, com cicatriz conidial longa, de 3-5 x 50-200 u de tamanho Os conídios hipófitos são hialinos e sub-hialinos, obcavados, cilíndricos, com pontas claramente arredondadas, septadas 1-6, retos ou semi-curvos e de

4-8 x 20-90 u de tamanho [Chupp, 1953, Powell, 1968, 1972]

Apesar do nome Cercospora caribaea Chupp e Ciferri ser amplamente aceito para este fungo, Powell (1972) indica que este nome não é válido atualmente e que só poderá sê-lo quando se publique uma descrição completa em latim. Esta espécie pode ser distinguida facilmente de outras espécies de Cercospora em Manihot esculenta pelos sintomas foliares e pela produção de conídios hialinos (Chupp, 1953, Powell, 1968)

As lesões causadas por *C. caribaea* são menores e diferentes em coloração em comparação com aquelas induzidas por *C. henningsii*. Variam de circulares a angulares, em geral de 1-7 mm de diâmetro, são brancas e às vezes, marrons amareladas (Fig. 7). As lesões ficam úmidas em ambos lados até a metade da espessura da superfície foliar sadia. Apesar de poder distinguir os pontos brancos, as lesões tem com frequência um bordo de cor difusa na face inferior da folha. O bordo aparece às vezes como uma linha irregular pardo-violeta, rodeado por um halo marrom ou amarelado. O centro das manchas tem um aspecto aveludado-cinza durante a frutificação do patógeno que ocorre de maneira predominante na face inferior da folha.

A penetração do fungo no hospedeiro é levada a cabo através das aberturas estomatais e a invasão dos tecidos do hospedeiro ocorre por entre os espaços intercelulares. Quando as manchas foliares alcançam aproximadamente 5-7 mm de diâmetro, forma-se um estroma do qual se produzem os conidióforos. Os ciclos secundários da doença se repetem durante toda a estação chuvosa devido à dispersão dos conídios pelos ventos e por salpicaduras das águas das chuvas. O fungo sobrevive à estação seca nos tecidos velhos infectados e renova a sua atividade com a vinda da estação chuvosa e novo crescimento do hospedeiro.

As medidas de controle recomendadas para esta doença são similares às da "mancha parda". Não se conhecem variedades resistentes específicas mas pelas observações de campo se sugere a sua existência (Lozano, inédito)

A mancha parda é muito similar à mancha branca porém, a mancha parda ocorre comumente em zonas quentes, não muito úmidas e a mancha branca em zonas frio húmidas. Estas zonas na sua distribuição geográfica são comuns na África (Chevaungeon, 1966) e em América Latina (CIAT, 1972), e são provavelmente o resultado da diferente resposta dos respectivos agentes causais à temperatura e à humidade. A temperatura ótima para a germinação de conídios de Cercospora henningsii e C. caribaea é de 33 graus C respectivamente. Os conídios de C. henningsii parecem germinar com somente 50 por cento de umidade relativa, com ótima germinação a 90 por cento de humidade relativa, os conídios de C. caribaea necessitam de humidade ao nível de saturação para uma germinação normal. Estudos nutricionais revelaram diferenças entre estes dois fungos, C. henningsii pode utilizar acetato, citrato e vários aminoácidos mas não pode utilizar pentoses. C. caribaea, entretanto, utiliza pentoses como fonte de carbono e de energia mas, geralmente, não utiliza trioses (Chevaungeon, 1966, Powell, 1968).

Outras manchas foliares induzidas por Cercospora spp

Cercospora viscosae Muller e Chupp é o agente causal de uma mancha foliar parda grande e sem bordos definidos que ocorre nas áreas madioqueiras quentes de Brasil e Colômbia (CIAT, 1972, Viegas, 1941)

Cada mancha cobre frequentemente uma quinta parte ou mais do lóbulo foliar, a mancha tem uma cor marrom uniforme na face superior enquanto que ao revés, a coloração também é marrom com um centro de fundo grisáceo devido à presença de conídios e conidióforos do fungo.

A aparência geral das manchas é similar às induzidas por Phyllosticta sp, no entanto, as lesões induzidas por Phyllosticta sp têm anéis concêntricos na face superior da folha

O fungo não forma estromas mas esporula profusamente. Os conidióforos são produzidos em fascículos coremóides de coloração marrom avermelhado escuro e de 4-6 x 50-150 u de tamanho. Os conídios são cilíndricos obcravados e medem 4-6 x 25-200 u (Chupp, 1953). A Cercospora viscosae tem sido registrada somente como patógeno de Manihot spp. A enfermidade ocorre durante a estação chuvosa em áreas mandioqueiras quentes onde a mancha parda é também prevalente. Como a sua ocorrência em uma mesma planta ou em uma plantação dada é pequena e parece estar confinada às folhas baixeras da planta, a sua importância é relativamente pequena.

Tem sido verificado que a C. manihobae Viegas induz no Brasil, manchas foliares em M. esculenta (Chupp, 1953, Viegas, 1941, 1943b). Estas manchas foliares (Viegas, 1941, 1943b) se caracterizam por apresentar uma coloração branco-neve, mas a descrição da doença em si não tem sido registrada.

O fungo produz conidióforos semi-escuros que medem 3-5 x 50-200 u. Os conídios são hialinos ou sub-hialinos, obcravados-cilíndricos, de 4-8 x 20-90 u (Chupp, 1953).

Manchas foliares induzidas por Phoma sp (Phyllosticta sp)

Esta doença aparece comumente nas áreas mandioqueiras frias de Colômbia (CIAT, 1972, Lozano y Sarrazin, inédito), Brasil (Viegas, 1943a), Filipinas (Sydow, 1913), África Tropical (Vincens, 1915) e na Índia (Ferdinando et al, 1968). Durante a estação chuvosa e quando a temperatura é inferior a 22 graus C, a moléstia pode causar severa defoliação nas variedades suscetíveis, quase sempre produzindo morte descendente na haste.

A moléstia parece ocorrer em Manihot heptaphylla, M. dichotoma (Reinking, 1919, Viegas, 1943a) e M. axip (Spegazzini, 1912, Viegas, 1943a), além de M. esculenta (Viegas, 1943)

O agente causal da enfermidade não tem sido caracterizado completamente e várias espécies de Phyllosticta (CIAT, 1972, Reinking, 1919, Sydow, 1913, Vincens, 1915, Viegas, 1943a) têm sido reportados induzindo o mesmo síndrome da doença. Vincens (1915) foi o primeiro em chamar o agente causal como Haplographium manihoticola Vincens, mas Viegas (1943a) duvidou sobre a patogenicidade deste fungo em mandioca. Desde então Phyllosticta manihoticola Sydow (1913), P. manihot Sacc. (Saccardo 1931) e P. manihobae Viegas (1943a) têm sido registrados agentes causais do síndrome. Como ainda não está definida nem determinada a validade taxonômica destas espécies, existe a possibilidade que elas sejam sinônimas e correspondam a um mesmo patógeno. Os estudos e observações recentes indicam que este fungo deveria classificar-se como Phoma sp. (Powell, comunicação pessoal) e não como Phyllosticta sp. Antes de tudo, um estudo taxonômico sobre um amplo número de isolamentos de fungos se faz necessário para a caracterização do patógeno.

O agente causal produz numerosos picnídios superficiais de coloração marrom escura, globosos e sustentados individualmente ou em pequenos racimos sobre folhas e talos infectados. Os picnídios têm de 100 a 170 u de diâmetro. Suas paredes estão formadas por células poliédricas e têm um ostiolo que mede de 15 a 20 u. Os conidióforos são curtos e hialinos, produzem conídios pequenos (15-20 u), uncelulares, ovóides ou alongados (Ferdinando et al., 1968, Viegas, 1943a). O fungo isolado em Colômbia forma picnídios profusos localizados em anéis concêntricos sobre o meio de feijão-de-lima-agar (Lozano y Sarrazin, inédito).

A moléstia se caracteriza pela presença de grandes manchas foliares de cor marrom, geralmente com margens indefinidos. Estas lesões se encontram comumente nas pontas e nos bordos dos lóbulos foliares ou ao longo da nervura central ou de outras nervuras secundárias. Inicialmente, as lesões apresentam anéis concêntricos na face superior da folha, os quais estão formados por picnídios de cor marrom (Fig. 8). Estes anéis não estão presentes nas lesões velhas porque a chuva arrasta os picnídios maduros. Nestes casos, as manchas são de cor marrom uniforme, muito parecidas às causadas por Cercospora viscosae. Na face inferior formam poucos picnídios e portanto as lesões apresentam uma coloração marrom uniforme. Sob condições de alta umidade relativa, as lesões podem estar cobertas por uma trança de hifas de coloração marrom acinzentado. Na face inferior das folhas, as nervuras principais como secundárias dentro das lesões se necrosam, formando bandas negras que emergem das manchas. Estas manchas crescem causando requema foliar. O fungo invade a folha infectada e logo o pecíolo, os quais tomam uma coloração marrom escura ao se necrosar. As folhas murçam e logo caem, produzindo-se uma severa defoliação, quando a variedade ou o cultivar é suscetível. Estes cultivares podem apresentar morte descendente durante epifitotias (Fig. 8) ou ainda, morte total da planta. Os talos necrosados tomam uma coloração marrom e frequentemente aparecem cobertos de picnídios.

Observações de campo sugerem que as folhas baixeras maduras podem ser mais resistentes que as folhas superiores jovens. Todavia, têm sido observadas defoliações totais acompanhadas de morte descendente parcial ou total de cultivares suscetíveis. Igualmente, tem sido observado que a aparição da moléstia está correlacionada com condições favoráveis para a germinação de esporos entre os 20 graus C e, por inoculação artificial, só se conseguiu a infecção quando as plantas inoculadas foram mantidas a menos de 24 graus C e umidade relativa de 100 graus C durante 48 horas (Lozano, inô-

dito) Igualmente sob condições de campo, a doença é encontrada sempre durante a estação chuvosa em áreas onde a temperatura é inferior a 22 graus C

Não se conhece ainda o mecanismo de sobrevivência do fungo durante os períodos secos e quentes. Sugere-se que o fungo pode produzir seu estado sexual em talos infectados em restos foliares (Viegas, 1943b), mas isto não tem sido observado nem tão pouco registrado ainda.

Até agora não existem medidas de controle da doença, apesar de causar consideráveis perdas em áreas sob condições ambientais propícias para o seu desenvolvimento. Apesar de não haver informes sobre a resistência varietal, tem sido registrada em Colômbia resistência de campo em plantações infectadas naturalmente. Tratamentos químicos durante a estação chuvosa poderiam ser igualmente efetivos naquelas áreas onde a doença é endêmica, mas não se conhecem fungicidas específicos ao patógeno.

Oídio da mandioca

Esta moléstia foi registrada pela primeira vez na África em 1913 (Saccardo, 1913) e desde então, tem sido encontrada na América Latina (CIAT, 1972, Viegas, 1943a) e em Ásia (Park, 1934). A moléstia se caracteriza pela presença de manchas foliares amareladas e indefinidas em Manihot esculenta. Apesar de se encontrar amplamente disseminada e ocorrer frequentemente durante a estação seca, a doença é considerada de menor importância devido a que, geralmente ataca as folhas baixas além de induzir pouca necrose.

O agente causal tem sido chamado Oidium manihotis P. Henn. cujo estado sexual é Erisiphe manihotis (Ferdinando et al., 1968). O micélio do fungo é branco e produz numerosos haustórios sobre a epiderme do hospedeiro. Os conidióforos estão em posição ereta, são sensíveis e a sua parte

superior aumenta tanto em comprimento como em largura a medida que formam os conídios. Os conídios são ovais ou cilíndricos, uncelulares, hialinos e medem de 12 a 20 u x 20 a 40 u e são produzidos em cadeias basipetais (Ferdinando et al., 1968, Saccardo, 1913, Viegas, 1943b)

Os primeiros sintomas da moléstia se caracterizam pela aparição de um micélio branco que cresce sobre a superfície foliar. O fungo penetra nas células de hospedeiro por meio de haustórios, as células infectadas se tornam cloróticas formando lesões amareladas indefinidas (Fig 9). Dentro destas zonas amareladas, aparecem com frequência áreas necróticas, angulares de cor marrom pálido e de diferentes tamanhos. Em algumas variedades, a doença se detém no estado de lesão amarelo-indefinida.

Estes sintomas podem ser confundidos com aqueles induzidos por insetos e ácaros.

As folhas maduras, plenamente desenvolvidas parecem ser as mais suscetíveis ao ataque do patógeno, apesar de que as folhas jovens de algumas variedades também apresentam com frequência, sintomas da moléstia.

A moléstia comumente aparece durante a estação seca e em zonas quentes. Apesar de que um controle específico da moléstia se considera desnecessário, observações feitas indicam que parecem existir variedades resistentes (CIAT, 1972, Lozano y Sarrazin, inédito). Tem sido sugerido (Ferdinando et al., 1968) que a aspersão composta a base de enxofre pode controlar a doença.

Superalongamento da mandioca

Esta enfermidade tem causado epifitotias recentes em várias regiões de Colômbia (CIAT, 1972, Lozano, 1972, Booth, 1973) onde parece ser endêmica. A enfermidade ocorre durante a estação chuvosa, durante os períodos secos, a sua ocorrência e a disseminação diminuem. A produção das

plantas severamente afetadas diminuem consideravelmente

Tem sido verificado que um fungo pertencente ao grupo dos ascomycetos inferiores (Commonwealth Mycological Institute, comunicação privada) é o agente causal da moléstia. Este organismo cresce bem em um meio artificial que contém peptona e açúcares, formando colônias tipo levedura. Cada colônia é circular, corrugada, ligeiramente submersa no meio e de consistência dura. Inicialmente, as colônias são de coloração amarelada mas depois de quinze dias de inoculação tomam uma coloração marrom escura. Estas colônias se formam a partir de uma estrutura de tipo pro-mucelial. Para a margem das colônias é visível um delicado micélio, septado e composto por células binucleadas, alongadas ou vasculares. Em meio artificial, o fungo produz esporos pequenos binucleados depois de 10 dias de incubação a 20 graus C. Observações preliminares sugerem que estes são blastosporos que podem se multiplicar por processo de gemação (Lozano e Booth, 1973).

Estudos histológicos mostram que inicialmente o fungo cresce sobre a epiderme do hospedeiro e que depois da penetração, cresce por entre os espaços intercelulares da epiderme e do córtex. Não tem sido observada infecção nos tecidos vasculares ou medulares. Depois da infecção, formam-se agregados muceliais no córtex os quais pressionam e rompem as células epidérmicas que os rodeiam formando um cancro. As células do hospedeiro que se encontram ao redor destes cancros são na sua maioria, anormalmente grandes (Lozano y Booth, 1973).

A enfermidade é reconhecida por alongamento exagerado dos entrenós dos talos jovens, os quais tem aparência débil e delgada (Fig 10). As plantas enfermas são muito mais altas que as sadias, as hastes jovens, ou pecíolos e as folhas enfermas frequentemente mostram deformações associadas com a presença de cancros. Estas que têm a forma de lente, são encon-

tradas ao longo das nervuras principais ou de outras secundárias das folhas e podem estar também presentes nos pecíolos e ao longo da haste. Com frequência, as folhas jovens não se desenvolvem plenamente nem a lâmina foliar atinge uma expansão completa, as folhas igualmente apresentam manchas brancas irregulares (Fig. 11). Às vezes, ocorre uma necrose parcial ou total nas lâminas das folhas enfermas, a qual resulta em defoliação considerável. Normalmente os cancrois são de diferente tamanho e têm a forma de lente nas hastes, estes podem ser mais difusos e parecer ao dano causado por trips.

Durante a estação chuvosa, a disseminação da moléstia é rápida. Parece que esta disseminação ocorre pela ação da chuva e vento sobre os esporos do fungo, os quais, são transportados para partes sadias e suscetíveis do hospedeiro. Os primeiros sintomas que se caracterizam pela presença de manchas foliares amarelas aparecem com 6 ou 8 dias após a inoculação. Os cancrois se formam um pouco depois (2-5 dias), mas a alongação somente ocorre de 15 a 20 dias depois da inoculação.

Observações de campo em mais de 200 cultivares de M. esculenta indicam que existem boas fontes de resistência à esta enfermidade. Estudos preliminares com vários produtos também parecem prometedores. Em México (Normanha, comunicação pessoal) tem sido encontrada uma enfermidade que parece ser similar, já que causa alongamento da haste, manchas foliares e pústulas nas hastes, nos pecíolos e nas nervuras principais.

A antracnose (Wither-tip)

Apesar de se conhecer desde há muito tempo e em muitos países (Affran, 1968, Bouriquet, 1946, CIAT, 1972, Doku, 1969, Vanderweyen, 1962), a antracnose é considerada como moléstia de menor importância. Ela se caracteriza pela presença de manchas foliares confluentes de aproximadamente 10 mm de

diâmetro e semelhantes às causadas por Cercospora henningsii, porém, estas aparecem mais na base das folhas causando posteriormente a morte total das mesmas. O patógeno ataca também as hastes tenras causando murchamento e as hastes maduras, induzindo cancos (Irvine, 1969, Vanderweyen, 1962). As folhas novas, formadas no começo da estação chuvosa são mais suscetíveis. A doença tende a desaparecer quando começa a estação seca (Dolu, 1969, Irvine, 1969). Isto concorda com resultados obtidos por inoculações artificiais com suspensão aquosa de conídios do patógeno. A inoculação tem êxito se a incubação for feita a 100 por cento de umidade relativa durante 60 horas e o fungo deixa de invadir o tecido do hospedeiro quando a humidade relativa desce a 70 por cento (CIAT, 1972, Lozano, sem publicar).

Para o organismo causal desta moléstia existem várias denominações Glomerella manihotis Chev, Colletotrichum manihotis Henn (Vanderweyen, 1962), Gloeosporium manihotis (Bouriquet, 1946) e Glomerella cingulata (Irvine, 1969). É possível que todos estes nomes se refiram a uma mesma espécie de fungo, entretanto isto não está ainda determinado.

Recentemente, em Nigéria (IITA, 1972) foi registrada uma antracnose de haste causada por Colletotrichum sp. Na porção verde das hastes se apresentavam depressões ovais, pouco profundas, de coloração marrom pálido, com um ponto de tecido verde normal no centro. Na porção lenhosa das hastes, as lesões eram redondas, avolumadas nos bordos, formando sobre a epiderme e córtex, cancos profundos que às vezes deformavam a haste. Sua importância é desconhecida, entretanto a sua prevalência, ocorrência e disseminação é considerável.

Ferrugem da mandioca

Registrada no Brasil e Colômbia (Amaral, 1942, Normanha, 1970, Lozano, sem publicar), aparece no final dos períodos secos causando às vezes

um tipo de brotamento na ápice das hastes (Normanha, 1970) Lozano (inédito) observou pústulas nas folhas, nos pecíolos e nos talos jovens em áreas mandioqueiras altas e frias de Colômbia, porém Normanha (1970) afirma que a enfermidade somente é séria no nordeste brasileiro durante a estação seca e cálida

Podridões de ramos

Como em muitas áreas mandioqueiras não existe a possibilidade de plantio contínuo da mandioca, é necessário efetuar armazenamentos de ramos para posterior propagação. Em ramos armazenados têm sido observadas três enfermidades que induzem a necrose (CIAT, 1972). No CIAT, Colômbia estas enfermidades reduzem a viabilidade da estaca de maneira considerável, direta e indiretamente, aumentando a desidratação e causando necroses (Wholey, comunicação privada). Cerca de 18 por cento do material de propagação que inicialmente parecia sã, foi descartado por ataque de patógeno depois de 50 dias de armazenamento em condições ambientais controladas. Com o fim de reduzir a desidratação, Wholey mergulhou as estacas em parafina porém, o processo aumentou consideravelmente a incidência de patógenos.

Apesar de ter sido reconhecidos três agentes causais diferentes, as moléstias induzidas por estes não se diferenciam claramente na maioria dos casos. Macroscopicamente, estas enfermidades podem parecer similares particularmente durante as suas primeiras etapas de desenvolvimento. Além disto, é possível que se encontre presente mais de um organismo causador de síndrome total.

Necrosamento da rama devido a *Glomerella* sp

Esta doença é a mais comum entre as que induzem podridões ou necrosamento nas estacas de mandioca armazenadas. O agente causal ataca igual-

mente os detritos de ramos velhos deixados nas plantações de mandioca. O necrosamento de ramos armazenados aparece primeiro nas pontas e progride gradualmente até o centro, para depois se disseminar a todas as estacas. A doença se manifesta com uma descoloração negra dos tecidos vasculares, posteriormente desenvolvem bolhas superficiais que mais tarde rompem a epiderme, expondo uma formação negra de peritécios em um estroma bem desenvolvido (Fig. 12).

O organismo agente causal parece pertencer a Glomerella cingulata (Stonem) Spauld, Schrenk (Commonwealth Mycological Institute, comunicação privada). Os ascosporos são hialinos, unicelulares e ligeiramente curvos.

Supõe-se que a infecção ocorre através de ferimentos e é favorecida por uma alta umidade relativa ambiental.

A relação entre este fungo e Colletotrichum sp, agente causal da antracnose da mandioca ainda não está determinada. Existe a possibilidade de que estes patógenos possam ser dois estados diferentes do mesmo organismo.

Necrosamento da rama causada por *Botryodiplodia* sp

Tem sido verificado que esta enfermidade ataca o material de propagação da mandioca durante o armazenamento e os restos de cultura deixados no campo, a sua ocorrência é tão comum como os ataques de Glomerella sp. A moléstia se caracteriza por descoloração negra e pela necrose dos tecidos vasculares que se estende a partir dos ferimentos da rama, local de infecção. Na epiderme aparecem bolhas, sob as quais, os tecidos internos da rama se descolorem, apresentando uma aparência negra ou marrom escuro. As bolhas se rompem mostrando massas de picnídios negros confluentes.

O agente causal da moléstia foi identificado como Botryodiplodia theobromae Pat (Commonwealth Mycological Institute, comunicação privada) Tanto no hospedeiro como em cultivo artificial, este organismo produz picnídios erumpentes, confluentes, estromáticos e ostiolados Os conidióforos são curtos e simples, produzem conídios escuros e bicelulados, ligeiramente alongados ao atingir a maturação Acredita-se que a infecção ocorre através de feridas e é favorecida pela alta umidade relativa ambiental

Outros tipos de necrosamento de ramas

Um outro tipo de necrosamento de ramas é causado por um basidiomiceto ainda não identificado Esta doença, apesar de ser relativamente pouco comum, tem sido observada em pedaços de ramas velhas, maduras e jovens, tanto em campo, como em depósito para armazenamento Os pedaços de talos infectados se necrosam, mostrando uma ligeira descoloração marrom, na qual, às vezes pode-se observar micélio branco sobre a epiderme Durante o período de alta umidade relativa, emergem pequenos basidiocarpos em forma de taça sobre a epiderme das estacas severamente infectadas (Fig 13)

A falta quase absoluta de informação sobre enfermidades das ramas de mandioca torna imperativa a necessidade de investigações relacionadas com aspectos epidemiológicos e o controle destas moléstias

Sobre os patógenos que atacam o sistema lenhoso da planta estão mencionados na secção relacionada com as podridões radiculares Estes infectam comumente a base da rama, podendo causar a morte da planta ou perdas durante o armazenamento para posterior plantio

Em geral, a presença das podridões nos ramos parece ser favorecida pela alta umidade relativa e a infecção provavelmente ocorre através de feridas nas ramas Desta maneira, aconselha-se que o material de propagação seja manejado e seleccionado cuidadosamente antes e depois do armazena-

mento Deverão ser utilizadas para o plantio somente as estacas com gemas viáveis Apesar de não existir informações a respeito, atualmente no CIAT está sendo feita uma investigação a respeito com a finalidade de minimizar a incidência destas moléstias

Podridões radiculares

As podridões radiculares em mandioca são importantes em áreas com solos mal drenados ou em lugares onde há excesso de períodos chuvosos Muitos microorganismos são capazes de induzir podridões radiculares no solo em plantas jovens de mandioca durante as primeiras etapas de crescimento, como também as raízes de plantas maduras em armazenamento Apesar de se acharem registradas várias doenças radiculares, existem pouquíssimas informações a respeito e além disso, os sintomas descritos não são bem definidos Geralmente a infecção nas plantas jovens causa a morte das mesmas durante ou logo após a germinação A infecção em plantas já maduras (maiores de 4 meses) pode resultar em murchamento parcial ou total em consequência da podridão radicular que pode ser mole ou seca Geralmente, depois da invasão de um ou vários patógenos primários, as raízes infectadas podem ser invadidas por um amplo espectro de microorganismos, geralmente saprófitas ou débéis parasitas, capazes de degradar os tecidos radicais e que mascaram a identidade do agente causal primário, fazendo aparecer as podridões radicais com o mesmo sîndrome Algumas destas doenças ocorrem com freqüência quando a plantação da mandioca se estabelece imediatamente depois de cultivos lenhosos como o café ou de florestas (selva) Geralmente estes solos se encontram infestados de patógenos que atacam cultivos lenhosos como a mandioca Estes patógenos podem ser fungos ou bactérias, que podem causar um deterioramento radical durante o cultivo ou também depois da colheita e durante o armazenamento das

raízes

As medidas de controle para estas enfermidades são similares, sendo as melhores por meio de práticas culturais tais como boa drenagem, seleção de solos com textura solta, rotação, colheita precoce e não utilização de solos que se inundam. Tratamento com fungicidas pode ajudar o estabelecimento da plantação para evitar podridões radiculares durante os primeiros meses de cultivo. Em alguns poucos casos têm sido reportadas variedades resistentes (Castanho, 1953, Drummond e Gonçalves, 1946, 1947, Fassi, 1957 Muller e Carneiro, 1970)

Podridão radicular induzida por *Phytophthora* sp

Esta doença é encontrada na África (Fassi, 1957) e em América Tropical (Muller e Carneiro, 1970, Vanderweyen, 1962) causando perdas no rendimento que chegam até 80% por cento da produção total. O patógeno ataca as plantas jovens ou maduras, especialmente quando estão perto dos canais de drenagem, causando murchamento repentino da planta e severa podridão mole nas raízes. Inicialmente, as raízes jovens infectadas apresentam manchas aquosas que se estendem e logo adquirem uma coloração marrom (Fig 14). As raízes infectadas frequentemente exudam um líquido de cheiro repugnante e logo se deterioram completamente no solo (Fig 15).

Três espécies de *Phytophthora* têm sido identificadas como agentes causais desta moléstia: *P. drechsleri* Tucker no Brasil (Muller e Carneiro, 1970) e em Colômbia (CIAT, 1972, Oliveros, Lozano e Booth, sem publicar) e *P. erythroseptica* Pethyb e *P. cryptogea* Pethyb e Leff em África Tropical (Fassi, 1957, Vanderweyen, 1962). Estes fungos são bem conhecidos, pois causam também podridões radiculares em outras espécies de plantas cultivadas.

Podridão cotonosa

É a doença da raiz mais séria do cultivo e a mais prevalente na África, onde o seu aparecimento é tomado como amadurecimento da cultura. Apesar de ser conhecida na América Latina, não tem grande importância na atualidade. Reconhece-se a enfermidade pela presença de uma massa de micélio branco sob o córtex das raízes grossas e pela presença de fios miceliais brancos, como fibras de algodão que cobrem parcial ou totalmente a epiderme das raízes infectadas até a base da rama. Internamente, os tecidos infectados parecem desidratados e emitem um cheiro característico da madeira em decomposição. As plantas jovens podem chegar a infectar-se e às vezes sofrem murchamento repentino, desfoliação e necrosamento radicular.

O organismo agente causal da moléstia é Fomes lignosus (Klot) Bres (Affran, 1968, Doku, 1969, Jennings, 1970, IITA, 1972, Vanderweyen, 1962)

Podridão radicular induzida por Rosellinia

Esta moléstia é encontrada em muitas regiões mandioqueiras com solos pesados mal drenados, com um alto conteúdo de matéria orgânica e em plantações de mandioca posteriores a cultivos florestais ou espécies lenhosas perenes (Castanho, 1953, Drummond e Gonçalves, 1950, Viegas, 1955). A moléstia é denominada também "podridão negra" devido à coloração negra característica dos tecidos infectados e dos cancrios radiculares. Inicialmente, a epiderme radicular se cobre de rizomorfias brancas que mais tarde se tornam escuras. Internamente, os tecidos infectados das raízes grossas se descolorem ligeiramente e exudam um líquido ao se comprimir. As massas miceliais negras penetram nos tecidos, nos quais crescem formando pequenas cavidades que contêm micélio esbranquiçado (Fig. 16). As raízes infectadas têm um cheiro característico de madeira em decomposição. Esta doença

não foi registrada em plantas jovens mas é aconselhável evitar a utilização de material procedente de plantações infectadas para a propagação

Rosellinea necatrix (Hartin) Berl, que é o estado peritecical de Dematophora necatrix, é o agente causal desta enfermidade (Castanho, 1953, Viegas, 1955) Este fungo induz podridões radiculares em outras plantas lenhosas e herbáceas (Alexopoulos, 1962, Castanho, 1953, Viegas, 1955) e está amplamente descrito na literatura. Todavia, existem poucas informações sobre a epidemiologia do fungo na mandioca. Acredita-se em geral que o seu estado sexual raramente ocorre (Alexopoulos, 1962, Castanho, 1953)

Podridão radicular induzida por Sclerotium

Esta doença é observada comumente em estacas jovens em raízes maduras como uma cobertura algodonosa cobrindo a parte afetada. Foi registrada somente em América Latina (CIAT, 1972, Ferdinando Galli et al., 1968, Martin, 1970, Viegas, 1943, 1943b). O micélio branco que se encontra nas raízes infectadas ou na base dos ramos, está também disseminado no solo. Este micélio pode em certas ocasiões penetrar nas raízes através de ferimentos causando a podridão subsequente (Booth, inédito). Apesar de que é muito raro ser letal às plantas jovens, este fungo pode causar um considerável necrosamento radicular nestas plantas.

A doença é causada por Sclerotium rolfsii Sacc, organismo comum do solo, porém débil como patógeno, que tem um micélio branco de aparência cotonosa e que forma numerosos escleródios redondos produzidos caracteristicamente no hospedeiro ou em cultivos de laboratório.

Outras podridões radiculares

Existem outras espécies de fungos que podem induzir podridões radiculares em plantas de mandioca em diferentes estados de crescimento, mas existe muito pouca informação disponível sobre estas enfermidades e sua

importância Há informações de que o fungo Armillariella mellea Vahl está associado com a podridão da base da rama e da raiz de plantas maduras (Arrauudeau, 1967, CIAT, 1972, Vanderweyen, 1962) Outros fungos que podem causar podridões radiculares na mandioca são Pheolus manihotis (Hein, 1931), Lasiodiplodia theobromae Griff e Mubl (Vanderweyen, 1962), Phythium sp, Fusarium sp (CIAT, 1972), Clitocybe tabescebs (Arrauudeau, 1967) e Sphaceloma manihoticola, B et jenk, (Bitencourt e Jenkins, 1950), Rhizopus spp (Majumder et al, 1956), Rhizoctonia sp (Gonçalves e Franco, 1941) e Aspergillus spp (Clerk e Caurie, 1968)

Algumas espécies bacterianas pertencentes aos gêneros Bacillus, Erwinia e Corynebacterium são consideradas também como agentes causais de podridões moles e fermentações em raízes grossas da mandioca (Akinrele, 1964, Averre, 1967, Collard, 1963) Os sintomas destas podridões moles são similares e frequentemente são acompanhados de fermentações Acredita-se que estes organismos penetram dentro das raízes através de fermentos produzidos pelo homem durante as operações de cultivo, por animais, por insetos ou por fungos e também, com frequência, acompanhados de outros microorganismos saprofíticos que podem ajudar o deterioramento

As espécies bacterianas patogênicas pertencentes ao gênero Bacillus, formam esporos na maioria dos meios de cultivo que contêm açúcar As espécies pertencentes a Erwinia, podem ser isoladas e distinguidas empregando-se o método de Kado e Heskett (1970) ou pela capacidade de produzir pectinase, a qual se determina pelo uso de um meio com polipectato de sódio e pela presença de flagelos peritríquios Corynebacterium spp também pode ser isolada e distinguida empregando-se os meios seletivos (Kado e Heskett, 1970), pelo pleomorfismo e pela sua reação gram-negativa

O agente causal da requeima bacteriana (bacteriose) também pode in-

duzir necrosamento, descoloração e podridão seca nos tecidos vasculares das raízes infectadas (Lozano, 1972a, Lozano e Sequeira, 1973b)

"Podridão do coração da mandioca"

Trata-se de um transtorno fisiológico que causa danos na raízes grossas na África Tropical (Averre, 1967, Barat et al, 1959) Ocorre em solos úmidos e mal drenados Apresenta uma necrose interna seca que se estende irregularmente do centro aos tecidos corticais Este transtorno se observa somente em cerca de 10 a 20 por cento das raízes de uma planta infectada e acredita-se que as raízes de maior tamanho e espessura são as mais suscetíveis

Apesar de se desconhecer se o rápido deterioramento das raízes da mandioca depois da colheita obedece a razões fisiológicas ou patológicas, ou é resultado da combinação desses dois fatores, numerosos microorganismos das raízes deterioradas têm sido isolados Além disso, sabe-se que vários destes organismos causam descoloração e podridão A literatura relacionada com o deterioramento das raízes de mandioca durante o armazenamento tem sido revisada por Ingram e Humphries (1972, 1973a, 1973b), descrevendo o importante papel que exerce o dano mecânico no deterioramento das raízes, o qual pode ser controlado por meio de curação em silos subterrâneos

RESUMO

Em geral, existe um conhecimento limitado sobre as muitas doenças que atacam a mandioca e que reduzem os rendimentos, apesar de saber-se que os prejuízos causados por estas doenças são consideráveis. Qualquer plano de utilização ao máximo deste importante cultivo alimentício exige maiores conhecimentos através da intensificação de pesquisas em todos os aspectos relacionados com a produção e utilização da mandioca. A ênfase que se dá à importância da redução das perdas causadas por patógenos fungicidas, bacterianos ou virais, nunca pode ser excessiva porque estas chegam a ser consideráveis. Entretanto, excetuando-se a literatura existente sobre o controle da bacteriose, muitas moléstias carecem na atualidade de informação sobre métodos para seu controle. Em numerosos casos, tem sido constatada a existência de cultivares resistentes, entretanto estes dados não estão descritos nem confirmados com precisão sob condições controladas. Em alguns casos, a resistência à enfermidade pode ser encontrada em cultivares agronomicamente aceitáveis, mas em outros é necessário trasladar esta resistência por melhoramento genético a cultivares promissores. Para isso, é necessário uma investigação extensa com a finalidade de avaliar as reações do hospedeiro e do respectivo patógeno, para assim determinar as fontes de resistência. Esta informação valiosa é a que pode ser empregada pelos fitomelhoradores e agrônomos ao fazer a seleção de cultivares e de material genético para produzir clones híbridos ou variedades melhoradas. Outros sistemas de controle de enfermidades em mandioca devem ser estudados, especificamente naqueles casos em que a resistência varietal não é aplicável ou em que o intento não é economicamente viável.

AGRADECIMENTOS

Apresentamos os nossos agradecimentos ao Sr N B McLellan, fotógrafo da Fundação Rockefeller pela sua colaboração no trabalho fotográfico apresentado neste trabalho

RECONHECIMENTOS

O programa de mandioca faz um sincero reconhecimento ao Dr Armando Takatzu pela tradução do presente trabalho

XXXXXXXXXXXXXXXXXX

- Fig 1 Bacteriose
Sintomas típicos de murchamento e morte descendente induzidos pelo agente causal da bacteriose
- Fig 2 Bacteriose
Lôbulos de folhas de mandioca mostrando manchas angulares e requeima foliar
- Fig 3 Mosaico Africano
Clorose e deformação foliar características do mosaico africano da mandioca
- Fig 4 Mosaico Africano
A clorose, redução do desenvolvimento da lâmina foliar e a deformação das folhas são sintomas severos do mosaico africano
- Fig 5 Mosaico comum (Mosaico Americano)
Lôbulos de folhas de mandioca com sintomas moderados e severos do mosaico comum da mandioca
- Fig 6 Mancha parda das folhas (Cercospora kenneingsii)
Lesões angulares com bordos definidos em lóbulos de uma folha de mandioca
- Fig 7 Mancha branca das folhas (Cercospora caribae)
Lesões medianas, angulares ou ovaladas, brancas, com bordos definidos e de cor marrom-violeta e halos difusos amarelos
- Fig 8 Manchas foliares induzidas por Phoma (Phoma sp)
Lôbulos com lesões grandes, de coloração marrom, com anéis concêntricos Morte descendente nas brotações A parte necrosada mostra os picnídios

- Fig 9 Oídio da mandioca (*Oidium manihotis*)
Lesões foliares indefinidas e de coloração amarelada, sintomas típicos de oídio da mandioca
- Fig 10 Superalongamento (Induzido por *Ascomiceto inferior*)
Os sintomas gerais são alongamento das brotações e pecíolos, deformação foliar e presença de cancrios
- Fig 11 Superalongamento (Induzido por *Ascomiceto inferior*)
Folha de mandioca mostrando encarquilhamento, lesões brancas irregulares e cancrios sobre as nervuras principais e pecíolos
- Fig 12 Podridão da rama (Induzida por *Glomerella cingulata*)
Pedacos da rama mostrando bolhas eruptivas que são grupos de peritécios negros
- Fig 13 Podridão da rama (Induzida por um *Basidiomiceto* ainda não identificado)
Pedaco da rama que mostra basidiocarpos típicos. O pedaco não infectado é a testemunha
- Fig 14 Podridão radicular induzida por *Phytophthora (Phytophthora drechsleri)*
Podridão radicular em plântulas comparada com a testemunha não inoculada
- Fig 15 Podridão radicular induzida por *Phytophthora (Phytophthora drechsleri)*
Podridão e deterioramento radicular total em uma planta de mandioca adulta
- Fig 16 Podridão radicular induzida por *Rosellinia (Rosellinia necatrix)*
Sintomas característicos em raízes grossas de mandioca

BIBLIOGRAFIA

- AFFRAN, D.K. (1968). Cassava and its economic importance The Ghana Farmer 12 172-178.
- AKINRELE, I A. (1964). Fermentation of cassava. J. Sci. Fd Agric. 15 589-594
- ALFXOPOULOS, C.J. (1962). Introductory mycology, John Wiley & Sons, Inc., New York, London. 613 pp.
- AMARAL, J F. do. (1942a). Ferrugem (Uromyces) da mandioca. Biologico 8 148.
- AMARAL, J F. do. (1942b). Estudo do organismo causador de bacteriose da mandioca. Arg. Inst. Biol., Sao Paul 13: 119-126.
- AMARAL, J.F. do. (1945). Doenças vasculares das plantas causadas por bacterias. O Biologico, Sao Paulo 11 250-253.
- AMARAL, J F. do. and VASCONCELLOS, L G. (1945). Novos estudos do agente etiológico da bacteriose da mandioca. Arg. Inst. Biol., Sao Paulo 10 361-368.
- ARRAUDEKJ, H. (1967). Cassava in the Malagasy Republic. In Pro. First Int. Symp. Trop Root and Tuber Crops, Trinidad. 1(3) 180-184.
- AVERRE, C.W. (1967). Vascular streaking of stored cassava roots. In Proc. First Int Symp. on Trop. Root and Tuber Crops, Trinidad. 1(4) 31-35.
- BARAT, H., DADANT R., BAUDIN P. and FRITZ J. (1959). La pourriture du coeur du manioc. Doclclut de Recherches Agron. de Madagascar, Bull. 3 79-80.
- BECK, B.D.A. (1971). The breeding goals in a cassava breeding program in West Africa. The Ford Foundation, Lagos, N.igeria. 5 pp.
- BERGEY, D.H. (ed.) Manual of Determinative Bacteriology. 6th ed (1948). The Williams & Wilkins Co., Baltimore, Md. 1529 pp.

- BERGEY, D H. (ed.) Manual of Determinative Bacteriology. 7th ed. (1957)
The Williams & Wilkins Co , Baltimore, Md. 1094 pp.
- BITAN COURT, A A. and JENKINS, A E. (1950). Sphacelora manihoticola sp. nov.
Arq Inst. Biol. Sao Paulo 20 15-16
- BONDAR, G (1912) Una nova molestia bacteriana das hastes da mandioca.
Chacras e Quintas, Sao Paulo 5 15-18.
- BONDAR, G. (1915). Molestia bacteriana da mandioca bol. Agr. Sao Paulo
16 513-524.
- BOOTH, R.H. (1972). Cassava production systems fresh root storage, In
Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Annual Report
1972, 74-78
- BOOTH, R.H. (1973a). Control of deterioration of tropical root crops.
Paper presented at 2nd International Congress of Plant Pathology,
5-12 September, 1973, Minneapolis.
- BOOTH, R H. (1973b). The storage of fresh cassava roots. In Proc. Third
Int. Symp. Trop. Root and Tuber Crops, Ibadan, Nigeria, December, 1973
(in press).
- BOURIQUET, G. (1946). Les maladies du manioc a Madagascar. In Maladies
des plantes cultivees a Madagascar, Paris, p. 198-237.
- BURKHOLDER, W.H. (1942). Three bacterial plant pathogens Phytomonas
caryophylli sp. n., Phytomonas alliicola sp. n., and Phytomonas manihotis
(Arthaud-Berthet et Bondar) Viegas. Phytopathology 32 146-148.
- CARDIN, P. (1910). Insectos y enfermedades de la yuca en Cuba. Bol. Est.
Exp Agr. Cuba 20 1-28.
- CARNEIRO, J G. (1940). Doença bacteriana da mandioca. Notas e Informações.
Portaria do Min Agric 573 447.

- CASLAHO, J.J. (1953). La liaga negra o podredumbre negra maculada de la yuca. Agric Tropical (Bogota) 8 21-29.
- CASTAÑO, J J (1969). Mancha foliar de Cercospora caribaea en yuca (Manihot utilissima Pohl.) en la region de Barbosa (Antioquia). Agric Trop 25 327-329
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT) (1971). Annual Report 1971 CIAT, Cali, Colombia. 120 pp.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). (1972) Annual Report 1972 CIAT, Cali, Colombia 192 pp.
- CHANT, S.R (1958) Studies on the transmission of cassava mosaic virus by Bemisia sp. (Aleyrodidae). Ann ann Biol. 46 210-215.
- CHANT, S.R. (1959). A note on the inactivation of mosaic virus in cassava (Manihot utilissima Pohl.) by heat treatment. Emp. J. Exp. Agric 27 55-58.
- CHEVAUGEON, J. (1956). Le maladies cryptogamique du manioc en Afrique Occidentale Encycl. Mycologique 28 1-205
- CHUPP, C. (1953). A monograph of Cercospora. CHUPP, C. Cornell Univ. Ithaca, N.Y. 667 pp.
- CIFERRI, R. (1933). Le malattie della manioca (Manihot esculenta Crantz) in San Domingo. II. La malattia della manchie fogliari circolari (Helminthosporium hispaniolae Cif.). Boll. R. Staz. Pat. Veg. Roma. N.S. 8 241-308.
- CLERK, G C. and CAURIE, M (1968). Biochemical changes caused by some Aspergillus species in root tubers of cassava (Manihot esculenta Crantz). Trop. Sci 10 149-154.
- COLLARD, P. (1963). A species of Corynebacterium isolated from fermenting cassava roots. J. Appl. Bact. 26 115-116

- COSTA, A.S. (1940). Observações sobre o mosaico comum e mosaico das nervuras de mandioca (Manihot utilissima Pohl.). J. Agron., Piracicaba 3 239-248
- COSTA, F (1940). Regiões infestadas pela bacteriose da mandioca Notas e informações Portaria do Min Agr. 573 446.
- COSTA, A S and KITAJIJA, E W. (1972a) Cassava common mosaic virus. C.M I / A A B Descriptions of Plant Viruses. no. 90.
- COSTA, A S. and KITAJIJA, E V. (1972b). Studies on virus and mycoplasma diseases of the cassava plant in Brazil. In Proc IDPC/IITA Cassava Mosaic Workshop Int Inst. of trop. Agric, Ibadan, Nigeria. 48 pp
- COSTA, A.S , KITAJIJA, E.W., PEREIRA, A S., SILVA, J.R. and CARVALHO DIAZ, C.A. (1970). Molestias de vírus^a e micoplasma da mandioca no estado de São Paulo. Bol. Secr. Agric Ind. e Co , São Paulo 18 pp.
- COSTA, A.S. and NORMANHA, E (1939) Nota sobre o tratamento de manivas de mandioca (Manihot utilissima Pohl.) em água aquecida a diversas temperaturas. Rev. Agric., Piracicaba 14 227-230.
- DESLANDES, J.A (1941). Doenças da mandioca no Nordeste. Bol Min Agric Rio Janeiro 30 23-41.
- DOKU, E.V. (1965). Breeding for Yield in cassava. I. Indices of yield. Ghana J Sci. 5 42-59.
- DOKU, E.V. (1969). Cassava in Ghana. Fac. Agric , Dept. of Crop Sci , Univ. of Ghana. Ghana Universities Press. 44 pp.
- DOWSON, W.J. (1957). Plant diseases due to bacteria 2nd ed. Cambridge Univ. Press, Cambridge, England. 232 pp.
- DRUMMOND, O A. (1946). Doenças da mandioca. Ceres (Viçosa, Minas Gerais) 7 24-33.

- DRUMMOND, O A and GONCALVES, P D. (1956). Porridao das raizes Biologico
16 17-18
- DRUMMOND, O.A and GONCALVES, R.D. (1953). A bacteriose e a mandioca
guaxupe O Biologico, Sao Paulo 19 114-117
- DRUMMOND, O P and GONCALVES, P D. (1957). Apodrecimento das hastes e
raizes da mandioca Biologico 23 244-245
- DRUMMOND, O A. and HIPOLITO O (1940-41) Notas sobre a bacteriose da
mandioca. Escola Superior de Agric., Minas Gerais, Vol 4 86-124.
- DUBERN, J. (1972) A contribution to the study of african cassava mosaic
disease In Proc. IDRC/IITA Cassava Mosaic Workshop. Int. Inst. of
Trop. Agric., Ibadan, Nigeria. 48 pp
- ELLIOT, C. (1951). Manual of bacterial plant pathogens. 2nd. ed. Chronica
Botanica Co., Waltham, Mass 186 pp.
- FASSI, B. (1957). Premieres observations sur une pourriture des racines
du manioc causee par un Phytophthora. Bull. D'Information de L'INIAC
6 313-317.
- FERDINANDO, G., TOKESHI, H., CAPVALHO, P.C.T., BALMER, E., KIMATI, H.,
CARDOSO, C.O.N. et SALGADO, C.L. (1968). Manual de Fitopatologia.
Doenças das plantas e seu controle. Biblioteca Agron Ceres, Sao
Paulo, 640 pp.
- GHESEQUIERE, J. (1932). Sur la "Mycosphaerellose" des feuilles du manioc.
Bull. Inst. Roy Col. Belge. 3 160-178.
- GHESEQUIERE, J. and HENRARD, J (1924). Sphaeriacee nouvelle des feuilles
du manioc au Congo Belge Rev. Zool. Afr., Suppl. Botan 12 530-531
- GOLATO, C (1963). Cercospora henningsii sulla manioca in Nigeria. Riv.
Agric. Subtrop. Trop. 57 60-66

- GOLATO, C and MEOSSI, E. (1966). Una nuova malattia fogliare della
manioca in Somalia Riv. Agric. Subtrop. Trop. 60 182-186.
- GOLTO, C. and MEOSSI, E. (1971) Una grave infezione fogliare della
manioca in Ghana Riv. Agric. Subtrop. Trop. 65 21-26
- GONCALVES, R D (1939) A bacteriose da mandioca no vale do Paraiba.
Notas e Informaçoes O Biológico, Sao Paulo 5 117-118
- GONCALVES, R D (1948). Bacteriose da mandioca Notas e Informaçoes.
O Biológico, Sao Paulo 14 145-146.
- GONCALVES, R D (1953) A bacteriose e a mandioca guarupe. Notas e
Informaçoes O Biológico, Sao Paulo 19 114-117.
- GONCALVES, R D et FRANCO, J. (1941) Rhizotomose em mandioca e
podridão das raízes (Diplodia) em tunque. Biológico 7 360-361.
- GONCALVES, R D , NORMANHA, E S , and BOOCK, O.J (1942). O superbro-
tamento ou envassouramento da mandioca Bol. Secr. Agri. Ind.
Com., Sao Paulo 8 pp
- HANN, S.K (1972) Breeding for resistance to cassava mosaic. In
Proc. IDRC/IITA Cassava Mosaic Workshop. Int. Inst. of Trop.
Agric., Ibadan, Nigeria. 48 pp
- HANSFORD, C C (1938) Annual report of the plant pathologist. Ann
Rep. Agr., Uganda Part II for the year ending 1937. 49 pp.
- HEIM, R. (1931). Le Phaeolus manihotis sp. nov , parasite du manioc a
Madagascar, et considerations sur le genre Phaeolus Pat. Ann
Cryptog. Bot 6 175-189
- INGRAM, J.S., and HUMPHRIES, J R O. (1972) Cassava storage - A review.
Trop. Sci 14(2), 131-148

INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE (IITA) (1972) 1972

Report of Root, Tuber and Vegetable Improvement Program. IITA,
Ibadan, Nigeria, 48 pp

IRVINE, F K. (1969) Cassava (Manihot utilissima). West African
Agriculture. 3rd ed. 2 West African Crops, Oxford Univ Press,
London, 153-159.

JENNINGS, D L. (1960a). Observations on virus diseases of cassava in
resistant and susceptible varieties I. Mosaic disease. Emp. J.
of Expt Agric 28 23-31.

JENNINGS, D.L (1960b). Observations on virus of cassava in resistant
and susceptible varieties. II Brown-streak disease Emp J. of
Expt Agric 28 261-270.

JENNINGS, D L. (1970). Cassava in Africa. Field Crop Abst 23 271-277.

JENNINGS, D.L. (1972) Breeding for resistance to cassava virus in East
Africa. In Proc IDPC/IITA Cassava Mosaic workshop. Int. Inst. of
Trop Agric., Ibadan, Nigeria. 48 pp.

KADO, C.I. and HESKETT, M.G. (1970). Selective media for isolation of
Agrobacterium, Corynebacterium, Erwinia, Pseudomonas, and Xanthomonas.
Phytopathology 60 969, 976.

KELMAN, A. (1953). The bacterial wilt caused by Pseudomonas solanacearum.
A literature review and bibliography. N C. Agr. Exp Sta. Tech Bull
99 1-194.

KITAJIMA, E W and COSTA, A.S. (1964). Elongated particles found associated
with cassava brown streak. East Afr. Agr. J. 30 28-30.

KITAJIMA, E W. and COSTA, A S. (1966a). Microscopia electronica de tecidos
foliares de mandioca infectados pelo virus do Mosaic comum da mandioca.
Bragantia 25 23-28.

- KITAJIMA, E.W. and COSTA, A. S. (1966b) Partículas esféricas associadas do vírus do mosaico das mervaduras da mandioca. Bracantia 25 211-222
- KITAJIMA, E.W. and COSTA, A. S. (1971). Corpusculos do tipo micoplasma associados a diversas molestias de plantas, do grupo amarelo, no Estado de São Paulo. Ciencia e Culture 23 265-291.
- KITAJIMA, E.W., NORIMANA, E. S. and COSTA, A.S. (1972). Corpusculos do tipo micoplasma associados a uma forma de superbrotamento da mandioca, na região de Tapachula, Chiapas, México. Ciencia e Culture 24 852-854
- KITAJIMA, E.W., WETTER, C., OLIVEIRA, A. R., SILVA, D.V. and COSTA, A. S. (1965). Morfologia do vírus do mosaico comum da mandioca Bracantia 24 247-260.
- LEFEVRE, P. (1935). Quelques considerations sur la mosaïque du manioc. Bull. Agric. Congo Belga 26 442-447.
- LISTER, R.M. (1959). Mechanical transmission of cassava brown-streak virus Nature 183 1588-1589
- LOZANO, J.C. (1972a). Bacterial blight of cassava (Manihot esculenta Crantz) in Colombia. Etiology, epidermology, and control. Ph.D. Thesis, Univ. Wis., Madison. 114 pp.
- LOZANO, J.C. (1972b). Status of virus and mycoplasma-like diseases of cassava. In Proc. IDRC/IITA cassava Mosaic Workshop, IITA, Ibadan, Nigeria, 48 pp.
- LOZANO, J.C. and BOOTH, R.H. (1973). The superelongation disease of cassava. In Proc. Third Int. Symp. Trop. Root and Tuber Crops. Ibadan, Nigeria (in press).
- LOZANO, J.C. and SEQUEIRA L. (1973a). Bacterial blight of cassava in Colombia I. Etiology. Phytopathology 63 (in press).

- LOJANO, J.C. and SEQUIRA L (1973b). Bacterial blight of cassava in Colombia II. Epidemiology and control. Phytopathology 63 (in press)
- MAJUMDER, S K., PINGALE, S Y , SWAMINATHAN.M, and SUBRAMANYAN, V. (1956). Control of spoilage in fresh tapioca tubers. Bull. cent. Fd technol Res. Int Mysore, 5(5) 108-109
- MARTIN, F W. (1970). Cassava in the world of tomorrow. In Proc Second Inter. Symp of Trop Root and Tuber Crops, Hawaii, 53-82 pp
- MENON, M.R. and RAJCHAUDHURI, S P. (1970). Cucumber A herbaceous host of cassava mosaic virus. Plant Dis. Rep. 54 34-35.
- MULLER, M.F. and CARNEIRO DE. F.A. (1970). Podridao mole das raizes da mandioca (Marihot esculenta) Eol. Tech Inst Pisco Agroepec Brasileira 5 389-393
- NICHOLS, R.F.W. (1950). The brown-streak disease of cassava. Distribution, climatic effects and diagnostic symptoms East Afr. Agr J 15 154-160
- NORIMANHA, S E. (1970). General aspects of cassava root production in Brazil In Proc. Second Int Symp on Trop 'Root and Tuber Crops, Hawaii, 61-63 pp.
- NORIMANHA, E.S , and PEREIRA, A.S. (1964). Cultura da mandioca. Sec. Agric. do Estado de Sao Paulo. Inst. Agron. Campinas 124 1-7.
- NORIMANHA, E.W. BOOK, O.J. and CASTRO DE. J.B. (1946). Observações de campo como contribuição ao estudo deo superbrotamento ou envassouramento da mandioca. Rev. Agric., Piracicaba 21 271-302
- OREJUELA, J. (1965). Índice de enfermedades de plantas cultivadas en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Bogotá, Colombia Bol. Tech 11 1-66.

- PARK, M. (1934). Report of the work of the mycological division. Ceylon Administ. Reports Report of the Director of Agric for 1933 125-133.
- PEREIRA, A L G. and ZAGATTO, A G. (1967). Etiology of angular leaf spot of cassava (*Manihot utilissima*). Arg. Inst Biol., Sao Paulo 34 153-160.
- POWELL, P.W. (1968). The Cercospora leaf spots of cassava. Mireographed paper. Univ. of Cornell, Ithaca 10 pp.
- POWELL, P.W. (1972). The cercospora leaf spots of cassava Trop. Root. and Tuber. Cross Newsletter 6 10-14
- REINING, O.J. (1919). Philippine plant diseases. Phytopathology 9 114-
- SACCARDO, P A (1913). Em Sylloge fungorum S F. 22 1250.
- SACCARDO, P.A (1931) Em Sylloge fungorum. S F 25 36, 773.
- SILBERSCHMIDT, K. and CAMPOS, A R. (1944). Estudos relativos a doença superbrotaamento ou envassouramento da mandioca. Arg Inst. Biol , Sao Paulo 15 1-26.
- SILVA, D.M (1962). Obtenção de antissoro contra o vírus do mosaico da mandioca. Braçantia 21 49-52.
- SPEGAZZINI, C. (1913). Mycetes argentineses. Annales del Museo Nac. de Buenas Aires 24 167-186.
- SPRINGENSGUTH, V. (1940). Die Kultur des maniocks, seine krankheiten und schadlinge im litoral des Staates Sta. Catharina (Brasilien). Tropenflanzer 43 286-306.
- STARR, M P. (1946). The nutrition of phytopathogenic bacteria. I. Minimal nutritive requirements of the genus Xanthomonas. J. Bacteriol 51 131-14
- STOREY, H H. (1936). Virus diseases of East African plants-VI. East Afr Agr. J. 2 34.



Fig 1

Cassava bacterial blight

Plant showing, typical leaf wilt and die back symptoms

– **Anublo bacterial de la yuca**

Sintomas típicos de marchitez foliar y de muerte descendente inducidos por el agente causal del Anublo Bacterial

– **Bacteriose ou queima bacteriana da mandioca**

Sintoma típico de murcha foliar e de morte descendente induzidos pelo agente causal da bacteriose



Fig 2

Cassava bacterial blight

Leaflets showing angular leaf spots and leaf blight

– Anublo bacterial de la yuca

Lolulos de hojas de yuca mostrando manchas angulares y anublo foliar

– Bacteriose ou quequeima bacteriana da mandioca

Folhulos da mandioca mostrando manchas angulares e quequeima foliar



Fig 3

Cassava mosaic disease (African Mosaic)

Leaf showing typical chlorosis and deformation

– Mosaico africano de la yuca

Clorosis y deformación foliar característicos del mosaico

– Mosaico africano

Clorose e deformação foliar características do mosaico africano



Fig 4

Cassava mosaic disease (African Mosaic)

Chlorosis, reduction of leaf lamina and distortion of severely infected leaf

– Mosaico africano de la yuca

La clorosis, la reducción del desarrollo de la lamina foliar y la deformación de las hojas son síntomas severos del mosaico africano

– Mosaico africano

Clorose, redução do desenvolvimento da lamina foliar e deformação das folhas são sintomas severos do mosaico africano



Fig 5

Cassava common mosaic disease (Brazilian Mosaic)
 4 leaves showing mild and severe symptoms

— *Mosaiço comum de la yuca (Mosaiço Americano)*
 4 folíolos de la hoja de yuca con síntomas moderados y severos del mosaiço comum de la yuca

— *Mosaiço comum (Mosaiço Americano)*
 4 folíolos con síntomas moderados y severos do mosaiço comum de la yuca

— *Mosaiço comum (Mosaiço Americano)*
 4 folíolos con síntomas moderados y severos do mosaiço comum de la yuca



Fig. 6

Brown leaf spot (*ercospora hemmingsii*)

Large brown lesions with distinct borders

— The mottled part of the leaves (*ercospora hemmingsii*)

— Lesions irregular with borders, defined in lobes of a leaf of yucca

— Mottled part of the leaf (*ercospora hemmingsii*)

— Lesions irregular with borders, defined in lobes of a leaf of yucca



Fig. 7

White leaf spot (*Cercospora caribaea*)

Small white lesions with distinct violet brown border

— La mancha blanca de las hojas (*Cercospora caribaea*)

hilos

Lesiones pequeñas argentinas u ovaladas blancas con bordes delimitados y de color marrón violeta y halos difusos amarillos

— Mancha branca das folhas (*Cercospora caribaea*)

Lesiones pequeñas argentinas u ovaladas blancas con bordes delimitados y de color marrón violeta y halos difusos amarillos

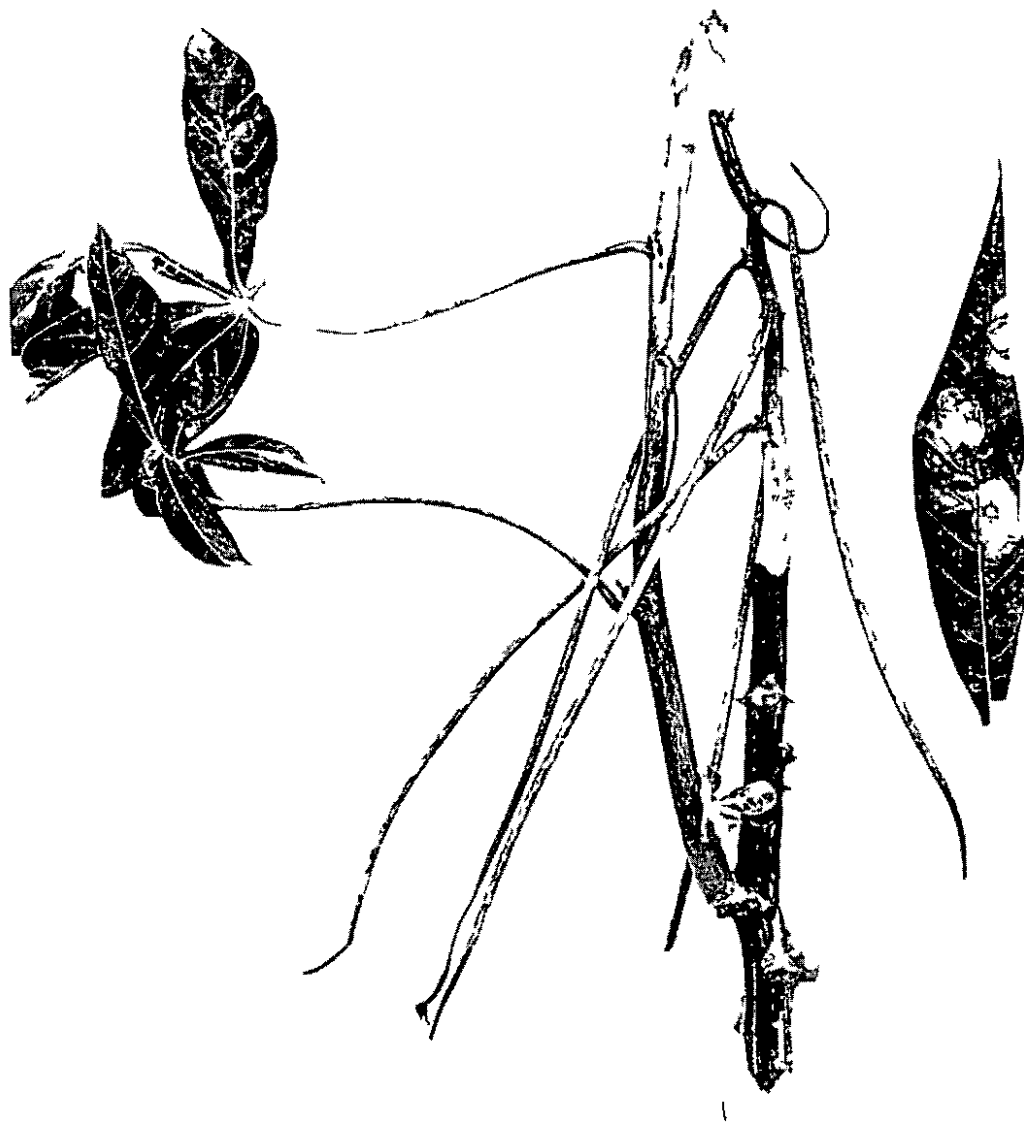


Fig 8

Phyllosticta leaf spot (Phoma sp)

Leaflet showing large brown lesions with concentric rings. Young stem showing die back and presence of pycnidia

— **Manchas foliares inducidas por phoma (Phoma sp)**

Lobulos con lesiones grandes marrones con anillos concéntricos. Muerte descendente en el cogollo. La parte necrosada muestra picnidios

— **Manchas foliares induzidas por phoma (Phoma sp)**

Folhólos com lesões grandes marrons com anéis concêntricos. Morte descendente nas brotações. A parte necrosada mostra os picnidios

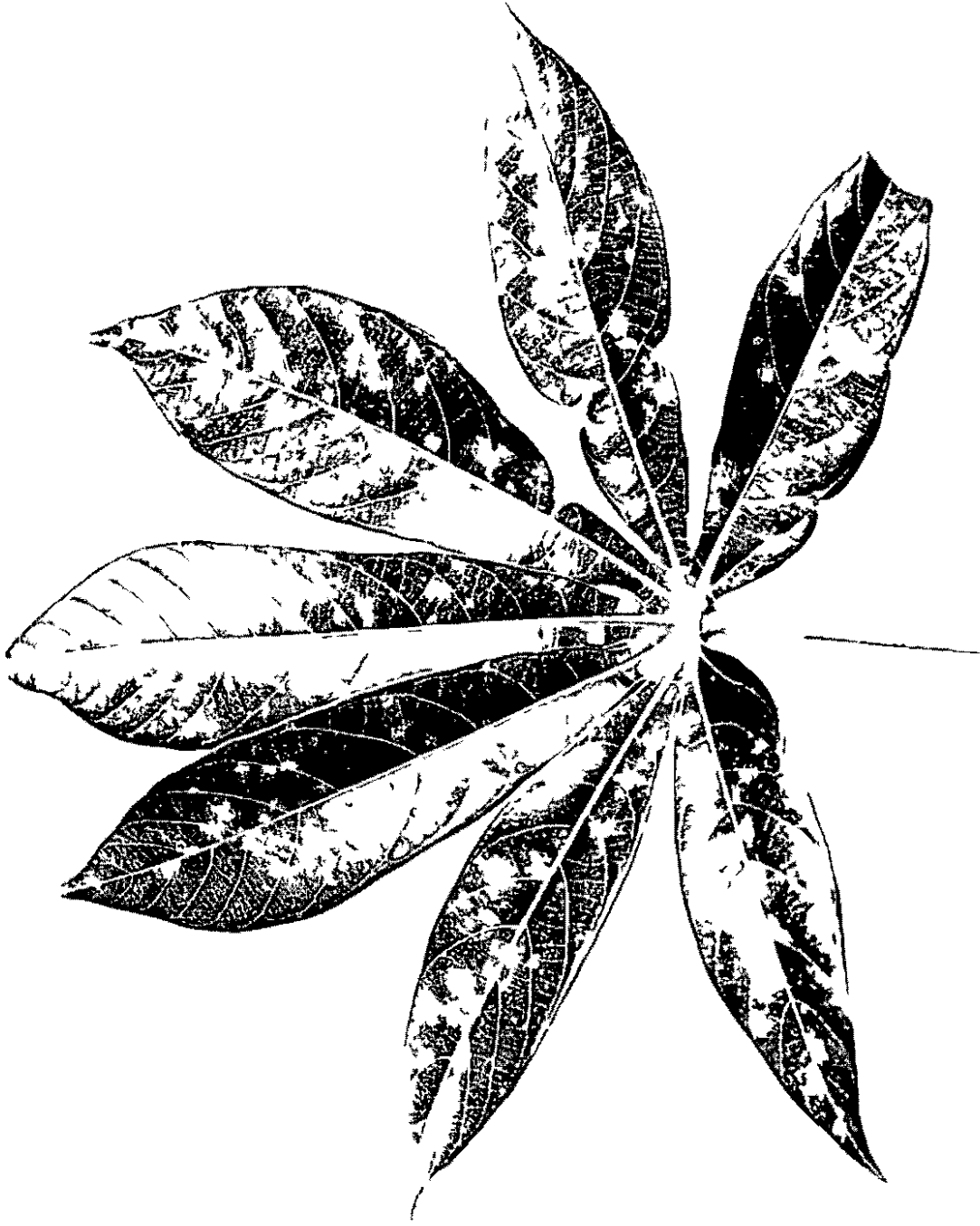


Fig. 9

Cassava ash disease (*Oidium manihotis*)

Typical undefined yellowish leaf lesions

— La ceniza de la yuca (*Oidium manihotis*)

Lesiones foliares indefinidas y de color amarillento típicos síntomas de la ceniza de la yuca

— Oídio da mandioca (*Oidium manihotis*)

Lesões foliares indefinidas e de coloração amarelada típicos sintomas da mandioca



Fig 10

The superelongation disease (Lower Ascomycete)

General symptoms showing young stem and petiole elongation leaf deformation and distortion and cankers

– El superelongamiento de la yuca (inducido por un Ascomiceto Inferior)

Los síntomas generales son elongamiento de los cogollos y peciolo deformación foliar y presencia de chancros

– Superelongamento da mandioca (induzido por um Ascomiceto Inferior)

Os sintomas gerais são Elongamento das brotações e dos peciolo, deformação foliar e presença de cancos



Fig 11

The superelongation disease (*Taphrina* sp)

Leaf showing leaf curl symptoms irregular white spots on the leaf lamina and cankers on the midribs veins and petiole

— El superelongamiento de la yuca (inducido por un Ascomiceto inferior)

Folha de yuca mostrando encartuchamento lesões brancas irregulares y chancros sobre las venas principais y peciolo

— Superelongamento da mandioca

Folha da mandioca mostrando o encartuchamento lesões brancas irregulares e cancos sobre as nervuras principais e peciolo

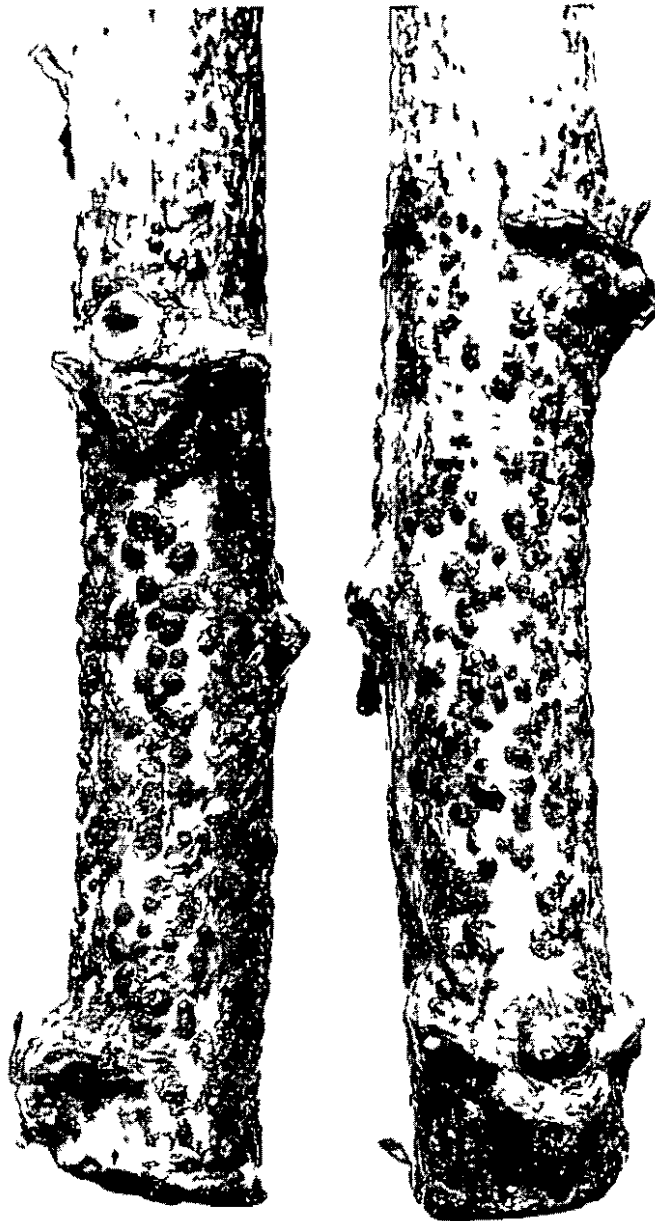


Fig 12

Glomerella stem rot (Glomerella cingulata)

Pieces of stems showing eruptive blisters and groups of black perithecia

– Pudrición del tallo inducida por *Glomerella* (*Glomerella cingulata*)

Trozos de tallos que muestran ampollas eruptivas que son grupos de peritecios negros

– Podridão da haste induzida por *Glomerella* (*Glomerella cingulata*)

Pedaços da haste que mostram bolhas eruptivas que são grupos de peritecios negros

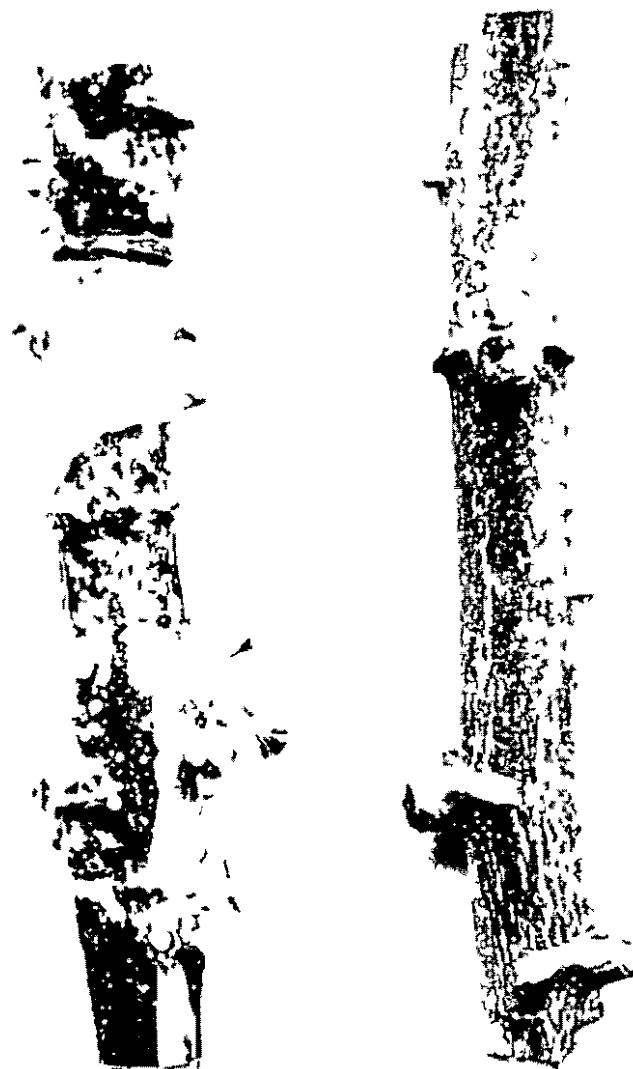


Fig 13

Stem rot (Unidentified Basidiomycete)

Piece of stem showing typical basidiocarps together with an uninfected control

– **Podriciones de tallo (inducida por un Basidiomiceto aun no identificado)**

Trozo de tallo que muestra basidiocarpos típicos el trozo no infectado es el testigo

– **Podridão da haste (induzida por um basidiomiceto ainda não identificado)**

Pedaço da haste que mostra os basidiocarpos típicos o pedaço não infectado é a testemunha



Fig 14

Phytophthora root rot (Phytophthora drechsleri)

Root rot of young plants together with an uninoculated control

— **Podricion radicular inducida por phytophthora (Phytophthora drechsleri)**

Podricion radicular en plantulas comparada con un testigo no inoculado

— **Podridão radicular induzida por Phytophthora (Phytophthora drechsleri)**

Podridão radicular em plantulas comparada com uma testemunha não inoculada

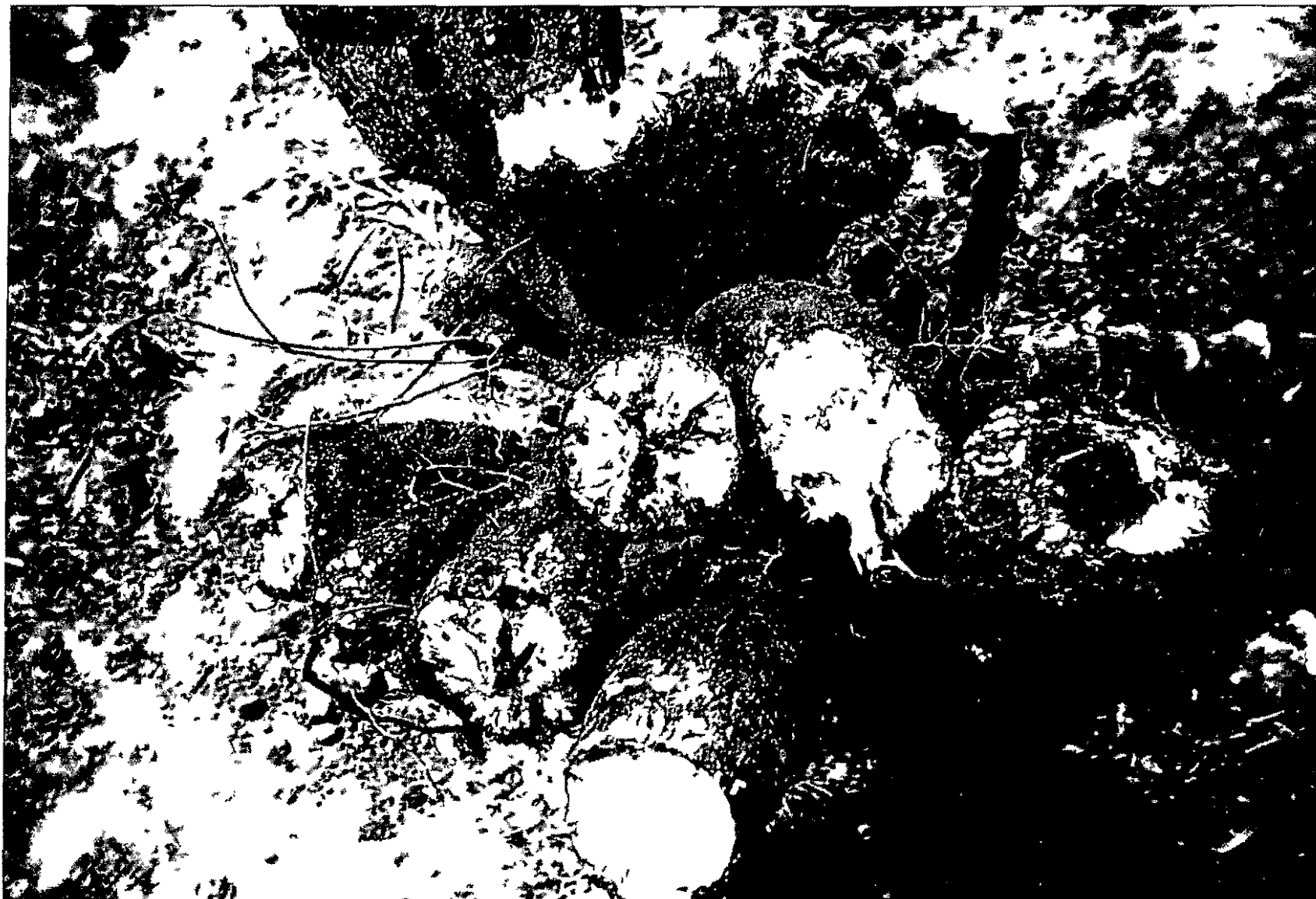


Fig 15

Phytophthora root rot (Phytophthora drechsleri)

Typical root rot of swollen roots

— **Podridão radicular induzida por Phytophthora (Phytophthora drechsleri)**

Podridão e deterioramento radicular total em uma planta de uvea adulta

— **Podridão radicular induzida por (Phytophthora drechsleri)**

Podridão e deterioramento radicular total em uma planta de mandioca adulta

1409
Part

REQUERIMENTO DE ELEMENTOS SECUNDARIOS E ELEMENTOS MENORES DA
MANDIOCA

R H Howeler

Existe muito pouca informação na literatura sobre requerimentos da mandioca por Ca, Mg, S e elementos menores. Embora seja bem conhecido que a mandioca é bastante tolerante a acidez do solo, em muitos solos, a mandioca responde positivamente a uma calagem moderada. O efeito desta calagem talvez não seja principalmente a aumento do pH ou a neutralização do alumínio, mas sim o fornecimento de Ca e Mg à planta.

Nyholt (6) (Fig 1) demonstrou que a absorção de Ca e Mg é lenta durante os primeiros 1-2 meses, a taxa de absorção aumenta no segundo mês e se mantém mais ou menos constante até a colheita.

Oroli (7) observou que a acumulação de Ca nas raízes e folhas termina no terceiro mês, ao passo que esta continua nos talos.

Cours (2) e Krochmal (4) demonstram que os pecíolos tem o mais alto conteúdo de Ca e Mg, seguidos pelas folhas e pelos talos.

	<u>Pecíolos</u>	<u>Folhas</u>	<u>Talos</u>	<u>Ref</u>
%Ca	5,86	2,23	0,88	Krochmal (4)
%Mg	1,23	0,55	0,17	Krochmal
%Ca	1,13	0,45	0,36	Cours (2)

Segundo Cours (1) (2), as folhas velhas apresentam mais alto conteúdo de Ca e Mg que as folhas novas. Pelo contrário, os conteúdos de N P K são mais altos nas folhas novas. Ele considera que os seguintes são níveis ótimos de Ca e Mg

	% Ca	% Mg
Folhas recém abertas	0,7	0,3
Folhas velhas	1,4	0,4

Estes dados correspondem aos obtidos no CIAT em um ensaio em areia com soluções nutritivas (Fig 2). Neste ensaio, obteve-se o crescimento máximo com 40 ppm de Ca e 40 ppm de Mg na solução nutritiva que correspondem a conteúdos de 1,1% Ca e 0,45 % Mg nas folhas aos quatro meses.

No mesmo ensaio, obteve-se o crescimento máximo com 10 ppm S na solução, que correspondeu a 0,16 ppm S nas folhas.

Efeito da calagem na produção de mandioca

Samuels (8) obteve uma resposta a aplicações de 2 T cal/ha em Porto Rico (pH 4,5). Mandal (5) indica que o efeito benéfico do $\text{CaNH}_4(\text{NO}_3)_3$ como fonte de N se deve a seu conteúdo de Ca e sua capacidade de aumentar o pH do solo.

O CIAT fez alguns ensaios de calagem em Carimagua. O solo em que se realizam estas provas é representativo dos solos oxissolos das Planícies Orientais de Colômbia e parecidos aos solos bem drenados das Planícies de Venezuela e do Campo Cerrado do Brasil. O solo é muito ácido e infértil, co-

mo o indicam os seguintes dados químicos:

pH	4,3	Al ³⁺ - meq/100 g	3,5
N 0-% (0-20 cm)	5	Ca ²⁺ - meq/100g	0,5
P - ppm (Bray II)	3	Mg ²⁺ - meq/100g	0,3
Carga permanente meq/100g	4,5	K ⁺ - meq/100g	0,08

A figura 3 mostra o efeito da calagem sobre o pH e o Al intercambiável deste solo com aplicações até de 6 ton de cal/ha (Ca/Mg=10). É claro que a aplicação de 6 ton/ha aumentou o pH até 5,3 e reduziu o Al até 0,8me/100 g. Neste solo quase todos cultivos alimentícios como milho, sorgo, arroz e feijão respondem favoravelmente a aplicações de 6 toneladas de cal. Contudo, a mandioca mostra um aumento com 1/2 tonelada de cal e uma diminuição no rendimento com aplicações mais altas. A Fig 4 mostra o efeito de aplicações de cal sobre o rendimento médio de 134 variedades de mandioca.

A Fig 5 mostra o efeito da calagem sobre rendimentos da variedade "Chirosa Grande" em um ensaio de P x cal em Carimagua. Embora em ambos dados os rendimentos tenham sido muito baixos, é claro que a mandioca responde positivamente somente a aplicações baixas de cal como de 400-500 kg/ha.

A Fig 6 mostra o efeito da calagem sobre os níveis de Ca, Mg, K, Zn, Cu e Mn nas folhas (X de 4 variedades), aos quatro meses.

Parece que o efeito positivo de 1/2 ton de cal/ha não é somente de

aumentar a absorção de Ca e Mg, mas também de K, Zn, Cu e Mn. Parece que o efeito negativo de aplicações altas de cal se deve a diminuição da absorção de K, Zn, Cu e Mn. É bem conhecido que as disponibilidades de Zn, Cu e Mn diminui com aumentos no pH. Embora o pH não tenha aumentado senão até 5,5, em solos com baixo conteúdo de elementos menores, este pode ser suficiente para produzir deficiências destes elementos. Em outros cultivos, como arroz e caupi, os conteúdos de Zn, Cu, Mn e B também se diminuem com a calagem, porém os níveis em geral não alcançam a ser deficientes. Parece que a mandioca é mais exigente quanto a elementos menores que tais cultivos, ou não tem a mesma capacidade de extraí-los. Não se encontram dados na literatura sobre níveis críticos de elementos menores na mandioca.

Deficiência de Elementos Menores

Segundo trabalhos de Drochmal (4) e Bates (informação pessoal), pode-se distinguir os seguintes sintomas de deficiência ou toxicidade na mandioca:

- | | |
|-----------|--|
| Def de N | Côr verde clara e crescimento pobre |
| Def de K | Bronzeamento inicial das folhas seguido pela queima das bordas |
| Def de P | Côr verde escura e crescimento reduzido |
| Def de Ca | Queima dos ápices das folhas e das folhas novas |
| Def de Mg | Clorose, começando nas folhas velhas, como o amarelamento das margens e dos ápices |
| Def de S | Verde claro, semelhante à deficiência de N |
| Def de Fe | Clorose intervenal das folhas novas a uma idade prematura |

Não se reduz o crescimento da planta

- Def de Mn Clorose intervenal de todas as folhas, quase como deficiências de Ferro, porém mais pálida
- Def de B Um pouco de clorose nas folhas novas, as folhas e as plantas são pequenas
- Def de Zn Clorose intervenal muito pálida, deformação das folhas e dos grelos
- Def de Cu Clorose intervenal muito pálida, deformação das folhas
- Tox de B Manchas necróticas e queima das bordas das folhas inferiores

Nos plantios recentes em Carimagua, observou-se que mesmo com 1/2 ton/ha de cal algumas plantas mostram sintomas de deficiência de Zn nas folhas superiores. Uma aplicação no solo de mais ou menos 10 Kg Zn/ha como sulfato de zinco aliviou o problema. As análises das folhas afetadas deram 15-19 ppm de Zn, enquanto que as folhas sadias dos mesmos lotes tinham de 20- 42 ppm de Zn, na variedade "Llanera"

Os sintomas de deficiência de Zn são muito parecidos aos de deficiência de Cu. As análises de folhas afetadas deram 5 ppm Cu, ao passo que as folhas sadias tinham de 7 - 9 ppm Cu. Então, é possível que além de deficiência de Zn, as plantas sofressem de deficiência de Cu.

Na granja do CIAT, em Palmira, com solos alcalinos, também se observou sintomas de deficiências de Zn com 17 ppm de Zn nas folhas, enquanto que as plantas sadias tinham 22 ppm Zn. Além disso, parece que a mandioca sofre de deficiência de B com conteúdo de 3 - 5 ppm B nas folhas, ao passo

que os níveis normais estão acima de 15 ppm B

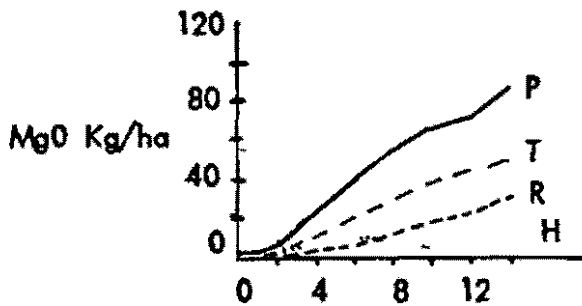
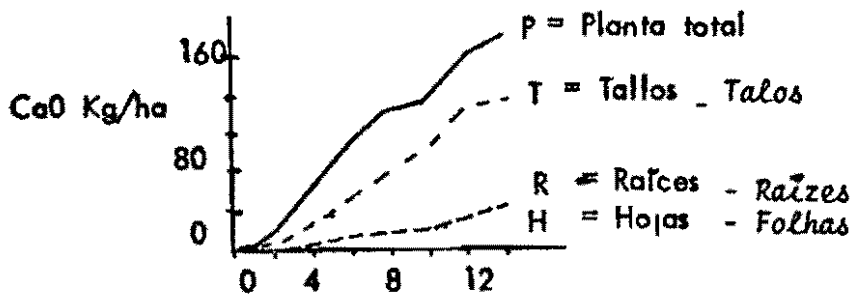
Para corrigir as deficiências de Zn e B, recomenda-se a aplicação ao solo de 5 - 10 kg/ha de Zn como sulfato de Zinco e 1 kg/ha de B como Borax incorporado no solo no momento de plantar. Se se apresenta o problema no cultivo, recomenda-se uma ou mais aplicações foliares de 0,5 % de sulfato de Zinco e 0,25 % de "Solubor" misturado com um aderente.

Existem pontos no CIAT nos quais a mandioca tem não apenas problemas de deficiência de elementos menores como também problemas de excesso de sais, especialmente Na. Nestes pontos, a mandioca toma uma cor amarela uniforme (parecida a deficiência de Fe). As plantas não crescem e as folhas contêm mais que 10% de cinzas, indicando absorção excessiva de sais. Este problema de salinidade não se pode resolver com aplicações de elementos menores. Neste caso, é recomendável aplicar gesso ou enxofre e lavar o solo durante um ou mais semestres com água de boa qualidade. O uso de camalhões e, lavoura mínima reduz a compactação e aumenta a drenagem do solo, assim, se reduz o problema de excesso de umidade que muitas vezes está associado ao problema de salinidade.

Resumo

A mandioca é muito tolerante à acidez do solo, porém responde positivamente a aplicações pequenas de cal em solos muito ácidos. Em solos alcalinos ou em solos ácidos sobrecalados, a mandioca pode sofrer de deficiência de elementos menores e possivelmente de K.

Parece que a mandioca é muito exigente quanto ao fornecimento de Zn. Níveis normais de concentrações de elementos menores nas folhas novas são



Meses después de la siembra - Meses depois do Plantio

Cantidad de nutrientes en varias partes de la Yuca en diferentes épocas de Crecimiento.

Fig. 1 La cantidad de Ca y Mg en varias partes de la yuca en diferentes épocas de crecimiento (Nyholt (6)).

Fig 1 Quantidade de Ca e Mg em varias partes da mandioca em diferentes épocas de crescimento

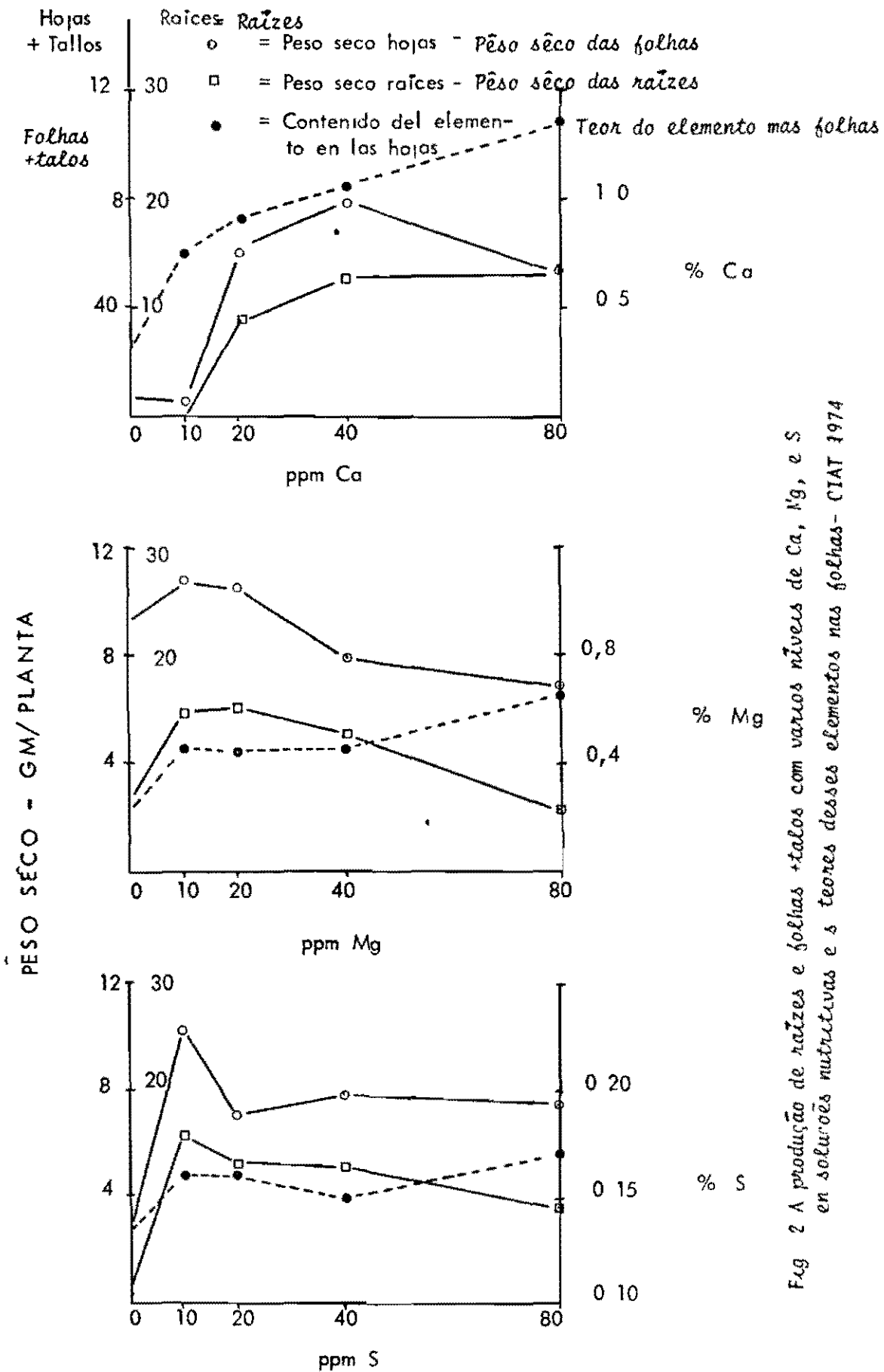
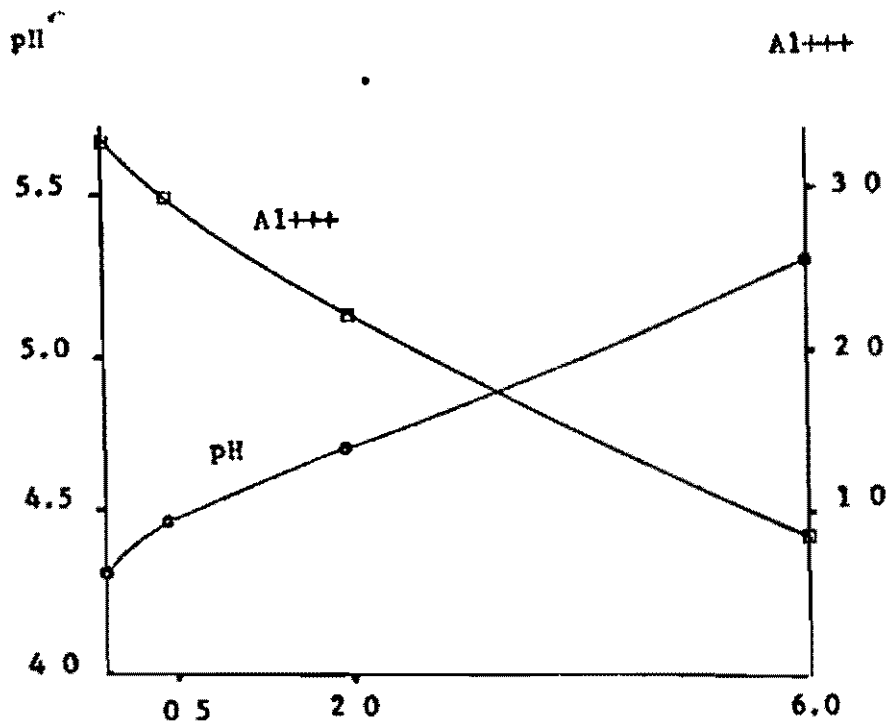
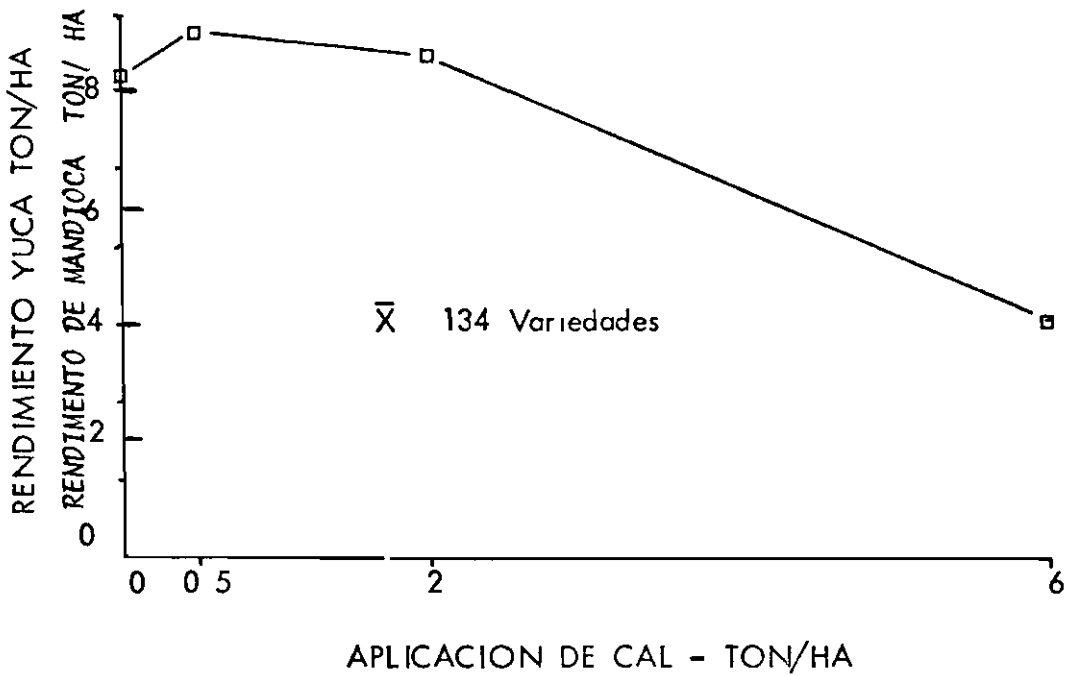


Fig 2 A produção de raïzes e folhas +talos com varios nïveis de Ca, Mg, e S en soluçõs nutritivas e s teores desses elementos nas folhas- CIAT 1974

Fig 2 La produccion de raïces y hojas+tallos con varios niveles de Ca, Mg y S en soluçiones nutritivas y los contenidos de los correspondientes elementos en las hojas CIAT-1974



Aplicación de cal Ton/ha
 Aplicação de cal Ton/ha
 Fig. 3 El efecto de aplicaciones de cal sobre el pH y el aluminio intercambiable en el suelo de Carimagua.
 Fig. 3 Efeito de aplicações de cal sobre o pH e alumínio trocável no solo de Carimagua



APLICACAO DE CAL - TON/HA

Fig 4 - El efecto de aplicaciones de cal sobre el rendimiento promedio de 134 variedades de yuca Carimagua 1972

Fig 4 Efeito da aplicação de cal sobre o rendimento média de 134 variedades de mandioca Carimagua 1972

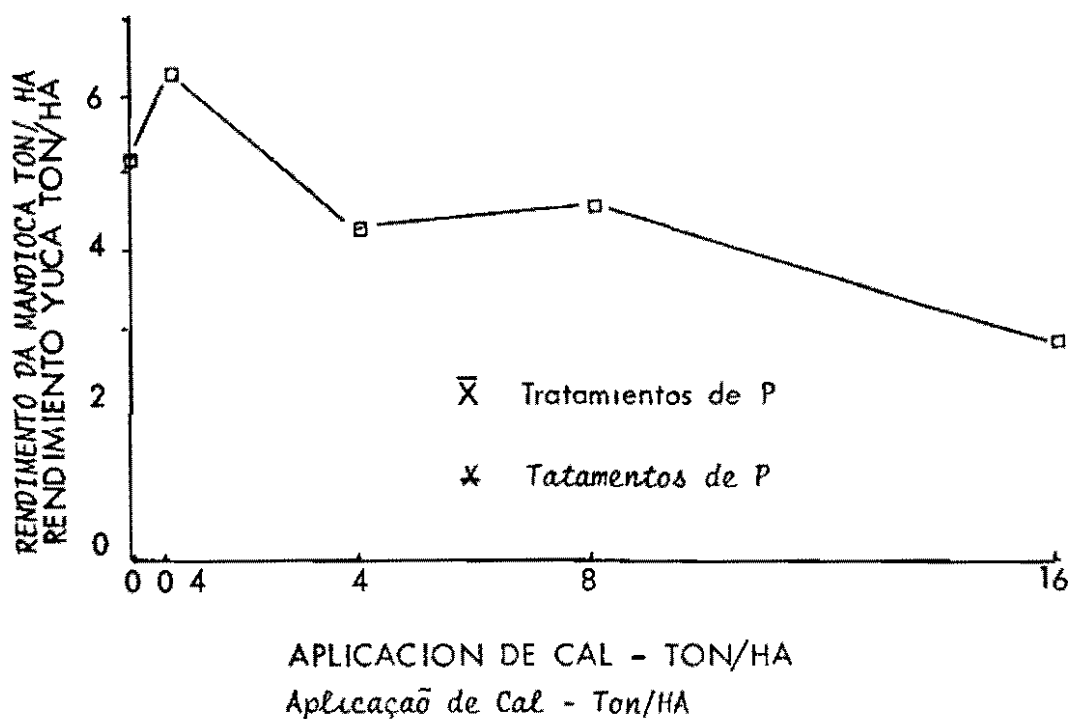


Fig. 5 El efecto de aplicaciones de cal sobre el rendimiento de yuca variedad Chirisa Grande, en ensayos de P x cal Carimagua 1972

Fig 5 Efeito de aplicações de cal sôbre o rendimento da Mandioca var Chirisa grande, em ensaios de P x cal Carimagua 1972

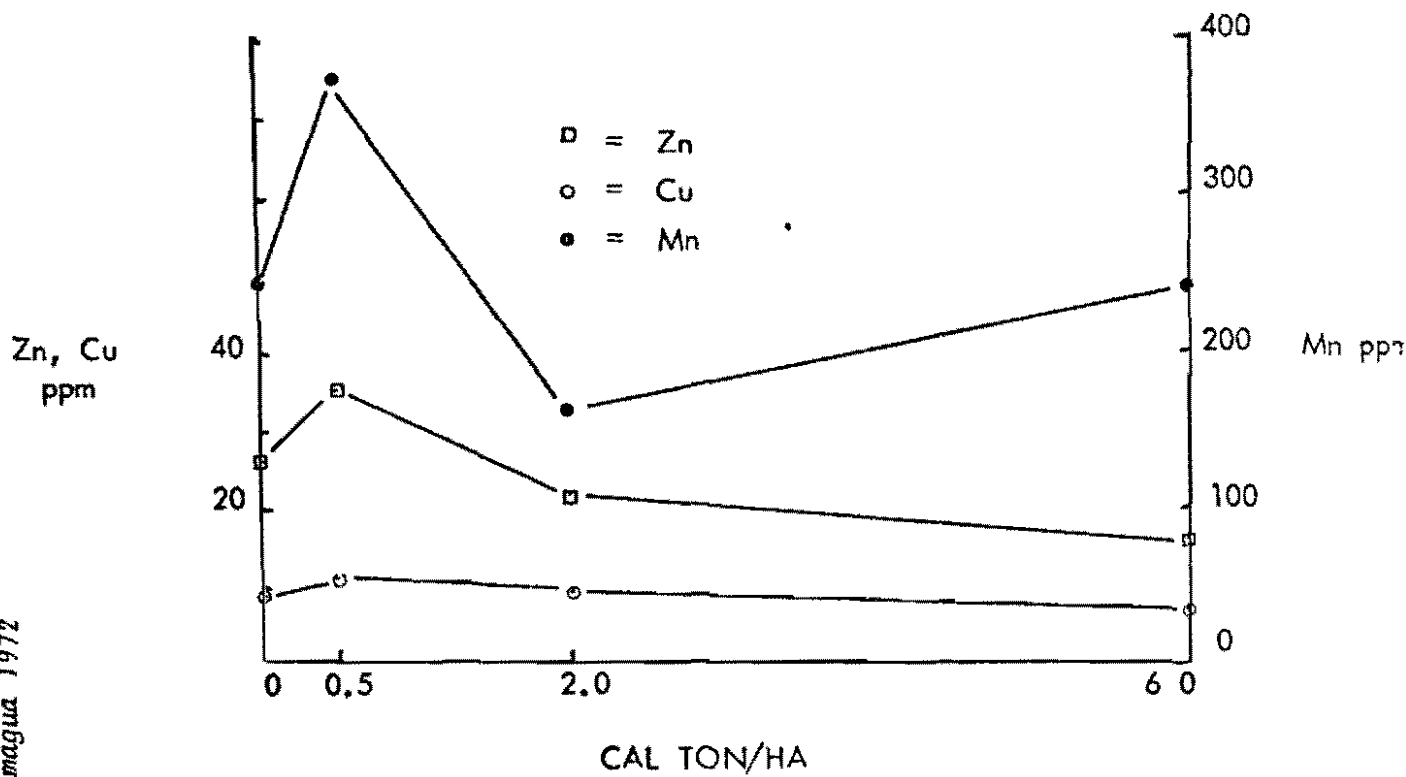
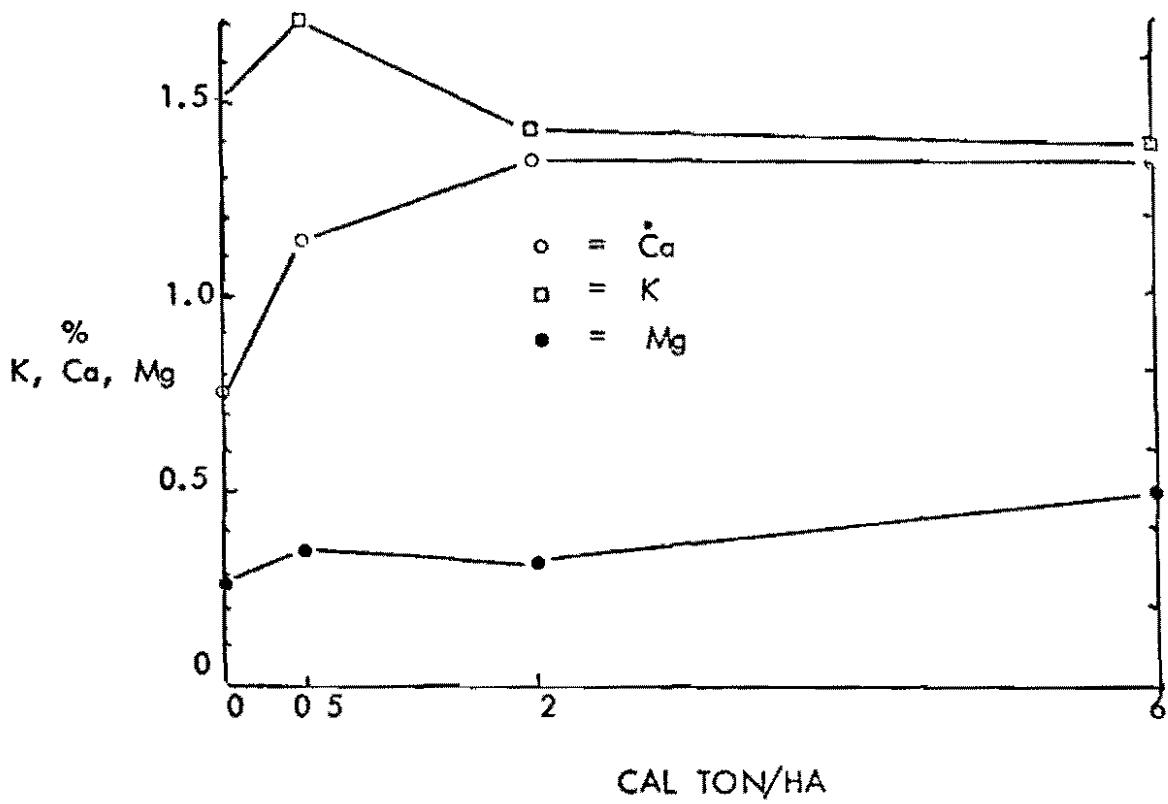


Fig 6 El efecto de aplicaciones de cal sobre los contenidos promedios de K, Ca, Mg, Zn, Cu y Mn en las hojas de cuatro variedades de yuca a cuatro meses de edad Carimagua 1972

4 variedades de mandioca con 4 meses de edad Carimagua 1972

Produção de Matéria Sêca- gm/planta
 Producción Materia Seca - gm/planta

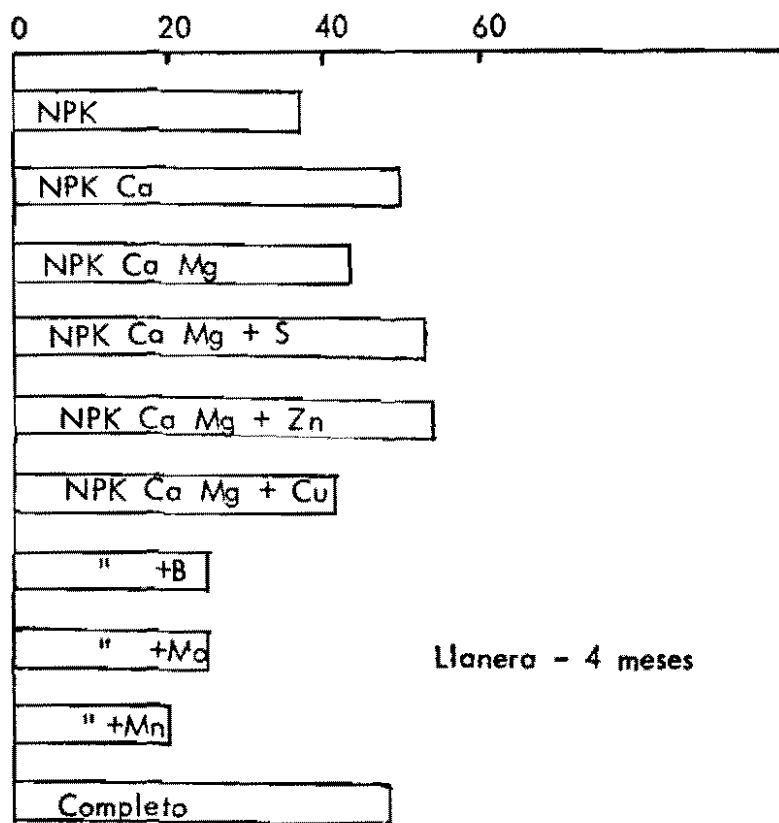


Fig. 7 El efecto de aplicaciones de elementos secundarios y menores sobre la producción de materia seca de yuca
 Ensayo de potes con suelo de Carimagua CIAT, 1974

Fig. 8 Efeito de aplicações de elementos secundarios e menores sobre a produção de matéria sêca de mandioca
 Ensayo de potes con solo Carimagua CIAT, 1974

4039
part.

CURSO ESPECIAL DE APERFEIÇOAMENTO PARA PESQUISADORES DE MANDIOCA

INSETOS QUE ATACAM A MANDIOCA

Por A V Schoonhoven

INTRODUÇÃO

A mandioca é atacada por uma ampla variedade de insetos entre os quais destacamos quatro grupos de possível importância econômica

Thrips
Ácaros
Lagarta mandarová
Mosca do brôto

Muitos outros insetos são de importância local como por exemplo, a "broca da haste", no Brasil, a "mosca branca" na África e Ásia onde são portadores de vírus

THRIPS

Várias espécies de thrips causam estragos às plantas de mandioca. Muitos deles pertencem à Família Thripidae. As espécies mais importantes na zona do Vale do Cauca podem ser Frankliniella sp. de cor amarela, encontrada nos ápices de crescimento da planta e pode causar, em variedades suscetíveis, uma excessiva ramificação. Ao revés das folhas encontra-se o adulto de Corynthrips stenopterus de coloração esbranquiçada com pardo na cabeça e ápice do abdomen, os estados imaturos desta espécie se encontram localizados nos terminais das plantas e são os que aparentemente causam o estrago principal. Outra espécie comumente encontrada na mandioca é Caliothrips masculinus localizada tanto no face como no revés da folhas de plantas jovens, são facilmente visíveis por sua coloração tipicamente negra.

BIOLOGIA

Os "thrips" durante o processo de sua alimentação causam dano por desgarramento no tecido da planta e extraem a seiva provocando a morte de células. Os tecidos jovens chegam por tanto a ser deformados quando se desenvolvem. Os "thrips" podem transmitir enfermidades virais, mas não na mandioca. Seu desenvolvimento normalmente se realiza por metamorfose gradual modificada e em casos excepcionais por partogênese.

A fêmea oviposita dentro do tecido da planta, valendo-se de um ovipositor bem conformado. Do ovo sai a ninfa que se converte em segunda ninfa passando logo a prepupa e a pupa. O empupamento se realiza no solo. Os adultos

são insetos minúsculos com longos pelos que penduram de suas asas Os estragos causados pelos "thrips" podem ser observados durante a estação seca especialmente

O ciclo biológico dos "thrips" que atacam a mandioca é desconhecido mas aqui presumimos que este ciclo é similar ao dos "thrips" que atacam os feijões O período de incubação dura aproximadamente sete dias, o primeiro e a segunda fase concluem em 10 dias O período de pre-oviposição termina aos três ou quatro dias e o total de ovos postos por fêmea varia entre 20 e 40

DANOS

O dano causado pelos "thrips" é visto na deformação das folhas, as quais apresentam pontos amarelos As folhas podem apresentar deformações da lâmina foliar ao longo das veias

Uma característica a dos danos causados por "thrips" são as manchas cor de café com aparência de cortiça no tecido do talo, algumas vezes cobrindo todos os entrenós do talo Os entrenós são também mais curtos

O ponto de crescimento pode morrer e podem surgir novas ramificações, apresentando sintomas similares aos descrito na doença "superbrotamento"

Pode ser diferenciado do dano causado pelos ácaros pela ausência de tecido corticoso no talo, pontos amarelos nas folhas superiores e deformações foliares Os ácaros reduzem o tamanho das folhas e causam descolorações esbranquiçadas nas folhas jovens

A redução no rendimento devido ao dano causado pelos "thrips" ainda não foi investigada Sómente os "thrips" causam dano no ponto de crescimento variando a espécie causal, segundo a região

CONTROLE

Os "thrips" podem ser controlados com a utilização de espécies resistentes

A variabilidade da resistencia aos "thrips" entre variedades clonais é muito grande Parece que existe pouca correlação entre os danos causados pelos "thrips" e o número de "thrips" nos pontos de crescimento O ponto de crescimento de variedades resistentes é peludo (pubescente) e os suscetíveis carecem de pelos Clone suscetível ao "thrips", segrega geneticamente a partir da semente dentro de uma gama de suscetibilidade e resistencia aos "thrips", dando oportunidade para um melhoramento do clone

Os cultivos de mandioca em áreas sem períodos secos poderiam estar livres de problemas com os "thrips"

O controle químico é possível a base de inseticidas sistêmicos por exemplo, o Diostop, Dimethoate ou Tiometon, Ehatin em doses comerciais

ACAROS

Algum as espécies de ácaros que atacam a mandioca são conhecidas. A mais importante delas pode ser Mononychus plank (Familia Tetranychidae) e Tetanychus sp

BIOLOGIA

A biologia dos ácaros que atacam a mandioca é pouco conhecida. Uma descrição geral pode ser a seguinte:

O ciclo de vida depende da temperatura e varia de 7 a 12 dias. As fêmeas adultas põem de 2 a 6 ovos por dia com um total de 70 ou mais. Dos ovos emergem em poucos dias larvas que tem seis patas que mudam dentro dos dois estados ninfais sucessivos até chegar a adultos com oito patas. As fêmeas não fecundadas podem reproduzir-se.

Os ácaros se reproduzem em maior quantidade em zonas com altas temperaturas e baixa humidade relativa na estação seca. Preferem e se multiplicam mais rapidamente em plantações que se mantem com boa fertilização. As plantas mais velhas são mais atacadas. Os ácaros são transportados pelos vento suspensos em teias de aranha, se arrastam, ou se transportam na pele dos homens ou animais.

DANOS

O dano causado pelos ácaros pode ser conhecido por manchas amarelas situadas na base das folhas. Estes pontos se estendem até tornar as folhas primeiro amarelas logo pardas até que finalmente caem. Pode ocorrer uma desfoliação completa. Num forte ataque de ácaros pode-se observar nas folhas altas uma coloração clara motejada, sinal de atrofia, as folhas podem cair e morrer o ponto de crescimento, este fenómeno causa uma grande proliferação de re-novos. Os ácaros atacam de novo nas ramas laterais e então a planta pode morrer.

Outro tipo de dano provavelmente causado por outras espécies, mostram pontos que vão do amarelo ao amarelo escuro especialmente ao longo das folhas e veias. No revés das folhas onde se podem ver teias de aranha brancas muito finas se encontram os ácaros e seus ovos.

O dano de ácaros pode ser confundido com o dano de Vatiga manihotae entretanto, apresenta matizados no revés das folhas eliminando a possível confusão.

CONTROLE

Observou-se com muita frequência que alguns clones de mandioca mostram menos danos ou lesões que outros durante um forte ataque. Pode ser possível selecionar clones resistentes ou com algum tipo de tolerancia.

Os ácaros da mandioca tem como predadores outros ácaros, a coleopteros da familia Coccinelledae e Staphylinidae e outros insetos. Todos esses agentes são

importantes para reduzir o número de ataques forte e deve-se ter cuidado para não destruir-los

Durante a estação seca não se pode prevenir fortes ataques de ácaros. É possível o controle químico, entretanto, as aplicações de unir DDT no passado resultaram ser um incremento do problema dos ácaros. Isto pode ter sido causado pela diminuição dos inimigos naturais, ou por atuar diretamente sobre o ácaro estimulando sua reprodução ou dispersão sobre a planta ou influido sobre a planta provocando certas mudanças na constituição dos tecidos, resultando favorável para o desenvolvimento da praga.

LAGARTA MANDAROVÁ

A "lagarta mandarová" da mandioca Erinnyis ello Família Sphingidae pode chegar a ser um grande inimigo da mandioca devido sua capacidade para consumir a folhagem especialmente nas últimas fases do estado larval. Geralmente o parasitismo dos ovos ajuda a manter uma baixa população desse inseto.

BIOLOGIA

Ao segundo ou terceiro dia de formação o adulto da lagarta mandarová começa sua oviposição. Os ovos são postos individualmente de 1 a 12 por folha. A fêmea adulta põe de 20 a 30 ovos, os quais são a princípio de coloração verde, variando a tonalidade à medida que avança no seu desenvolvimento, ao cabo de 4-5 dias produz-se a eclosão. Os estados larvais se completam de 12 a 15 dias enquanto o estado de pupa tem uma duração de 12 a 14 dias. O ciclo de vida completo é de 14 a 34 dias. As larvas variam muito de cor amarelo, verde, cinza escuro, etc., e dentro de cada grupo existe variação em relação ao tipo de coloração. Próximo ao estado de prepupa o último estado larval migra ao solo e empupam dentro dele, ou debaixo de restos e resíduos.

DANOS

Não existe informação alguma sobre a diminuição na produção de raízes causada pela lagarta mandarová, entretanto, pode ocorrer uma desfoliação completa incluindo os ápices de crescimento. A experiência nos diz que a desfoliação reduz os rendimentos.

CONTROLE

As pupas podem ser recolhidas debaixo das folhas caídas da mandioca e outros restos e desperdícios. Normalmente, cerca de 80 por cento dos ovos da lagarta, mandarová são parasitados por uma pequena vespa, Trichogramma fasciatum, mas mesmo assim o número de futuras larvas não poderia ser previsto baseados apenas no número de ovos parasitados. O parasitismo larval sucede mas não parece ser importante. Um predador larval, Polistes sp. é muito ativo contra a lagarta mandarová. A vespa mata as larvas e as conduz em pedaços ao seu ninho.

Apesar de importantes, os agentes do controle biológico não podem prevenir um forte ataque da lagarta mandarovã. Deve-se ter o cuidado de não erradicá-los com aplicações desnecessárias de inseticidas.

O controle químico pode ser obtido com vários inseticidas.

Pode-se usar arseniato de chumbo (6-7 lbs/ha), salvando assim os inimigos naturais. O controle com Bacillus thuringiensis (Dipel) é muito efetivo. Esta enfermidade da lagarta não anula os benefícios. Pode-se utilizar também carbamatos como Sevin e fosforados como Dipterex em doses comerciais, etc., pode ser necessário também o uso de fosforados orgânicos para controlar as últimas fases de desenvolvimento do inseto, tais inseticidas podem ser Basudin, Azodrin e Dimehoate.

A MOSCA DO BROTO

A "mosca do broto" Silba pendula e Silba spp pertencem a Família Lonchaeidae. Muitos membros desta família atacam as frutas e aquelas que atacam a mandioca, mudaram aparentemente seus hábitos de alimentação.

BIOLOGIA

O adulto, uma mosca de cor negra brilhante um pouco menor que a mosca caseira deposita seus ovos nas gemas terminais das plantas, a larva penetra nelas matando o ponto de crescimento.

A larva esbraquiçada pode ser encontrada na parte apical do talo, normalmente se encontram várias larvas em cada terminal. O ovo dura 4 dias e a larva de 20 a 23 dias. As larvas se introduzem no solo para empupar. Os adultos aparecem depois de 25 dias, sendo o ciclo de vida de aproximadamente 51 dias.

DANO

Os danos que se observam são a morte tanto do ponto de crescimento como das folhas superiores acompanhada de uma exudação de cor branca a marrom na parte afetada. Algumas vezes a mosca ataca o pecíolo da folha perto da lâmina foliar (limbo). As plantas, devido à perda da gema apical detêm seu crescimento até formar novos brotos que podem ser novamente atacados tomando muitas vezes a aparência de um espanador.

Há indícios de que este tipo de dano não produz uma diminuição na produção, entretanto, um forte ataque a uma plantação jovem pode retardar o estabelecimento do cultivo e afetar a produção.

Existe nos terminais da mandioca outro tipo de dano mais difícil de ser detectado. São causados por outra espécie de díptero (Família Tephritidae, possivelmente gênero Anastrepha). As plantas e o ponto de crescimento vem-seãos, mas pode-se observar pequenos pontos café a diferentes alturas do terminal (20-30cms) que indicam o ponto de entrada ou de saída das larvas.

Abrindo esta parte do talo, podemos encontrar túneis e dentro deles as larvas que os ocasionam, as quais são de cor branca nas primeiras fases de desenvolvimento e amarela na última. As larvas de Silba sp apresentam uma coloração escura nos espiráculos, enquanto as larvas de Tephritidae apresentam os espiráculos de cor amarela.

De todas maneiras, o grau de estrago que produz não é conhecido.

CONTROLE

Não foi encontrado nenhum parasitismo em Silba sp. A resistência varietal ao ataque da mosca do broto existe.

Silba sp pode ser controlada recolhendo e destruindo semanalmente os pontos de crescimento afetados.

Recomenda-se como controle químico o uso de sistêmicos orgânicos fosforados como Basudin (diazinon), Diostop (dimetoate), Tamarón (metamidophos), Azodrin (monocrotaphos), Dimecron (phosphamidon), Bridin (dicrotaphos), usados em doses comerciais.

OUTROS INSETOS

A mandioca é atacada por outro grande número de insetos entretanto o nível de população e os estragos causados somente podem reduzir os rendimentos ocasionalmente.

MOSCA BRANCA

A mosca branca Bemisia sp (Familia Aleyrodidae) é o transmissor do mosaico na mandioca. Este vírus não existe na América Latina e portanto é de pouca importância para nós.

CHINCHE DE ENCAJE

O chinche de encaje Vatiga manihotae (Familia Tingidae) é um inseto potencial da mandioca e pode tornar suas folhas de um amarelo bronzeado e ocasionar sua eventual queda. As ninfas esbranquiçadas e os adultos acinzentados que medem aproximadamente 3 mm podem ser encontrados em grande número no revés das folhas. Também os excrementos ali podem ser encontrados como pequenos pontos negros.

ESCAMA

As escamas (Familia Coccidae) atacam a mandioca, mas para nós não tem nenhuma importância, entretanto, foi encontrada uma planta com suas ramas mortas pelas escamas. As escamas cobriram as estacas e dessas somente um 6 por cento germinou contra 91 por cento de germinação das estacas sem escamas.

GALHAS

Podem ser encontradas galhas vermelhas e verdes, algumas vezes em grandes quantidades nas folhas da mandioca. Estas podem ser causadas pelas larvas das moscas da Família cecidomiidae. A larva causa proliferação das células de crescimento ocasionando uma galha dentro da qual vive a larva. Muitos autores creem que não possui nenhuma importância econômica mesmo quando o número de galhas por folhas seja de 100 ou mais.

FORMIGAS

Formigas do gênero Atta podem causar danos à folhagem da mandioca. O melhor controle é colocar myrex aos lados dos caminhos. Este produto mata as colônias em poucas semanas.

C I A T

CURSO ESPECIAL DE TREINAMENTO PARA INVESTIGADORES DE MANDIOCA

MÉTODOS DE SEMEADURA E CUIDADOS INICIAIS A TOMAR NA CULTURA DA
MANDIOCA

Ernesto Celis - Julio César Toro

Antes de considerar os métodos de semeio, devemos ter em conta que, para semear é necessário ter feito uma boa preparação de solo e proporcionar suficiente unidade para uma boa "pega" das estacas, qualquer que seja o método ou sistema.

A. MÉTODOS DE PLANTIO

Considera-se por método de plantio o conjunto que envolve técnicas especiais de preparo do solo, posição e profundidade da estaca.

1.- Técnicas especiais de preparo do solo

a.- **Em plano** Consiste em semear, seja manualmente ou com semeadeira, em um solo onde somente se tenha feito os trabalhos convencionais da lavoura. Usa-se muito para solos leves ou arenosos, onde não há problema de excesso de água.

b - **Em camalhão** Consiste em fazer mediante o uso de um sulcador ou arado, um camalhão u morticulo de terra que apresenta cristas e sulcos um ao lado do outro.

c - **Em cama** É um sistema desenvolvido no CIAT, o qual consiste em conectar à enxada rotativa, um conformador, o qual dá a forma de um trapézio o cama.

Estas camas podem ser de largura e altura variáveis, segundo

1387
Pont

o implemento e o tipo de solo.

Estes dois últimos sistemas se usam preferivelmente em solos médios e pesados principalmente onde há problemas de excesso de água, uma vez que é sabido que a mandioca não tolera esta situação.

Nestes três tipos de plantio se pode fazer a sementeira manual ou mecânica.

Não se recomenda fazer camalhões ou camas em solos arenosos, pois sua duração é limitada.

d.- Em matumbo Consiste em montículos de terra, com forma mais ou menos cônica, no ápice das quais se planta a mandioca. Este método é geralmente feito manualmente ou com enxada.

2.- Posição da estaca

Em qualquer dos métodos tratados anteriormente, a posição das estacas podem ser

a.- Vertical Consiste em colocar a estaca verticalmente deixando dentro do solo um número mínimo de 4 gemas, o que garante um bom rendimento. Nesta posição as raízes tendem a formar-se na extremidade inferior e se distribuem em forma radial mais ou menos uniforme.

b - Inclínada A estaca é colocada no solo de uma forma tal que faz um ângulo de aproximadamente 45 graus. Neste caso, as raízes seguem a direção do ângulo da estaca.

c - Horizontal Nesta posição a estaca fica no sentido horizontal, completamente coberta pelo solo. É a única posição até a momento, que permite a uso de semeadeira. Também se pode semear á mão, mas tanto no caso de uso de semeadeira como no manual é necessário abrir um sulco antes de colocar a estaca. Nesta posição, as raízes tendem a se desenvolver nos extremos da estaca, podendo também brotar em seus nós

d.- Em Y Neste caso se planta duas estacas por local, de modo que elas se cruzam formando um X.

3.- Profundidade da estaca

Em qualquer dos métodos e posições considerados anteriormente, as estacas podem ser plantadas superficialmente ou profundamente.

De tudo anteriormente mencionado, existem muitas discrepâncias na literatura Estas discrepâncias podem ser devidas ao fato dos resultados serem de experimentos de diferentes países e quando no mesmo país, de regiões diversas em clima, solo, precipitação, altitude e longitude

Há necessidade de se usar um bom critério prático, assim por exemplo, se vamos semear em solo arenoso e seco, devemos plantar a estaca com mais profundidade do que, se formos semear num solo pesado e úmido

Neste último caso deve-se levar em conta que quanto mais profundo se semear, maior será a dificuldade para colher, sendo assim aumenta o custo de produção.

B. CUIDADOS INICIAIS

1.- Patógenos .- O solo é um lugar onde há uma quantidade muito grande de patógenos que podem prejudicar a germinação das estacas e o desenvolvimento inicial das plantas de raiz-díoca Uma prática recomendável é a de tratar as estacas por imersão, em uma solução da Arasan ao 5%, durante 2 minutos.

2.- Insetos - Há varios insetos que podem causar danos á planta em seus primeiros estágios a) Larvas de Lepidópteros e Coleópteros, que destroem as raízes recém formadas ou a base dos brotos que estão dentro do solo causando a morte da planta b) Adultos de Orthopteros (grilos) que destroem a parte lenhosa da estaca. c) Larvas de Dípteros, que atacam os brotos. d) Thrips, que também atacam os brotos da planta

Para evitar o ataque de larvas de Coleópteros e Lepidópteros é conveniente fazer uma aplicação de um inseticida de solo pouco tempo antes da semeadura, este inseticida poderia ser Toxafeno, DDT 40-20, á razão de 1 galão/ha ou 1 galão deste produto em 400 litros de água, em aplicação de cobertura.

As larvas de Dípteros podem ser controladas com pulverizações de Dipterex, os Thrips com pulverizações de Diostop em solução aguosa ao 0,25%.

As formigas são insetos que podem destruir completamente a parte foliar da planta ocasionado, em alguns casos, posterior secamento do caule, quando a planta é muito jovem, a forma mais efetiva de controle é combater-las em seus próprios ninhos e formigueiros, pulverizando ao redor das entradas com um inseticida que poderia ser o Octacloro

3.- Ervas daninhas.- Os ervas daninhas podem causar grave dano ás plantas em seus primeiros estagios de desenvolvimento. Portanto, há necessidade de protege-las com herbicidas ou com capina manual. É recomendável fazer pesquisas sobre controle de ervas daninhas com máquinas (enxadas rotativas de tipo manual).

Há varios herbicidas que se poderiam usar no controle de ervas daninhas entre outros Alaclor, Diurom e Linuron, aplicados depois de semeadura, mas antes que comecem a biotar as gemas, ou seja, não se deixando passar mais de 4 dias para realizar este trabalho. Se o controle fora manual, deve-se efectuar em termos gerais a primeira capina entre os 20 e 30 dias depois da semeadura, dependendo, logicamente, da população e do estado de crescimento das invasoras.

4.- Agua.- A falta de água pode causar grandes perdas na germinação, se esta deficiencia a correr nos primeiros 20 dias. Também pode causar perda de plantas quando a seca é muito severa e as plantas são pequenas. Por conseguinte, quando não há umidade suficiente deve-se realizar uma irrigação que se possivel deixe o solo em capacidade de campo.

1341
Port

CURSO ESPECIAL DE APERFEIÇOAMENTO PARA PESQUISADORES DE MANDIOCA
O TIPO IDEAL DA PLANTA DE MANDIOCA

Por James H Cock

Para obter altos rendimentos é necessário 1) uma elevada produção de matéria seca total e 2) uma grande proporção desse total localizada nas partes úteis da planta, por exemplo, as raízes. Primeiramente consideremos a produção de matéria seca total.

A produção de matéria seca depende da capacidade da planta para interceptar a luz e utilizar esta energia, convertendo a dióxido de carbono e a água em carboidrato. Por conseguinte, uma planta eficiente é aquela capaz de captar a maior quantidade de luz e para isso necessita possuir suficiente índice foliar (área de folhas por unidade de área de terra). Na figura 1 podemos ver que para lograr altas taxas de crescimento e portanto de produção, é necessário um índice de área foliar pelo menos igual a 4. Entretanto, a mandioca não apresenta com frequência um suficiente índice foliar, principalmente durante a última metade do ciclo de crescimento (fig. 2). É necessário portanto, produzir variedades capazes de manter um índice de área foliar mais elevado durante o ciclo de crescimento.

Não somente é importante a quantidade de luz interceptada, mas também a maneira como é interceptada. A fotossíntese que realiza cada folha individualmente é uma função curvilinear da intensidade da luz, sendo a utilização da luz mais eficiente a baixas intensidades (fig 3). Uma grande parte do êxito das novas variedades de arroz foi atribuída à disposição vertical das folhas, o que significa que muitas folhas recebem uma baixa intensidade de luz em vez de poucas folhas receberem forte intensidade de luz. Algumas considerações teóricas sugerem que folhas verticais nas áreas tropicais de alta radiação podem conduzir a um incremento de 20 a 30 por cento na produção quando é grande o LAI (leaf area index). Ao comparar uma variedade de mandioca com folhas dispostas verticalmente com outra variedade de folhas horizontais não foi muito o aumento obtido porque os índices foliares não eram suficientes (1 e de 5 a 6) para que as folhas verticais proporcionassem completo benefício. Isto nos leva a concluir que em geral a mandioca não possui suficiente índice foliar.

Existem 2 formas de aumentar este índice primeiro, aumentando a produção de folhas e segundo, reduzindo as perdas foliares devidas à abscisão. Resultados preliminares mostraram que as folhas mais velhas realizam a fotossíntese de forma bastante eficiente. Quando só ficaram na planta as folhas mais velhas, seu crescimento por índice unitário de área foliar não se reduziu muito (fig 4). Isto nos

sugere que a retenção de folhas por um período mais longo pode ser um método eficiente para aumentar o índice foliar. No banco de germoplasma observamos grandes diferenças no que diz respeito à capacidade de retenção das folhas mais velhas. Primeiramente pensou-se que a queda excessiva das folhas se devia a um repentino movimento de minerais e carboidratos para as raízes ao final do seu desenvolvimento. Resultados recentes mostraram que isto pode não ser verdadeiro, plantas sem o anel de córtex da base para impedir o movimento de carboidratos e minerais para as raízes mostraram exatamente o mesmo índice de queda das folhas. Assim, a queda das folhas não é controlada unicamente pela capacidade de atração das raízes. Por outro lado, a eliminação do anel de córtex por cima das folhas mais baixas com o fim de anular os efeitos de controle superior, atrasou consideravelmente a queda das folhas. Dêsse modo, concluímos que podem ser encontradas variedades com rápida expansão radicular e ao mesmo tempo boa retenção foliar.

É melhor elevar o índice foliar aumentando a retenção das folhas em vez de aumentar a produção das mesmas. Cada vez que nasce uma folha a produção de matéria seca é utilizada na formação dos folíolos, dos pecíolos e dos nós, por conseguinte, aumentando a produção de folhas se reduzirá a quantidade de carboidrato disponível para a expansão das raízes, prejudicando portanto a produção da colheita.

Entretanto, não se deve reduzir excessivamente a taxa de produção foliar o que causaria uma diminuição do vigor vegetativo a ponto de impedir que a planta produzisse suficiente área foliar (LAI de 4-5) para lograr uma taxa máxima de crescimento e assim estar capacitada para competir com as ervas daninhas, resistir à desfolhação causada por insetos como por exemplo a lagarta e a doenças como a Cercospora, que podem conduzir à grave desfolhamento. Assim, uma planta eficiente é aquela que apresenta uma produção foliar relativamente lenta e uma capacidade de retenção foliar bastante satisfatória para alcançar elevadas taxas de produção e uma distribuição favorável de matéria seca para as raízes.

Outro fator importante para a formação da planta é o hábito de ramificação. Até o momento, não se sabe muito sobre este campo. Uma ramificação prematura conduz a um rápido desenvolvimento da área foliar e portanto a um crescimento prematuro, ocasionando excessiva produção foliar e baixos rendimentos. Isto está ainda para ser demonstrado, mas parece ser bastante provável. Num experimento realizado com 5 variedades diferentes, as duas com menor número de ramificações foram as que apresentaram índices de colheita mais elevados. A formação prematura de ramos conduz invariavelmente a uma excessiva produção foliar. Atualmente, não temos nenhuma prova evidente de que um florescimento excessivo seja ruim, mas em base a observações, sugerimos que as folhas se tornam menores e a retenção foliar em si diminui quando se formam as flores e os frutos. Portanto, não são aconselháveis as variedades que produzem excessiva ramificação e florescimento.

Além das ramificações principais, existem com frequência ramificações laterais e brotações, que aparecem em maior número quando as plantações são menos densas. Provavelmente, a capacidade para produzir ramificações laterais dá à planta uma certa plasticidade que lhe permite preencher o espaço deixado pelas plantas que não germinaram.

Até agora, temos focado a nossa atenção nas partes aéreas da planta e não nas raízes, o que pode parecer estranho tratando-se de um cultivo de raiz. Entretanto, a planta de mandioca mostra uma capacidade para desviar mais de 70 por cento da sua produção final de matéria seca para as raízes, o órgão de armazenamento. Esta estimativa é excepcionalmente alta para qualquer cultivo e portanto, não há razão para tratar de aumentá-la. Ao estudar a maneira de alcançar uma produtividade total de matéria seca, devemos ter sempre em mente esta qualidade da mandioca.

Fig 1

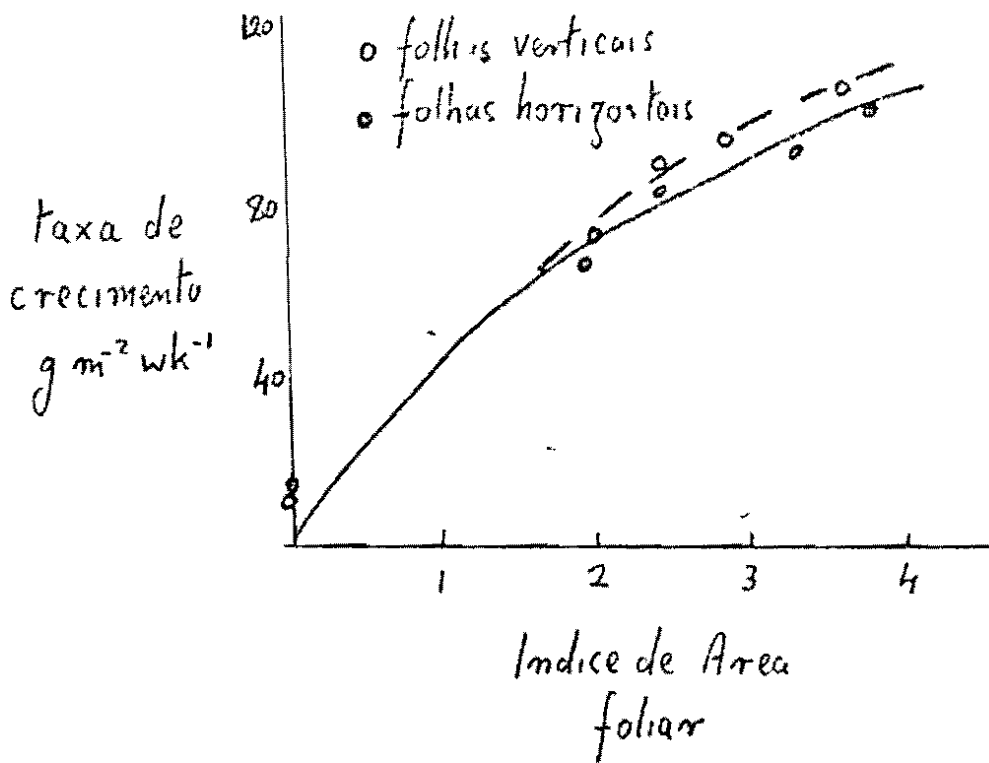
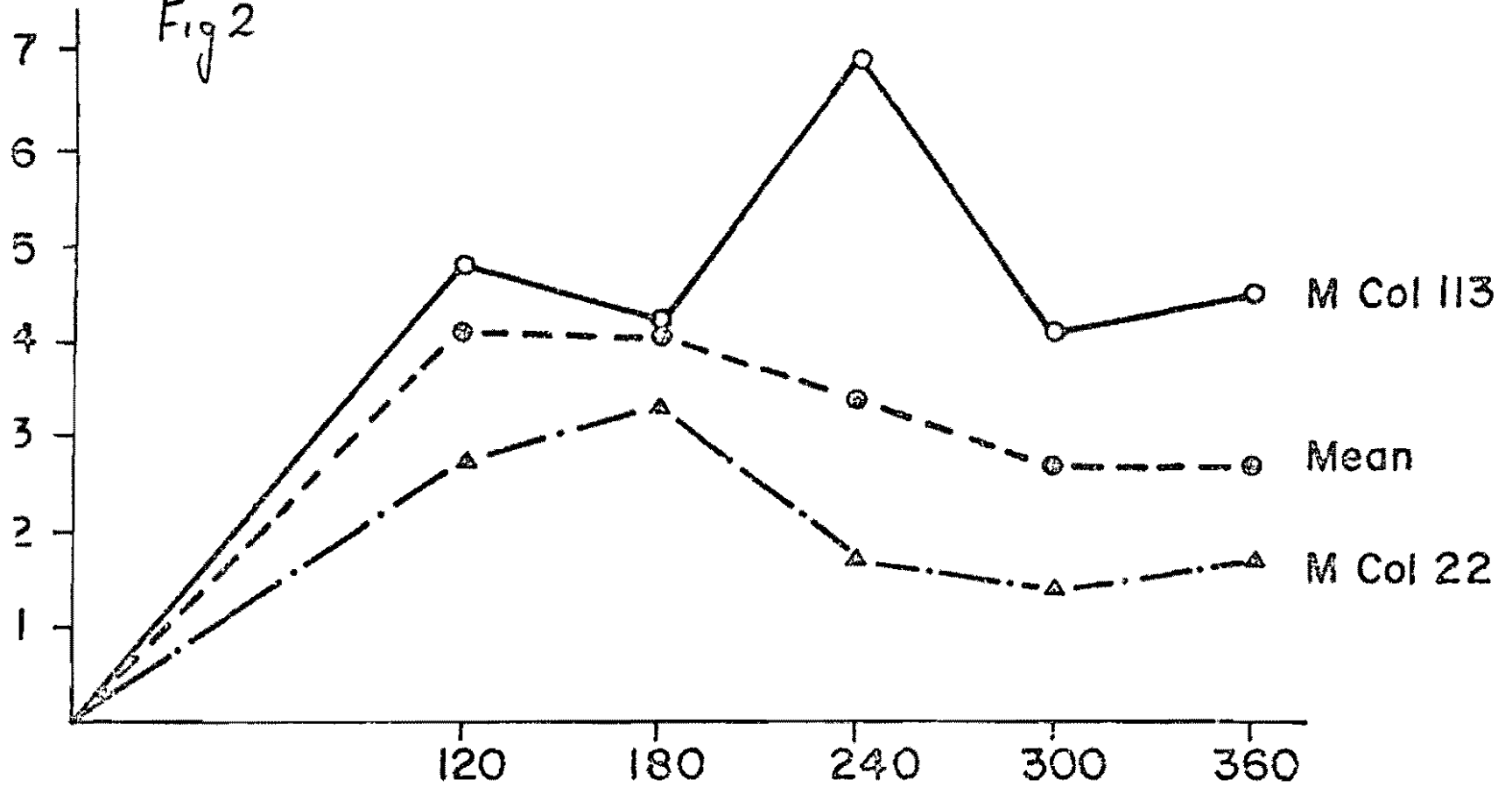


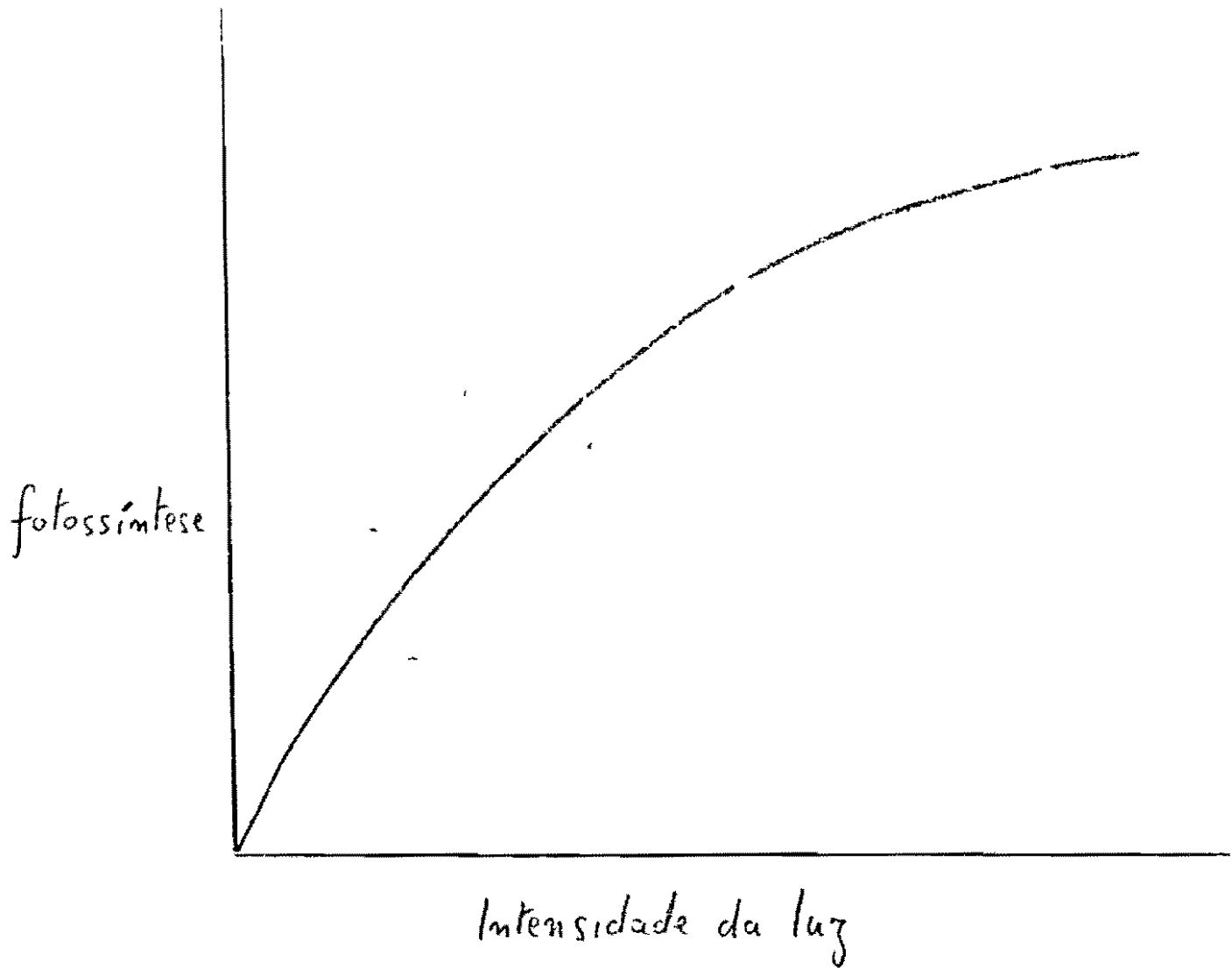
Fig 2

Índice de área foliar



Dias depois da sembra

Fig 3 Esquema geral de fotossíntese



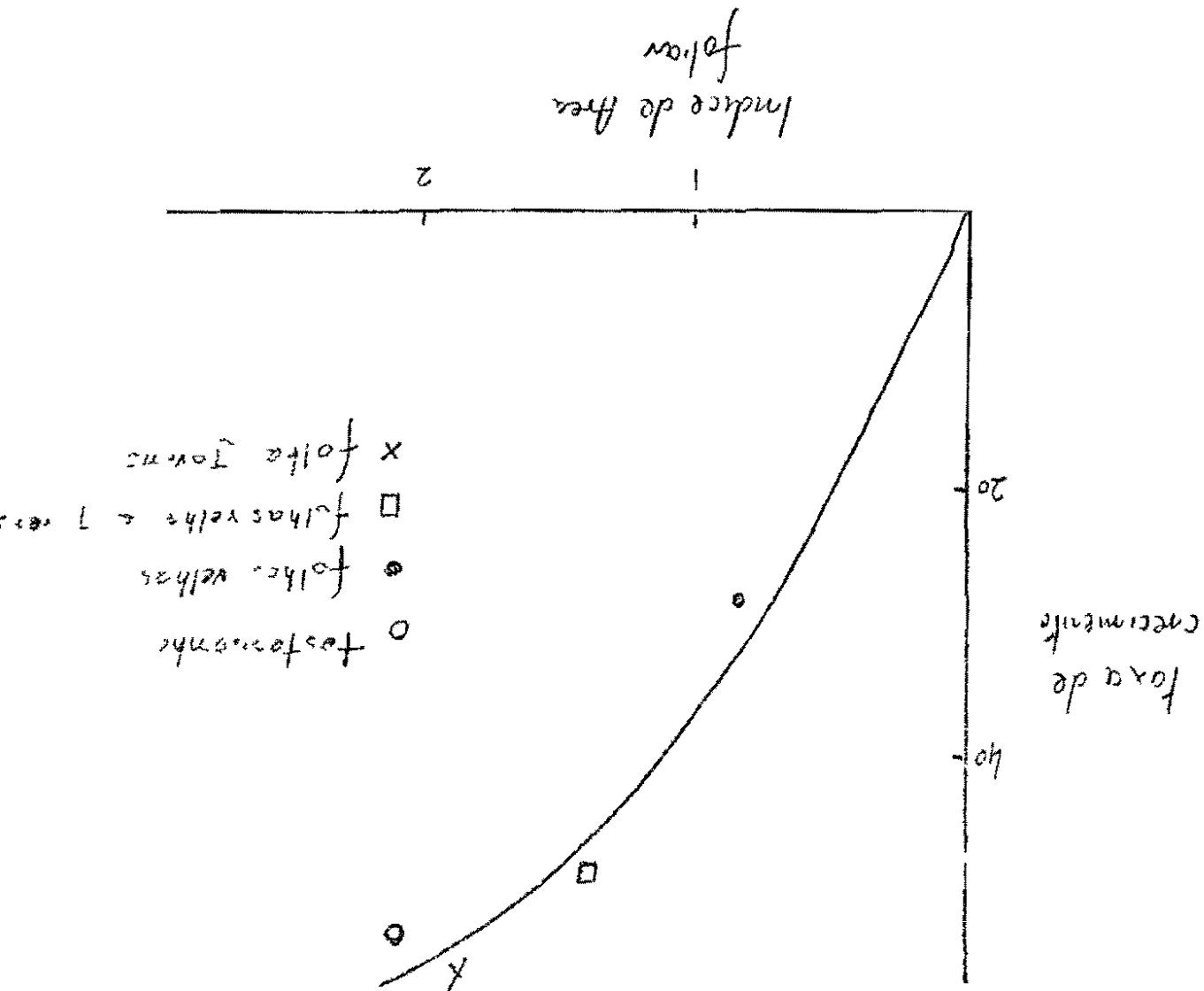


Fig 4

1463
part

CURSO ESPECIAL DE APERFEIÇOAMENTO PARA PESQUISADORES DE MANDIOCA

RÁPIDA PROPAGAÇÃO DA MANDIOCA

D W Wholey *

Há uma diferença fundamental entre os sistemas agrícolas naturais das regiões temperadas e tropicais, sendo que a primeira depende de plantas reproduzidas por sementes, devido aos frios invernos, e a última, com um período de crescimento mais ou menos contínuo, depende principalmente de cultivos reproduzidos pela propagação vegetativa. Até hoje, a maior parte dos cultivos que foram objeto de uma investigação detalhada por cientistas agrícolas, pertence ao grupo de reprodução por semente, e apenas nos últimos anos é que a ciência agrícola voltou sua atenção para os cultivos propagados vegetativamente.

Um problema muito encontrado pelos cientistas que se dedicam ao desenvolvimento de programas de produção é a necessidade de uma rápida multiplicação do material clonal. O período de tempo entre a seleção de uma linha promissora, experimentos de campo completamente repetidos, e a disponibilidade de estacas para distribuir aos agricultores é muito maior para o cultivo propagado vegetativamente que para o cultivo multiplicado sexualmente.

Nas regiões temperadas a maior parte da produção de amido é obtida sexualmente, sendo a batata (que é de origem tropical) uma notável exceção. Contudo, nos trópicos muitas das importantes produções de amido são obtidas, usando material vegetativo. Isto é demonstrado na Tabela 1.

TABELA 1 Importantes produções tropicais de amido são obtidas através da propagação vegetativa

<u>Temperada</u>	<u>Tropical</u>
Trigo	Arroz
Milho	Milho
Arroz	<u>Mandioca</u>
Cevada	<u>Batata doce</u>
Aveia	<u>Inhame</u>
(Beterraba)	<u>Batata</u>
	<u>(Cana de açúcar)</u>

Os produtos grifados são propagados vegetativamente

* MS Agrônomo

Um exemplo de como a multiplicação de um cultivo propagado vegetativamente pode ser mais demorada que um cultivo por semente, se obtém fazendo a comparação entre os quatro seguintes produtores de amido - neste caso todos de origem subtropical, e agora distribuídos na zona tropical

TABELA 2 Taxas de multiplicação de quatro produtos tropicais amiláceos, cultivados em plantações com densidades comerciais

Produto	Dias para a colheita	Colheitas por ano	Fator de multiplicação por semente por ano	
Arroz	120	2 +	80	6 400 *
Milho	120	2 +	300	90 000
Batata doce	150	2	10	100
Mandioca	300 +	1	30	30

* Com bastante espaço para estimular o cultivo, uma única semente pode produzir 2,7 x 10 sementes dentro de um ano (Cock, pers comm)

Assim é fácil apreciar que um programa de melhoramento, que trabalhe com um cultivo multiplicado por semente, pode desenvolver, testar e prover novas variedades em um tempo muito menor que um programa similar que trabalhe com um cultivo propagado vegetativamente, como a mandioca

A pergunta que surge agora é que podemos fazer para reduzir esta demora. Nos últimos três anos, no CIAT, dedicamos muita reflexão e pesquisa à solução deste problema, e a descrição dos sistemas desenvolvidos que segue é o resultado desta investigação

Um sistema de propagação de campo

Uma revisão da literatura revela que o material de cultivo, usado pela maioria dos produtores de mandioca, é cortado da terceira parte da base do talo de mandioca pronta a ser colhida. Este pedaço de caule é cortado em estacas de 15 a 30 cm de comprimento. O número de nós por estaca depende da variedade e das condições em que cresceu a planta padrão, contudo, cada estaca de 30 cm deve possuir de 10 a 20 ou mais nós. É necessário usar pedaços tão grandes assim ?

Carlos Lozano, investigando a maneira de produzir plantas livres de "añublo" bacteriano, demonstra que as estacas com apenas um nó e as estacas com gema poderiam ser usadas para propagar a mandioca (Fig.1) Contudo, ensaios usando estacas de um único nó

como material de campo, mesmo quando enraizadas em vasos de turfa em um viveiro antes de serem transplantadas ao campo, foram relativamente infrutuosos

Experimentos com estacas com dois nós aproximadamente de 5 cm de comprimento (o comprimento pode mudar dependendo da variedade) foram mais afortunados, e em uma recente prova de campo se obteve cerca de 95% do estabelecido com mais de 300 estacas deste tipo. Maior cuidado com a preparação do solo rompendo os grandes torrões e boas condições de umidade no cultivo, durante as primeiras semanas de crescimento, são considerações muito importantes quando se usam estes pequenos pedaços. Do mesmo modo, é essencial que o campo esteja livre de ervas daninhas durante os primeiros dois meses de crescimento para garantir a plantação. Que logramos usando estacas de dois nós? em lugar de vinte estacas por planta poderemos agora preparar cem e além disso estabelecer 95 no campo

Depois de uma completa investigação bibliográfica, não se encontraram informes que contivessem resultados especiais para a multiplicação do material de cultivo, na produção de mandioca. Disto, pode-se deduzir que a maioria do material de cultivo da mandioca é cortado de plantas com o objetivo de produzir tubérculos para o mercado ou para o consumo

Neste ponto necessitamos considerar se a densidade de cultivo usado para a produção de raiz é a ótima para a produção de estacas. Duas variedades M Col 1438 e 1513, plantadas segundo um desenho de distribuição sistemática também comumente chamado como a "distribuição de leque", foram colhidas depois de 11 meses de crescimento e cortadas em estacas de 15 cm. Na figura 2 pode-se observar que, (1,60 x 1,60 a 1,70 x 1,70 entre plantas) se obtiveram cerca de 80 e 90 estacas de 15 cm por planta. Isto é mais do que o dobro do número obtido de plantas estabelecidas a uma densidade de 10 000 unidades por hectare. Se se preparam estacas de 2 nós destas grandes plantas crescidas em baixas densidades de população, pode-se esperar cerca de 250 estacas por planta, o que é bastante para plantar 4 parcelas, cada uma com 16 amostras, limitadas por duas filas de plantas ao redor para proteção

Portanto, usando extensas distâncias entre as plantas e pequenas estacas, junto com uma boa administração do cultivo durante os primeiros meses de crescimento, uma estaca pode multiplicar-se em 270 pequenas estacas depois de um ano, suficientes para fazer uma comparação limitada por 2 sulcos de plantas, repetida quatro vezes. Contudo, deve-se notar que com algumas das variedades menores, que não produzem muitos ramos, o número de estacas pode ser muito menor. Por exemplo, a M Col 22 do CIAT produzirá apenas 100 estacas de 2 nós, mesmo quando distribuídas a 2 x 2 m

Partindo de várias afirmações literárias de que pequenas estacas produzem baixo rendimento de raízes, temos neste momento um experimento de campo comparando estacas de um nó (3 cm de comprimento), 2 nós (5 cm de comprimento), e 15 cm com plantas estabelecidas com talos enraizados. Durante os primeiros dois meses o crescimento do talo refletiu o tamanho da estaca, contudo, depois de 200 dias, nenhuma diferença na altura, pêso sêco da planta e rendimento pôde ser notada. Tabela 3. Espera-se que a análise do rendimento final a ser feita em setembro mostre que o uso de mini-estacas, junto com uma boa administração, não reduz o rendimento das raízes comerciais.

TABELA 3 Rendimento de raízes depois de um crescimento de 200 dias, de estacas de diferentes tamanhos - M Col 1513 (10 000 plantas/hectares)

Tipo de estaca	Rendimento Kg/planta
Talo enraizado	2,05
1 nó (3 cm)	2,40
2 nós (5 cm)	2,38
Comercial (15 cm)	2,12
Erro padrão = $\pm 0,15$ *	C V = 16,1

* As diferenças não são significantes quando $P = 0,55$

Rápida propagação, usando talos enraizados

Ao contrário da maioria dos chamados "cultivos de raiz", as raízes da mandioca não são órgãos de propagação. Portanto, para multiplicar a mandioca estamos limitados ao uso do caule.

Para obter o maior número de plantas do caule, o CIAT desenvolveu um rápido sistema de propagação, o qual utiliza talos enraizados, originados de pequenas estacas do caule.

Estudos sobre o precoce desenvolvimento dos talos de mandioca revelaram que os primeiros 5 ou 6 nós da base do talo não possuem folhas, e são separados por internódios muito curtos, de modo que todos estes nós sem folhas se acham dentro do primeiro centímetro da base do talo. Permite-se que os talos cresçam a uma altura de 9 cm e remove-se os 8 cm superiores do talo, usando uma lâmina de navalha esterilizada. Deste modo, deixa-se intacta a base do talo. Das gemas que se encontram nos nós da base do talo, novos talos são produzidos, os quais, por sua vez, são cortados permitindo um novo crescimento das outras gemas da base. Este processo foi repetido, produzindo oito talos por nó em um experimento (Fig 3)

Uma série de experimentos mostrou que a melhor maneira de usar tôdas as gemas disponíveis para a produção de talos consiste em usar estacas de dois nós, plantadas horizontalmente (Tabela 2) As estacas com mais nós produziram menos talos por nós devido ao aparecimento de dominância entre os talos, o que causou um corte das gemas menos desenvolvidas

TABELA 4 Efeitos do meio ambiente e do tamanho da estaca na produção do talo, depois de 40 dias (variedade M Col 1438)

Tamanho da estaca	TALOS POR NÓ		Média do meio ambiente
	Neblina intermitente	Viveiro de Propagação	
1 nó	0,9	1,1	1,1
2 nós	0,7	1,4	1,1
10 cm	0,5	0,9	0,7
20 cm	0,5	0,9	0,7
Média	0,6	1,1	0,9
L S D (P=0,5)	Entre tamanho = 0,22		
	Entre o meio ambiente = 0,15		

TABELA 5 Comparação das temperaturas do ar e das umidades relativas, em neblina e em um viveiro de propagação

	Temp do ar °C			Umidade relativa (%)		
	Max	Min	Horas/dia 30°C	Max	Min	Horas/dia com U R 80%
Neblina	32,3	20,2	2,5	96,0	42,5	14,0
Viveiro de propagação	45,1	22,8	7,2	99,0	39,5	15,5

Construiu-se um viveiro de propagação (Placa 1), o que produziu mais talos por nó que nas estacas crescidas sob neblina (Tabela 4) Uma comparação entre os meios ambientes demonstrou que a temperatura no viveiro de propagação foi mais elevada que sob a neblina (Tabela 5), o que aumentou a taxa de crescimento

A produção de talos pelas estacas de dois (2) nós foi de mais de 4 talos por nós, isto é, talos de 8 cm por estaca, em um experimento no CIAT (fig 4). A taxa de produção de talos continuou de maneira linear até que a exaustão dos carboidratos da estaca causou a morte das mesmas depois de 16 semanas.

O primeiro corte de talos de 8 cm geralmente pode ser feito 3 semanas depois de plantar as estacas de 2 nós. Este período pode ser maior ou menor dependendo do diâmetro da estaca, que sua vez reflete a quantidade de carboidratos armazenados na mesma. Depois do primeiro corte, um novo crescimento ocorre rapidamente e pode-se antecipar de 7 a 10 dias o corte sucessivo.

Os talos produzidos através destas técnicas podem ser facilmente enraizados no mesmo meio ambiente, em um viveiro de propagação. No CIAT, enraizamos os talos em um solo de livre drenagem trazido de colinas situadas aos pés das montanhas, mas também se pode usar a areia ou outro meio bem drenado. É melhor que os talos sejam enraizados diretamente em vasos de turfa ou vasos de material de igual degeneração. Se não se dispõe de vasos deste tipo, também são adequados o papel encerado e os sacos de poliestireno, com tal de que se tome cuidado para prevenir danos ao sistema radicular, quando se faz o transplante para o campo.

Qualquer que seja o meio de enraizamento selecionado para o uso, é muito importante que seja esterilizado. A escolha entre o calor, vapor ou esterilizantes químicos depende das facilidades disponíveis. Se o meio de enraizamento não é esterilizado, os fungos que provocam a podridão pelo pé se propagam muito mais rápido que os talos de mandioca.

Um talo de 8 cm colocado a enraizar em areia ou solo laterítico em um viveiro de propagação, começa a produzir raízes desde a base durante a segunda semana, e está pronto para o transplante ao campo depois de 3 a 4 semanas. Devido a alta temperatura no viveiro de propagação, que pode exceder a 45°C no princípio da tarde, a maioria das folhas caem dos talos durante a primeira semana no viveiro, contudo, há suficientes reservas de carboidratos no talo para garantir a produção de raiz e a expansão das folhas cerradas, que se encontram no ápice do talo, até que as novas folhas possam começar a fotossíntese.

Experimentos com os ácidos Indolil-butírico e Naftil-acético (IBA e NAA), ambos fomentadores comerciais padrão do enraizamento, mostraram que uma imersão rápida em uma solução 10 000 ppm de IBA aumentou o número de raízes produzidas, mas o peso total das raízes permaneceu o mesmo. Com o uso de IBA não se obteve nenhum aumento na taxa de produção foliar ou no peso total da estaca, e por isso, a menos que se encontre uma variedade de mandioca pobre em raízes, considera-se que a aplicação de fomentadores do enraizamento não está, no presente, justificada. Um 50 variedades diferentes de mandioca

foram propagadas com sucesso no CIAT, usando o sistema citado, sem encontrar nenhum tipo pobre em raízes

O estabelecimento no campo dos talos enraizados não é problema, sempre que sejam adequadamente regados durante as primeiras duas semanas depois do transplante. Para aproveitar o fato de que a produção das estacas é aumentada com baixas densidades de população, êles devem estar separados 1,75 x 1,75 m ou mais. O crescimento das plantas é normal e não se percebeu a toposise (efeito da idade fisiológica da estaca sobre suas características de crescimento). Voltando a tabela 3, pode-se notar que não ocorreu nenhuma diferença no rendimento entre os talos enraizados e o tipo comercial de estacas de 15 cm de caule, depois de 200 dias. Desta maneira, a técnica de propagação pode ajudar a costear-se, produzindo rendimentos comerciais.

A escolha entre as duas técnicas de propagação aqui discutidas depende grandemente da quantidade de material de plantio à disposição e da quantidade de material necessário depois de um ano. A tabela 6 compara as taxas de propagação, partindo de uma planta ou de uma estaca, dos dois sistemas com a propagação comercial.

TABELA 6 Comparação da taxa de propagação, usando as técnicas comercial, de campo do CIAT e do viveiro de propagação, depois de um ano

De uma planta	(10 plantas/ha) Estacas plantadas	Raízes Pro- zidas	Estacas de 15 cm pro- duzidas
Comercial	30 x 15 cm	-	30 x 30=900
Sist de campo do CIAT	150 x 2 nos	-	150 x 90=13 500
Sist de viveiro do CIAT	150 x 2 nos	3/no=900	900 x 90=81 000
<u>De uma estaca de 15 cm</u>			
Comercial	1 x 15 cm	-	1 x 30=30
Sist de campo do CIAT	3 x 2 nos	-	3 x 90=270
Sist de viveiro do CIAT	3 x 2 nos	3/no = 18	18 x 90=1 620

Se um produtor deseja multiplicar um pequeno número de plantas para uma comparação sem repetição, o sistema comercial é suficiente. Contudo, se um agrônomo necessita material para experimentos regionais em 6 lugares e apenas 3 de 4 plantas estão a sua disposição para o material de plantio, então deveria fazer uso do sistema de campo.

Pode-se ver a utilidade do sistema do viveiro de propagação em uma situação em que 6 estacas, cada uma de uma variedade promissora,

foram recebidas pelo correio Esperar até que sejam produzidas suficientes estacas de tipo comercial, para um experimento de campo com repetição, usando o sistema comercial, demoraria o programa por 2 anos, ao passo que, usando o método do viveiro de propagação, os resultados de seu experimento de campo estariam sobre sua mesa dentro destes mesmos dois anos

/

CURSO ESPECIAL DE APERFEIÇOAMENTO PARA PESQUISADORES DE MANDIOCA

MÉTODOS DE EXPERIMENTAÇÃO

Por David Franklin

1 Os dados dos "São Cristovão"

Em experimentos fatoriais, o número de tratamentos é obtido mediante a combinação de todos os níveis de um dos fatores considerados com todos os níveis dos fatores restante. Isto faz com que o número de tratamentos e por conseguinte o número de observações seja grande, o que envolve dificuldades de tipo prático seja na quantidade de terreno utilizado seja na quantidade de pessoal necessário para o trabalho que cabe. A tendência atual é não só comparar os tratamentos para determinar se existem diferenças significativas entre eles, sendo também realizar uma análise que permita para estimar a função de produção entre o rendimento e os tratamentos aplicados ao cultivo. A utilização de experimentos fatoriais incompletos permite, com o mínimo de tratamentos e sem sacrificar nem a eficiência nem a precisão, levar a cabo a estimativa de uma curva de resposta (função de produção).

A escolha do subgrupo de tratamentos necessários para a análise deve-se levar a cabo em forma tal que a eficiência do desenho justifique seu uso. Bojas (1962) propõe o desenho "São Cristovão" como uma modificação aos desenhos notáveis de Box. O desenho São Cristovão refere-se à estrutura dos tratamentos e não a distribuição deles nas parcelas experimentais. Este desenho apresenta uma eficiência respecto ao fatorial completo (no caso de tres fatores) tal que pode afirmar-se que uma parcela do São Cristovão proporciona quase o dobro de informação que uma parcela de um fatorial completo, daí a importância deste desenho já que com so a metade do esforço é possível obter a mesma quantidade de informação quanto a superfície de resposta se refer

Entretanto, o desenho "São Cristovão", proposto por Bojas, tem va

inconveniente de caráter teórico por ser o desenho "não ortogonal". Para tornar óbvio este obstáculo, Rojas (1971) propôs o desenho "São Cristóvão ortogonalizado", o qual permite ajustar as observações a um modelo quadrático, Martinez G, Angel ("Diseños y Análisis de experimentos con caña de azúcar, Coleção Pós-graduados, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México").

Os desenhos São Cristóvão constituem uma família cujas aplicações são amplas e seu estudo e uso acham-se mais que justificados por razões de economia de trabalho de campo, para situações nas quais a curva de resposta seja o objetivo mais importante do experimento.

A continuação, se explicara o desenho São Cristóvão ortogonalizado, utilizando um exemplo com Nitrogênio (N) e Fósforo (P) como fatores nutrientes de um cultivo.

1.1. O desenho São Cristóvão Ortogonalizado (S.C.O.)

Com o fim de obter um desenho ortogonal e assim tornar óbvios os inconvenientes de ordem estatística apresentados na análise, quando a ortogonalidade não forma parte do desenho Rojas (1971) propôs outro retado para escolher os tratamentos necessários na determinação do modelo que descreve a superfície de Resposta.

A seleção pode ser explicada, fazendo uso do exemplo proposto para a passo imediatamente depois a generalização do desenho.

1.2. Repetição básica do desenho S.C.O.

Em primeiro lugar os níveis dos tratamentos devem ser codificados em relação ao tratamento que ocupa a posição central, no gráfico 1 e $(100,75)$, este se designa como o $(0,0)$, por conseguinte

Fator 1	N	Nível 1	-1
		Nível 2	0
		Nível 3	1
Fator 2	P	Nível 1	-1
		Nível 2	0
		Nível 3	1

Os tratamentos utilizados, segundo propõe Rojas, são

I. Um número a de repetições de um fatorial 2^2 com os níveis $(-1), (+1)$

1. $(-1, -1)$

2. $(-1, 1)$

3. $(1, -1)$

4. $(1, 1)$

dos quais se realiza a repetições (por exemplo, a observações de cada um)

II. Um número c de cada um dos dois tratamentos da forma $(\infty, 0)$, $(0, -\infty)$, onde $0 \leq \infty \leq 1$. Assim para $\infty = 1/2$, tem-se

5. $(-1/2, 0)$

6. $(0, -1/2)$

III Uma repetição de cada um dos dois tratamentos da forma $(c\infty, 0)$,
 $(0, c\infty)$, assim para $c=1$ tem-se

7. $(1/2, 0)$

8. $(0, 1/2)$

IV. Um número m de repetições do tratamento central

9. $(0, 0)$

Gráficamente, esta seleção pode ser representada indicando os tratamentos obtidos para cada etapa (I, II, III, IV), como

Ver Pag 4a

GRÁFICO 1

Convém anotar que o número de unidades experimentais necessárias para uma repetição básica do projeto S. C. Q. = 10

Etapa	1	$4a$	$(a=1, 2, 3, \dots, \text{ ou } a=1/2_k \quad k=1, 2, \dots, q)$
	II	$2c$	$(c=k, 2, 3, \dots)$
III		2	
IV		m	$(m=0, 1, 2, \dots)$

Número total $4a+2(c+1) + m,$

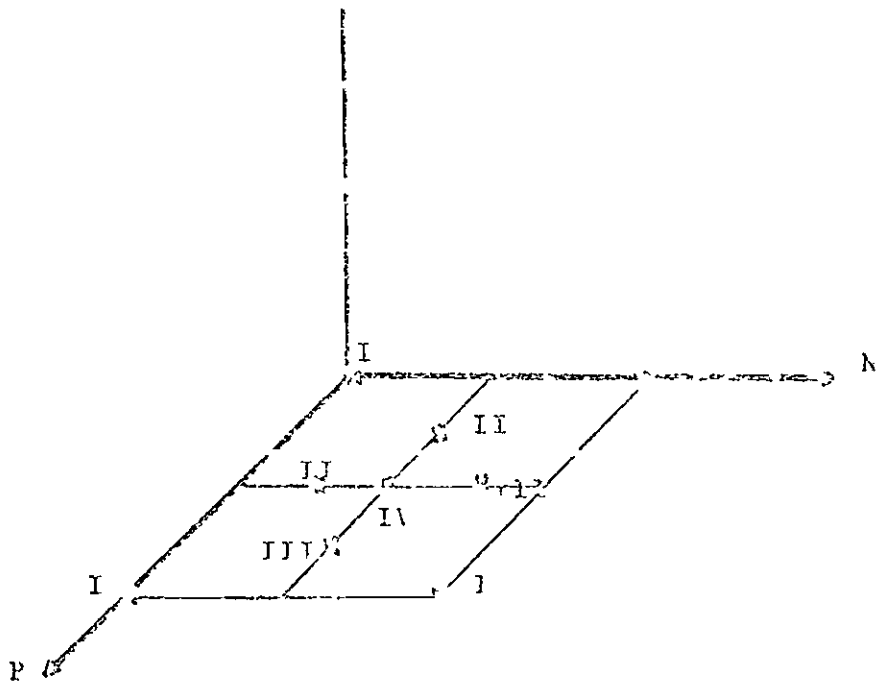


GRAFICO 1

A seleção de $\alpha = 1/2$ produz tratamentos com fatores cujo nível não está previsto, por exemplo, $(-1/2, 0)$ que em termos de N e P traduz-se por (50, 75), o nível de 50 kg N/ha (ver Q1) não estava previsto. Isto não se apresenta inconveniente para o investigador a menos que tal tratamento não seja possível de levar a prática por razões próprias da natureza do experimento.

Em geral, uma repetição básica do desenho S.C.O. terá, para q fatores

de unidades experimentais, $n_0 = 2^q + q(c+1) + m$, as quais podem ser

I. a repetições de um fatorial 2^q , com níveis (-1) e (+1), admite uma fração do fatorial

II. c repetições de cada um dos tratamentos da forma

$$(-\alpha, 0, \dots, 0)$$

$$(0, -\alpha, \dots, 0)$$

\vdots

$$(0, 0, \dots, 0, -\alpha)$$

III. Uma repetição de cada um dos q tratamentos

$$(c\alpha, 0, \dots, 0)$$

$$(0, c\alpha, 0, \dots, 0)$$

$$(0, 0, \dots, 0, c\alpha)$$

IV. Um número m de repetições do tratamento central

$$(0, 0, \dots, 0)$$

Para a seleção de α , a e c deve se ter em conta as seguintes res

condições necessárias para que o desenho seja ortogonal

$$0 < \alpha \leq 1$$

$$\alpha^2 + \frac{\sqrt{2^q n_0 - a^2 q}}{c(1+c)}$$

$$b^q \geq n_0 \geq a^2 q + c(1+c)$$

1.3. Análise estatística

1.3.1 A estimativa de parâmetros no modelo

$$Y_h = \beta_0 + \sum_{i=1}^q \beta_i X_{ih} + \sum_{i=1}^q \beta_{ii} X_{ih}^2 + \sum_{i < j}^q \beta_{ij} X_{ih} X_{jh} + e_{hij}$$

$\left\{ \begin{array}{l} \text{efeitos li-} \\ \text{neares (1 por} \\ \text{cada fator)} \end{array} \right\}$
 $\left\{ \begin{array}{l} \text{efeitos qua-} \\ \text{dráticos (1} \\ \text{por cada fa-} \\ \text{tor)} \end{array} \right\}$
 $\left\{ \begin{array}{l} \text{efeitos} \\ \text{de intera-} \\ \text{cao} \end{array} \right\}$
 $\left\{ \begin{array}{l} \text{erro de medi-} \\ \text{ção} \\ \text{da do tratam-} \\ \text{ento } h \end{array} \right\}$

\downarrow
 efeito da medição
 total do tratamento h

É levado a cabo pelo método de mínimos quadrados e resulta nas seguintes equações para os estimadores

$$\hat{\beta}_0 = \bar{Y} - \bar{X}^2 \sum_{i=1}^q \hat{\beta}_i$$

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum_h 1_h Y_{1h}}{r \left[a^2 q + c(1+c) \alpha^2 - \frac{c(c^2-1)^2 \alpha^2}{(1+c)^2} \right]} - \frac{\sum_h Y_h (Y_{1h}^2 - \bar{X}^2)}{r \left[(a^2 q + c(1+c) \alpha^2) \frac{(c^3+1)}{(c^2-1)} \alpha - c(c^2-1) \alpha^3 \right]}$$

$$\hat{\beta}_2 = \frac{\sum_h 1_h (Y_{2h}^2 - \bar{Y}^2)}{r \left[c(1+c^3) \alpha^4 - \frac{c^2(c^2-1)^2 \alpha^6}{a^2 q + c(1+c) \alpha^2} \right]} - \frac{\sum_h 1_h X_{1h}}{r \left[(a^2 q + c(1+c) \alpha^2) \frac{(c^3+1)}{(c^2-1)} \alpha - c(c^2-1) \alpha^3 \right]}$$

onde

$$\bar{y}^2 = \frac{a2^q + c(1+c)\alpha^2}{n_0}$$

$$\hat{\beta}_{1j} = \frac{\sum_h y_h x_{h1} x_{hj}}{r a2^q} \quad 1 \neq j, \quad 1, j = 1, 2, \dots, q$$

Desenvolver se estas formulas no exemplo para dois fatores

1.3.2

As somas de quadrados para as provas de hipotese são da forma

$$SQ(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_{11}) = \hat{\beta}_1 \sum_h y_h x_{1h} + \hat{\beta}_{11} \sum_h y_h (x_{1h}^2 - \bar{x}^2) \quad 1=1, 2, \dots, q$$

a soma de quadrados devida a $\hat{\beta}_1$ e $\hat{\beta}_{11}$ (ambos).

Para calcular a soma de quadrados associada com $\hat{\beta}_1$, os coeficientes de efeitos lineares, é necessário estimar $\hat{\beta}_1$ por meio da fórmula

$$\tilde{\beta}_1 = \frac{\sum_h y_h x_{1h}}{1 \{ a2^q + c(1+c)\alpha^2 \}} \quad 1=1, \dots, q$$

e a correspondente soma de quadrados será

$$SQ(\tilde{\beta}_1) = \tilde{\beta}_1 \sum_h y_h x_{1h} \quad 1=1, \dots, q$$

A soma de quadrados associada com $\hat{\beta}_{11}$ se obtém por diferença, eliminando

$$SQ(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_{11}) - SQ(\tilde{\beta}_1) = SQ(\hat{\beta}_{11})$$

Agora, a soma de quadrados associada com β_{11} é da forma

$$SQ(\hat{\beta}_{1j}) = \hat{\beta}_{1j} \sum l_h X_{h1} Y_{hj} \quad l \neq j, 1, j-1, 2, \dots, q$$

1.3.3

Uma tabela de análise de variancia para as hipóteses relativas aos coeficientes de regressão do modelo tem a forma (considera-se o caso de blocos completos aleatórios)

AOV

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Soma de Quadrados
Blocos (repetições do desenho básico)	$r - 1$	$n_0 \sum (\bar{Y}_r - \bar{Y})^2$
Tratamentos	$n_0 - 1$	$\sum (\bar{Y}_h - \bar{Y})^2$
Devido a		
1. $(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_{11})$	2	$SQ(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_{11})$
2. $(\tilde{\beta}_{11})$	1	$SQ(\tilde{\beta}_1, \tilde{\beta}_{11})$
3. $(\tilde{\beta}_1)$	1	$SQ(\tilde{\beta}_1)$
4. $(\hat{\beta}_{1j})$	1	$SQ(\hat{\beta}_{1j})$
5. Falta de ajuste	$n_0 - 2q - \left(\frac{q}{2}\right) - 1$	
Erro	$(n_0 - 1) (r - 1)$	
Total	$n_0 r - 1$	$\sum Y_h^2$

Diz Rojas que as provas devem ser levadas a cabo com 1% de significancia (a significancia total é No test x 1%)

1.3.4

Ordem de conclusões

1. Hipótese (1 na tabela AOV) β_1, β_{11} não é significativa, conclui-se que $\beta_1 = \beta_{11} = 0$

2. Hipótese para β_{11} (2 na tabela AOV) não significativa, então β_1 se estima pela fórmula

$$\tilde{\beta}_1 = \frac{\sum \lambda_h X_{1h}}{r a^2 q + c(1+c)\alpha^2}$$

Concluindo que o efeito quadrático β_{11} é 0. Se é significativa, conclui-se que $\beta_{11} \neq 0$

3. hipótese para β_{1j} (4 na tabela AOV) se não é significativa, conclui-se que $\beta_{1j} \neq 0$

Aqueles coeficientes que resultaram não significativos são excluídos do modelo

4. Com o novo modelo assim obtido se recalcula o valor dos coeficientes a fim de ajustar o novo modelo aos dados.

2.1 Um exemplo

O seguinte exemplo foi tomado para explicar a análise de uma superfície de resposta quando se consideram dois nutrientes, Nitrogênio e Fósforo, com quatro níveis cada um no cultivo de cana de açúcar. Os níveis de exploração são

(N) Nitrogênio 0, 60, 120, 180 kg/Ha

(F) Fósforo 0, 40, 80, 120 kg/Ha

Para o desenho se traduzem por

N 0, 20.25, 60, , 120, 159.75
-1 - α 0 1 $c\alpha$

P 0, 13.5, 40, , 80, 93.5

2.2 Dados

Rendimentos de campo, expressos em quiles de cana colhidos nos 96 m² de cada parcela, para os 11 tratamentos de um desenho São Cristóvão Ortogonalizado, com tres repetições, em blocos ao acaso

TABELA 1

TRATAMENTOS PARA UMA RE- PETIÇÃO BÁSI- CA	NÍVEL DO NITROGENIO X _{1h}	NÍVEL DE FÓSFORO X _{2h}	REPETIÇÃO			TOTAL	MÉDIA	
			I	II	III			
2 ² Fatorial	1	-1	1	512	466	535	1513	504.33
	2	-1	1	958	921	931	2810	936.67
	3	1	-1	504	475	374	1433	477.67
	4	1	1	696	892	668	2256	752.00
2 repeti- ções dos tratamentos (-∞,0) e (0,-∞)	5	-.66248	0	752	931	760	2443	814.33
	6	-.66248	0	500	577	592	1669	556.33
	7	0	-.66248	691	701	628	2020	673.33
	8	0	-.66248	596	674	532	1802	600.67
1 repeti- ção dos tratamen- tos (∞,0) (0,∞)	9	1.32495	0	627	562	457	1646	548.67
	10	0	1.32495	996	796	834	2626	875.33
Ponto Central	11	0	0	622	521	560	1703	567.67

Portanto, os valores para q, a, c, n₀, e α, serão

$$q = 2 \quad n_0 = a 2^q + q(c+1) + m$$

$$a = 1 \quad n_0 = 1.4 + 2(3) + 1 = 11$$

$$c = 2 \quad \alpha = \sqrt{\frac{2^q a n_0 - a^2}{c(1+c)}} = .438875$$

$r = 3$ $\alpha = .662476$

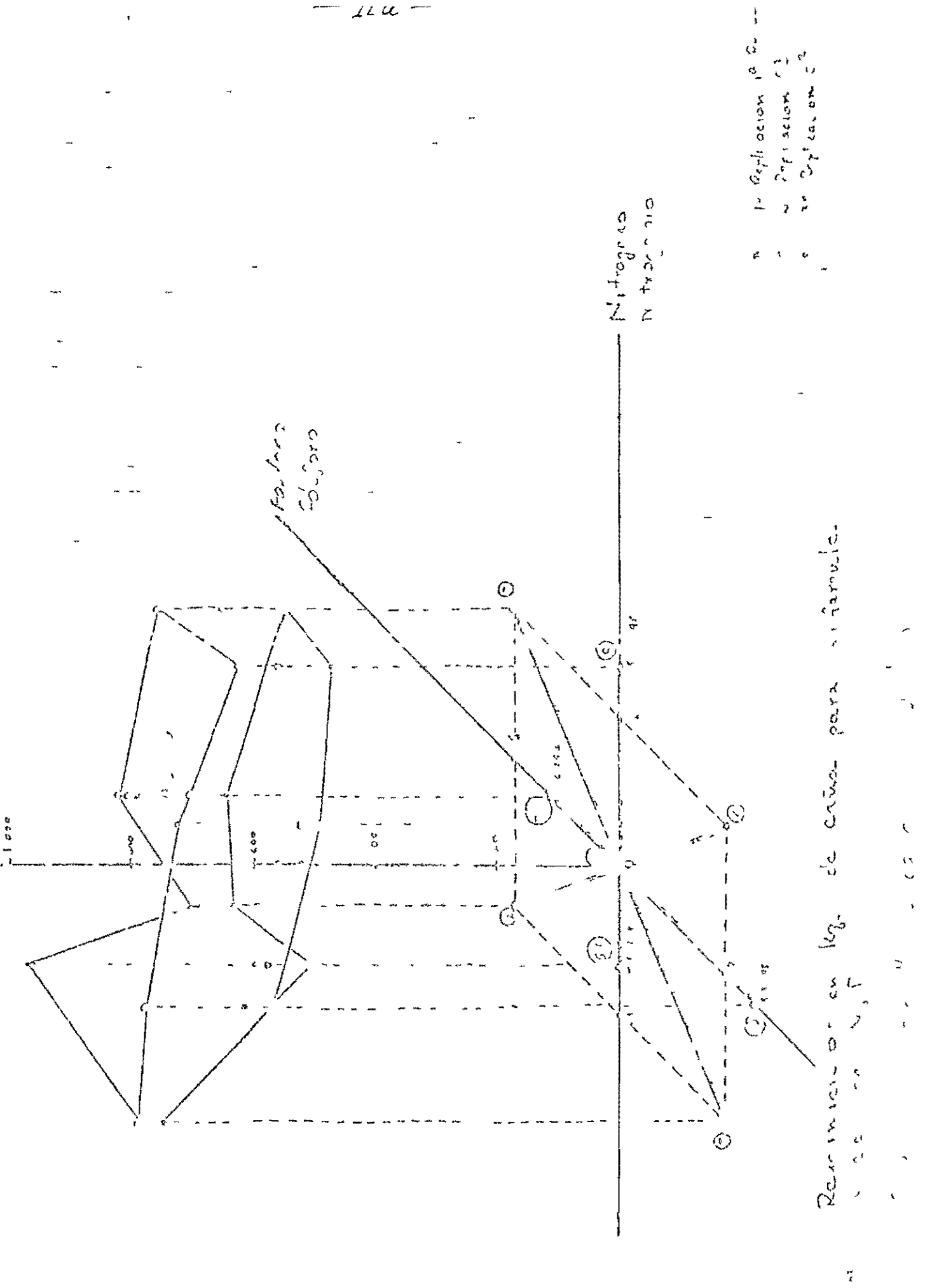
2.3. Análise estatística e Superfície de Resposta

A situação obtida na tabela 1 pode ser representada graficamente da maneira seguinte

Ver Pág 11a

TABELA 1

No gráfico podem ser observados dois planos (superfícies de resposta) correspondentes ao mínimo e ao máximo rendimento observado para cada um dos tratamentos. Na base deste gráfico em tres dimensões pode-se notar a forma como se distribuem os tratamentos ao redor do ponto central, é de interesse recordar que este ponto central não é o que se conhece como uma "testemunha", se trata melhor dos níveis de Nitrogenio e Fósforo, cujos valores ocupam uma posição central com respeito aos demais níveis. Os pontos cuja posição não corresponde aos vértices do quadrado que se observa na base, denominam-se pontos de estrela. Os pontos de estrela (5,6,7,8,9,10) são utilizados para explorar a superfície de resposta no interior e no exterior do quadrado da base. Correspondem a níveis intermediarios e extremos de Fosfato e Nitrogenio (dos níveis intermediarios e doses extremas). A seleção destes pontos se faz buscando a ortogonalização do desenho antes que a exploração sistemática da superfície de resposta. Isto apresenta uma certa vantagem, quando o desenho é utilizado com o fim de analisar a superfície de resposta. Finalmente, os numeros entre círculo indicam o tratamento correspondente de acordo com a tabela.



Nitrogeno
Nitrógeno

Fuerzas
de choque

Remisión en kg. de carga para 11 amulic.

- 1. Aplicación 10 G...
- 2. Aplicación 10 G...
- 3. Aplicación 10 G...

1000

1000

A análise dos dados se leva a cabo em duas etapas a saber

- 1 Estimativa de parâmetros, e
2. Analise de variância e prova de hipótese.

Os cálculos correspondentes são incluídos em forma tabular, a seguir

1.2.4 Estimativa de parâmetros

A estimativa de parâmetros se faz pelo método de mínimos quadrados,

As equações normais para o modelo

$$Y_h = \beta_0 + \beta_1 X_{1h} + \beta_2 X_{2h} + \beta_{11} X_{1h}^2 + \beta_{22} X_{2h}^2 + \beta_{12} X_{1h} X_{2h} + \epsilon_h$$

serão

$$\sum Y_h = \beta_0 n_0 + \beta_1 \sum X_{1h} + \beta_2 \sum X_{2h} + \beta_{11} \sum X_{1h}^2 + \beta_{22} \sum X_{2h}^2 + \beta_{12} \sum X_{1h} X_{2h}$$

$$\sum Y_h X_{1h} = \beta_0 \sum X_{1h} + \beta_1 \sum X_{1h}^2 + \beta_2 \sum X_{1h} X_{2h} + \beta_{11} \sum X_{1h}^3 + \beta_{22} \sum X_{1h} X_{2h}^2 + \beta_{12} \sum X_{1h}^2 X_{2h}$$

$$\sum Y_h X_{2h} = \beta_0 \sum X_{2h} + \beta_1 \sum X_{1h} X_{2h} + \beta_2 \sum X_{2h}^2 + \beta_{11} \sum X_{1h}^2 X_{2h} + \beta_{22} \sum X_{2h}^3 + \beta_{12} \sum X_{1h} X_{2h}^2$$

$$\sum Y_h X_{1h}^2 = \beta_0 \sum X_{1h}^2 + \beta_1 \sum X_{1h}^3 + \beta_2 \sum X_{1h}^2 X_{2h} + \beta_{11} \sum X_{1h}^4 + \beta_{22} \sum X_{1h}^2 X_{2h}^2 + \beta_{12} \sum X_{1h}^3 X_{2h}$$

$$\sum Y_h X_{2h}^2 = \beta_0 \sum X_{2h}^2 + \beta_1 \sum X_{1h} X_{2h}^2 + \beta_2 \sum X_{2h}^3 + \beta_{11} \sum X_{1h}^2 X_{2h}^2 + \beta_{22} \sum X_{2h}^4 + \beta_{12} \sum X_{1h} X_{2h}^3$$

$$\sum Y_h X_{1h} X_{2h} = \beta_0 \sum X_{1h} X_{2h} + \beta_1 \sum X_{1h}^2 X_{2h} + \beta_2 \sum X_{1h} X_{2h}^2 + \beta_{11} \sum X_{1h}^3 X_{2h} + \beta_{22} \sum X_{1h} X_{2h}^3 + \beta_{12} \sum X_{1h}^2 X_{2h}^2$$

Obtem-se os seguintes resultados da estrutura da matriz do desenho

$$\sum X_{ih} = 0 \quad \text{para } i = 1, 2$$

$$\sum X_{ih} X_{jh} = 0 \quad \text{para } i \neq j$$

$$\sum X_{ih}^2 X_{jh} = 0 \quad \text{para } i \neq j$$

$$\sum X_{ih}^3 X_{jh} = 0 \quad \text{para } i \neq j$$

$$\sum X_{ih}^2 = a^2 a^{2q} + \alpha^2 c(1+c) \quad \text{para } i = 1, 2$$

$$\sum X_{ih}^3 = \alpha^3 c(c^2-1) \quad \text{para } i = 1, 2$$

$$\sum X_{ih}^4 = a^2 a^{2q} + \alpha^4 c(1+c^3)$$

$$\sum X_{ih}^2 X_{jh}^2 = a^2 a^{2q} \quad \text{para } i \neq j$$

As equações normais se reduzem a

$$\sum Y_h = \beta_0 n_0 + [a^2 a^{2q} + \alpha^2 c(1+c)] (\beta_{11} \beta_{22})$$

$$\sum Y_h X_{1h} = \beta_1 [a^2 a^{2q} + \alpha^2 c(1+c)] + \beta_{11} [\alpha^3 c(c-1)]$$

$$\sum Y_h X_{2h} = \beta_2 [a^2 a^{2q} + \alpha^2 c(1+c)] + \beta_{22} [\alpha^3 c(c^2-1)]$$

$$\sum Y_h X_{1h}^2 = \beta_0 [a^2 a^{2q} + \alpha^2 c(1+c)] + \beta_1 [\alpha^3 c(c^2-1)] + \beta_{11} [a^2 a^{2q} + \alpha^4 c(1+c^3)] + \beta_{22} a^2 a^{2q}$$

$$\sum Y_h X_{2h}^2 = \beta_0 [a^2 a^{2q} + \alpha^2 c(1+c)] + \beta_2 [\alpha^3 c(c^2-1)] + \beta_{11} a^2 a^{2q} + \beta_{22} [a^2 a^{2q} + \alpha^4 c(1+c^3)]$$

$$\sum Y_h X_{1h} X_{2h} = \beta_{12} a^2 a^{2q}$$

Resolvendo para $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_{11}, \beta_{22}, \beta_{12}$ as equações anteriores, obtém-se

em forma mais conveniente se se faz

$$\bar{X}^2 = \frac{\sum X_{1h}^2}{n_0} = \frac{a^2 c^q + \alpha^2 c(1+c)}{n_0}$$

Se se recorda que

$$\alpha^2 = \frac{\sqrt{a^2 c^q n_0} - a^2 c^q}{c(1+c)} \quad \rightarrow \quad c(1+c) \alpha^2 = \sqrt{a^2 c^q n_0} - a^2 c^q$$

então, se terá que

$$\bar{X}^2 = \frac{a^2 c^q + \sqrt{a^2 c^q n_0} - a^2 c^q}{n_0} = \sqrt{\frac{c^2 c^q}{n_0}}$$

A utilização de \bar{X}^2 nas equações normais conduz à seguinte solução

$$\beta_0 = \frac{\sum Y_h}{n_0} - (\beta_{11} + \beta_{22}) \bar{X}^2$$

A substituição deste valor nas cinco equações restantes conduz ao sistema

$$\frac{\sum Y_h X_{1h}}{n_0} = \beta_1 \bar{Y}^2 + \beta_{11} \frac{[\alpha^3 c(c^2-1)]}{n_0}$$

$$\frac{\sum Y_h Y_{2h}}{n_0} = \beta_2 \bar{X}^2 + \beta_{22} \frac{[\alpha^3 c(c^2-1)]}{n_0}$$

$$\frac{\sum Y_h (\lambda_{1h}^2 - \bar{X}^2)}{n_0} = \beta_1 \frac{[\alpha^3 c(c^2-1)]}{n_0} + \beta_{11} \frac{[\alpha^4 c(1+c^3)]}{n_0}$$

$$\sum_h Y_h (X_{2h}^2 - \bar{X}^2) = \beta_2 \frac{[\alpha^3 c(c^2-1)]}{n_0} + \beta_{22} \frac{[\alpha^4 c(1+c^3)]}{n_0}$$

$$\sum_h Y_h (X_{1h} X_{2h}) = \beta_{12} a^2$$

Estas equações mostram como as estimativas de β_0, β_{12} são independentes das demais, o mesmo não ocorre com β_1, β_{11} e β_2, β_{22} as quais não são independentes entre si, mesmo que os pares (β_1, β_{11}) e (β_2, β_{22}) o são.

Da última solução do sistema, tem-se

$$\beta_{12} = \frac{\sum_h Y_h (X_{1h} X_{2h})}{a^2}$$

As quatro equações restantes tem uma forma similar para $i = 1, 2$, portanto o sistema, uma vez estimados β_0 e β_{12} se reduz a

$$\frac{\sum_h Y_h X_{ih}}{n_0} = \beta_i \bar{X}^2 + \beta_{i1} \frac{[\alpha^3 c(c^2-1)]}{n_0}$$

$$\frac{\sum_h Y_h (X_{ih}^2 - \bar{X}^2)}{n_0} = \beta_i \frac{[\alpha^3 c(c^2-1)]}{n_0} + \beta_{i1} \frac{[\alpha^4 c(1+c^3)]}{n_0}$$

Um sistema de duas equações com duas incógnitas cuja solução seja

$$\beta_i = \frac{[\alpha^4 c(1+c^3)] \sum_h Y_h X_{ih} - [\alpha^3 c(c^2-1)] \sum_h (X_{ih}^2 - \bar{Y}^2)}{\bar{X}^2 n_0 [\alpha^4 c(1+c^3)] - [\alpha^3 c(c^2-1)]^2}$$

$$\beta_{ii} = \frac{\bar{X}^2 n_o \sum Y_h (X_{ih}^2 - \bar{X})^2 - \sum Y_h X_{ih}^3 c(c^2-1)}{\bar{X}^2 n_o \left[\alpha^4 c(1+c^3) \right] - \left[\alpha^3 c(c^2-1) \right]^2}$$

A generalização a mais de dois fatores é imediata e as formulas de estimativa para $i=1,2,3,\dots,q$ é idêntica

O cálculo de valores para este exemplo podem ser resumidos nas seguintes igualdades e nas entradas da tabela

$$\bar{X}^2 = \sqrt{\frac{a2^q}{n_o}} = \sqrt{\frac{1.4}{11}} = \sqrt{.3636364} = .603022619$$

$$a2^q = 4$$

$\left[\alpha^4 c(1+c^3) \right]$	$= (.438875)^2$	$2(1+8)$	$= 3.467$
$\left[\alpha^3 c(c^2-1) \right]$	$= (.662476)^2$	$2(4+1)$	$= 1.74447$
$\left[\alpha^3 c(c^2-1) \right]^2$	$= (1.74447)^2$		$= 3.04316$

$$\bar{X}^2 n_o \left[\alpha^4 c(1+c^3) \right] - \left[\alpha^3 c(c^2-1) \right]^2 = 19.95431629$$

Ver Pág 16a

TABELA 2

TRATAMIENTO (CENT)	X_{1h} h	X_{2n} P	X_{1n}^2 V^2	X_{2n}^2 P^2	$X_{1n} X_{2n}$ h P	TOTAL RENDIMIENTO $\sum X_{1n} X_{2n}$	X_{1n}^2	X_{2n}^2	$X_{1n} X_{2n}$	$(X_{1h}^2 - \bar{X}^2)$	$(X_{2n}^2 - \bar{P}^2)$	RENDIMIENTO ESTIMADO
-	-1	-1	1	1	1	1 5 3	-1 513	-1 513	1 513	600,63	600,63	1 707,6
2	-1	1	1	1	-1	2 810	-2 810	2 810	-2 810	1 115,51	1 115,51	2 607,7
3	1	-1	1	1	-1	1 433	1 433	-1 433	-1 433	568,87	568,87	1 352,9
4	1	1	1	1	1	2 256	2 256	2 256	2 256	895,58	895,58	2 777,7
5	- 66248	0	43883	0	0	2 443	-1 518,44	0	0	-701,00	-1 170,15	2 110,3
6	- 66248	0	43883	0	0	1 669	-1 105,68	0	0	-273,95	-1 006,44	2 110,3
7	0	- 66248	0	43888	0	2 020	0	-1 338,21	0	-1 218,11	-331,57	1 686,4
8	0	- 66248	0	43888	0	1 002	0	-1 193,72	0	-1 080,65	-295,72	1 686,4
9	1 32495	0	1 75549	0	0	1 676	2 180,87	0	0	1 826,96	-992,57	1 757,6
10	0	1 32495	0	1 75549	0	2 626	0	3 479,32	0	1 583,54	3 026,33	2 605,4
11	0	0	0	0	0	1 703	0	0	0	1 026,95	-1 026,95	1 992,8
TAS AS	0	0	6 60325	6 63325	0	21 921	-1 177,25	3 067,32	-474	-512,65	1 080,48	21 920,9

TABLA 2

TABELLO 2

É claro que, quando o desenho tem r repetições, cada um dos valores estimados deve ser dividido por este número (1). Outra alternativa seria trabalhar com as médias das r repetições em cujo caso as estimativas seriam diretas, é necessário trocar v_h das fórmulas (total de repetições) por \bar{Y}_h (média de repetições).

Os valores calculados e aqueles consignados na tabela fornecem os seguintes resultados para as estimativas dos parâmetros do modelo

$$\hat{\beta}_{12} = \frac{-474}{3 \times 4} = -39.5$$

$$\hat{\beta}_{22} = \frac{(.603022689) (11) (1080.48) - (1.74447) (3067.32)}{3 \times 19.95431629} = 30.34$$

$$\hat{\beta}_{11} = \frac{(.603022689) (11) (-512.65) - (1.74447) (-1177.25)}{3 \times 19.95431629} = -22.50$$

$$\hat{\beta}_2 = \frac{(3.467) (3067.32) - (1.74447) (1080.48)}{3 \times 19.95431629} = 146.16$$

$$\hat{\beta}_1 = \frac{(3.467) (-1177.25) - (1.74447) (-512.65)}{3 \times 19.95431629} = -53.24$$

$$\hat{\beta}_0 = \left(\frac{2191}{3 \times 11} \right) - (-22.50 + 30.34) (.603022689) = 659.55$$

(1) exceptua-se $\hat{\beta}_0$ onde $\hat{\beta}_{11}$ e $\hat{\beta}_{22}$ foram divididos por r .

Quando se conta com a ajuda de um computador para inverter matrizes, se $\underline{\lambda}$ é a matriz de projeto e \underline{Y} o vetor de médias observadas, então iguais valores de $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_{11}, \beta_{22}, \beta_{12}$ são obtidos, usando a equação

$$\hat{\underline{\beta}} = \underline{X}^{-} \underline{Y}$$

onde $\hat{\underline{\beta}}$ é um vetor de parâmetros e $\underline{X}^{-} = (\underline{X}^1 \underline{\lambda})^{-} \underline{1} \underline{\lambda}^1$ é o inverso generalizado de \underline{X} (inverso de Penrose).

O modelo estimado tem a seguinte forma

$$Y_{1h} = 659.55 - 53.24 X_{1h} + 146.16 X_{2h} - 22.5 X_{1h}^2 + 30.34 Y_{2h} - 39.5 X_{1h} X_{2h}$$

O seguinte passo consiste em fazer a prova de hipótese para os coeficientes de regressão a fim de determinar se eles não são diferentes de 0, em cujo caso serão eliminados do modelo, se se elimina um ou mais dos termos do modelo, os coeficientes das variáveis que permanecem no modelo devem ser estimados novamente.

2.5 Prova de hipótese

A tabela para análise de variância do experimento com dois fatores e incluída a seguir para a hipótese

- H_0 as médias de repetição (bloco) são iguais.
 H_A H_0 não é certa
- H_0 as médias de tratamentos são iguais
 H_A H_0 não é certa

$$3. \quad \begin{array}{l} H_0 \\ H_A \end{array} \quad \begin{array}{l} (\beta_{11}, \beta_{12}) = 0 \\ \neq 0 \end{array}$$

$$4. \quad \begin{array}{l} H_0 \\ H_A \end{array} \quad \begin{array}{l} \beta_{11} = 0 \\ \neq 0 \end{array}$$

$$5. \quad \begin{array}{l} H_0 \\ H_A \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{O modelo é adequado para descrever os dados} \\ H_0 \text{ não é certa} \end{array}$$

$$6. \quad \begin{array}{l} H_0 \\ H_A \end{array} \quad \begin{array}{l} \tilde{\beta}_{11} = 0 \\ \neq 0 \end{array}$$

$$7. \quad \begin{array}{l} H_0 \\ H_A \end{array} \quad \begin{array}{l} \beta_{11} = 0 \\ \neq 0 \end{array}$$

TAB 1ª DE ALOVA

Ver Pág 19a

6 $H_0: \beta_1 = 0$
 $H_A: \neq 0$

7 $H_0: \beta_{11} = 0$
 $H_A: \neq 0$

TABLA DE NOVA

GRUPO 1
 1955

TIPO DE FOND

TIPO DE FONDO	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR P-FA
Repeticiones	2	25936.91	12968.455	2.35
Terminos de tratamiento	10	743513.88	74351.388	13.50
$(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_{11})$	2	74211.415	37105.7075	6.74
$\hat{\beta}_1$	1	69644.98	69644.98	12.65
$\hat{\beta}_{11}$	1	4566.435	4566.435	0.83
$(\hat{\beta}_2, \hat{\beta}_{22})$	2	481101.25	240550.625	43.68
$\hat{\beta}_2$	1	472702.5	472702.5	85.84
$\hat{\beta}_{22}$	1	8308.75	8308.75	1.51
$\hat{\beta}_{12}$	1	18723	18723	3.40
Falta de ajuste	5	169478.23	33895.646	5.48
Error	22	136090.67	6185.940	
Error Total	20	110153.76	5507.688	
TOTAL	32	879604.55		

TOTAL

32

879604.55

Os valores são obtidos seguindo as seguintes fórmulas para o caso geral de q tratamentos

$$SQ(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_{11}) = \hat{\beta}_1 \sum Y_{h1h} + \hat{\beta}_{11} \sum Y_h (x_{1h}^2 - y^2)$$

$$SQ(\tilde{\beta}_1) = \frac{(\sum Y_h y_{1h})^2}{r \bar{X}^2 n_0}$$

$$SQ(\tilde{\beta}_{11}) = SQ(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_{11}) - SQ(\hat{\beta}_1)$$

$$SQ(\hat{\beta}_{11}) = \hat{\beta}_{11} \sum_h X_{1h} Y_{1h} \quad \pm \# \quad j$$

$$SQ \text{ TOTAL} = \sum Y^2$$

$$SQ \text{ TRAT} = \sum (\bar{Y}_h - \bar{Y})^2$$

$$SQ \text{ Falta de ajuste} = SQ \text{ TRAT} - SQ \text{ Regr}$$

$$SQ \text{ ERRO} = SQ \text{ TOTAL} - SQ \text{ TRAT} - SQ \text{ REP}$$

$$SQ \text{ REP} = \sum (y_{hk} - \bar{y}_h)^2$$

$$SQ \text{ Regr} = SQ(\tilde{\beta}_1) + SQ(\tilde{\beta}_{11}) + SQ(\hat{\beta}_{11})$$

$$SQ \text{ EF} = SQ \text{ TOTAL} - SQ \text{ TRAT}$$

O cálculo das somas de quadrados será

$$SQ(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_{11}) = (-53.24)(-1177.25) + (-22.50)(-512.65) = 74211.415$$

$$SQ(\hat{\beta}_1) = \frac{(1177.25)^2}{(3)(.003022689)} - 69644.98$$

$$SQ(\hat{\beta}_{11}) = 71211.415 - 69644.98 = 4566.435$$

$$SQ(\hat{\beta}_2, \hat{\beta}_{22}) = (146.16)(3067.32) + (30.34)(1080.43) = 481101.25$$

$$SQ(\hat{\beta}_2) = \frac{(3067.32)^2}{19.8997487} = 472792.5$$

$$SQ(\hat{\beta}_{22}) = 481101.25 - 472792.5 = 8308.75$$

$$SQ(\hat{\beta}_{12}) = (-39.5)(-474) = 18723$$

$$SQ \text{ TOTAL} = 879604.55$$

$$SQ \text{ TRAT} = 743513.88$$

$$SQ \text{ RES} = 25936.91$$

$$SQ \text{ regress\u00e3o} = 574035.66$$

$$SQ \text{ ERRO} = 110153.76$$

$$SQ \text{ Falta de ajuste} = 743513.88 - 574035.66 = 169478.23$$

$$SQ \text{ EP} = 879604.55 - 743513.88 = 136090.67$$

2.6 Conclusões

A prova de hipótese para Falta de Ajuste indica que o modelo quadrático não é o apropriado. Talvez a introdução de termos cúbicos ou raízes quadradas seja a solução.

A prova de hipótese sobre os coeficientes de regressão indicam que os termos quadráticos e a interação sejam eliminados do modelo. Devido à que não são significativamente diferentes de zero, $(\beta_{11}, \beta_{22}, \beta_{12})$ o modelo, portanto teria a forma

$$Y_h = \beta_0 + \beta_1 X_{1h} + \beta_2 X_{2h}$$

Uma nova estimativa destes parâmetros a partir das equações normais, onde os termos em β_{11} , β_{22} e β_{12} se eliminam, se levam a cabo da seguinte maneira

Equações normais

$$\sum Y_h = \beta_0 n_0$$

$$\sum Y_{lh} X_{1h} = \beta_1 [a_2^q + \alpha^2 c(1+c)]$$

$$\sum Y_{2h} X_{2h} = \beta_2 [a_2^q + \alpha^2 c(1+c)]$$

$$\rightarrow \hat{\beta}_0 = \frac{\sum Y_h}{3n_0} = 664,27$$

$$\beta_1 = \frac{\sum Y_{lh} X_{1h}}{3n_0 \bar{X}^2} = \frac{-1177,25}{19.89974874} = -59,16$$

$$\hat{\beta}_2 = \frac{\sum y_{2h} \lambda_{2n}}{3 n_o \bar{X}^2} = \frac{3067232}{19 8974874} = 154.14$$

Por conseguinte, o modelo resultante sera da forma

$$Y_h = 664.27 - 59.16 N + 154.14 P$$

Uma nova prova da conveniencia deste modelo pode ser conduzida da seguinte maneira

AOV

FORME	G .L.	S. S.	M.S.	F
TOTAL	24	8,0604 55		
Regressão	2	542442.81		
Residual	30	337161.74		
Falta de Ajuste	8	201071.07	25133.88	4.06
Erro Puro	22	136090.67	6185.94	

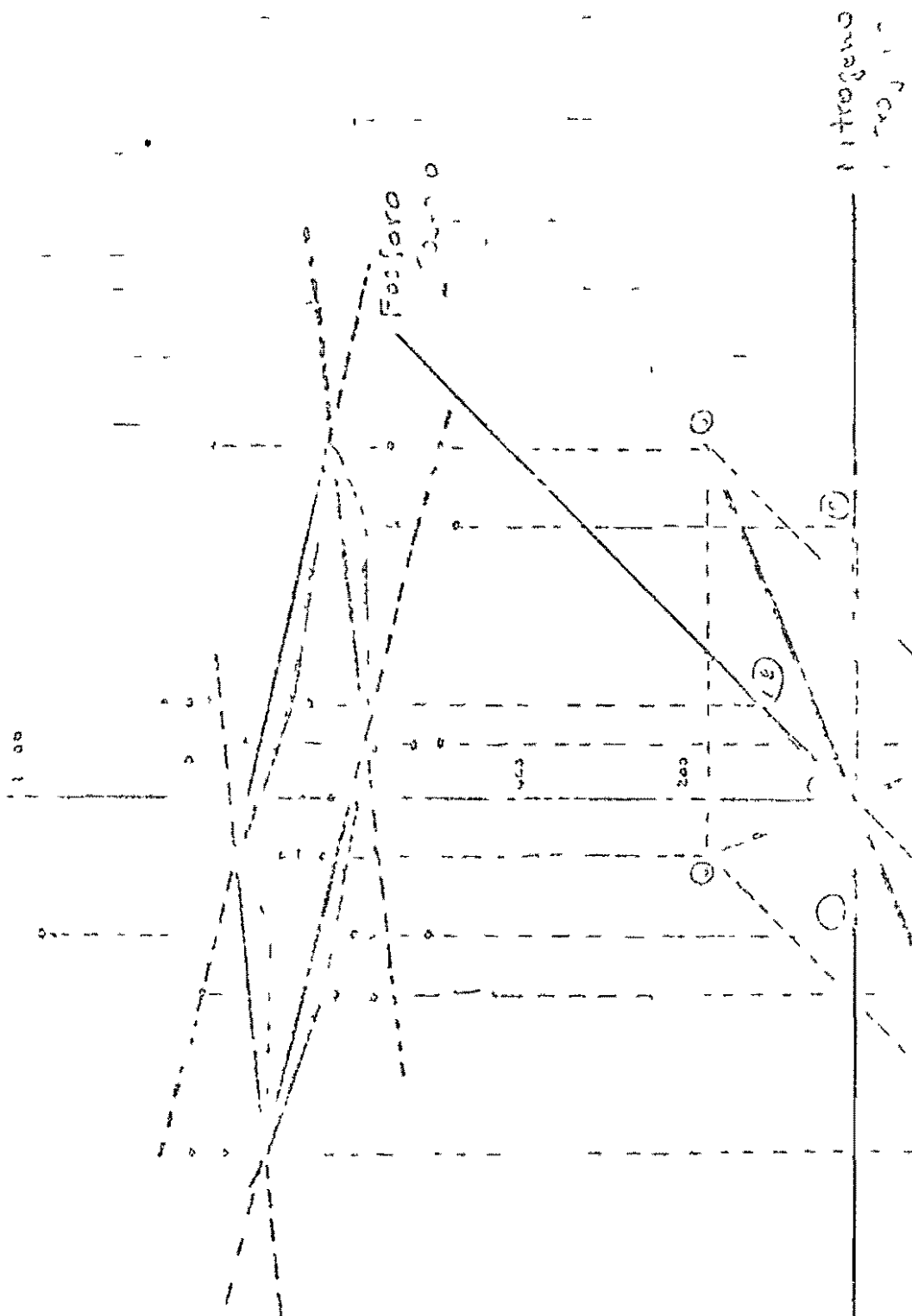
È esta prova , por não ser significativa, não aa base para pensar que o novo modelo é inadequido.

Portanto, o modelo para descrever a superficie de resposta do exemplo proposto e da forma

$$y_h = 664.27 - 5916 N + 154.14 P$$

O grafico seguinte indica a superficie de resposta ajustada aos dados originais. Dela se desprende que o ponto de máximo rendimento poderia

Ver Gráfico - Pág 23a



- Valores observados
- Promedio de 3 repeticiones
- Superficie de superficie
- Proyección de la superficie de superficie

Este medio observado y calculado en kg de agua para el nivel superior de 100

ser obtido para um crescimento amplo do nível de Fósforo e uma aplicação constante de 60 kg/ha de Nitrogênio. Isto não é exato, o que o experimento indica é que devemos mover-nos a níveis mais altos de Fósforo e explorar ao redor do nível 60 kg/ha de Nitrogênio, onde parece estar o rendimento máximo. Esta conclusão é muito útil para futuros experimentos com este cultivo.

NOTA Os dados não correspondem a uma situação real no que se refere a nutrientes.

FAMÍLIA DE DESENHOS

Existendois critérios para selecionar o desenho, a saber

1. Se o desenho é do tipo evolutivo
 - a. Elige-se como ponto central do desenho $(0, 0, \dots, 0)$ a combinação de níveis mais próxima ao ponto onde se suspeita que se encontra o máximo,
 - b. Determina-se o parâmetro a e o número de vezes que se quer observar o ponto $(-a, 0, \dots, 0)$, ou seja $c \approx 1$, inteiro,
 - c. Determina-se n_0 dentro dos seguintes limites

$$a2^q + q(1+c) \leq n_0 \leq \frac{[a^2 c(1+c) + a2^q 2]}{a2^q}$$

onde n_0 é o número total de unidades experimentais,

- d. Determina-se m , o número de vezes que se deseja observar o ponto central $(0, 0, \dots, 0)$, convém recordar que

$$n_0 + m \leq 5^q, \text{ e,}$$

o Calcula-se α , mediante a fórmula

$$\alpha^2 = \frac{\sqrt{s^2 n_0} - d^2}{c(1+c)}$$

onde $0 < \alpha^2 \leq 1$

Este processo determina os níveis dos fatores que serão observados. Para efeito de calcular os níveis, deve-se calcular o incremento destes

EXEMPLO Níveis de Nitroênio

0, 60, 120, 180 kg/Ha

O incremento é de 60 kg/Ha, se o centro do desenho está no nível 60 kg/Ha

Chamando X_{Nh} , (h=1,2,3,4) nos níveis de Nitroênio, então o valor codificado para

X_{Nh}		Y_{Nh}
-1	corresponde a	0
1	corresponde a	120
$-\alpha$	corresponde a	$60(1-\alpha)$
$+\alpha$	corresponde a	$60(1+\alpha)$

Os quais são obtidos, usando-se a relação

$$C_{Nh} = \frac{X_{Nh}}{N_{kg}} = \frac{Y_{kg}}{kg}$$

onde C_{Nh} é o nível de Nitroênio correspondente ao ponto central,

A_N é o incremento do nível central ao imediatamente seguinte

2. Se o desenho se lê: a cabo para obter informação sobre combinações de tratamentos cuja proximidade ao ótimo se conhece

a. Determinam-se os níveis a estudar e sua codificação α_i e β_j logo correspondente de α_i e β_j

b. Calcula-se n_0 de acordo a fórmula

$$n_0 = 2^{p+q} + m(1) + n,$$

onde a eleição de n e m depende das limitações de campo.

0183
port

C I A T

CURSO ESPECIAL DE APERFEIÇOAMENTO PARA PESQUISADORES DE MANDIOCA (CAPI)

ERVAS DANINHAS TROPICAIS COMUNS NOS CULTIVOS

Por Jerry Doll

Considerando uma erva daninha como uma "planta fora de lugar", pode-se especular que existem milhares de espécies incluídas nesta classificação. Por exemplo, uma planta de milho crescendo numa plantação de soja é uma erva daninha ou uma planta Panicum maximum (pasto guinéia) num cultivo de cacau também se inclui na categoria de erva daninha. Entretanto, existe um grupo numeroso de espécies que não têm nenhum valor econômico para o homem e são esses os grupos que classificaremos a seguir.

Existem ervas daninhas que se adaptaram a diferentes cultivos. Em linhas gerais, pode-se dizer que há um complexo definido para os cultivos de sequeiro, tais como milho, soja, algodão, amendoim, etc. Provavelmente existem ervas daninhas que se dão com mais frequência num cultivo que em outro, mas em geral este grupo é bastante homogêneo.

O cultivo que realmente apresenta um complexo de ervas daninhas completamente diferentes das anteriores é o arroz irrigado. Claro está que existem espécies que se adaptaram mais ao meio ambiente humano que as dos cultivos de sequeiro e por esse motivo foram colocadas numa categoria a parte.

A razão pela qual apresentamos a seguinte classificação deve-se à suprema importância que representa a identificação das ervas daninhas num programa de controle efetivo e econômico das mesmas. Se a espécie é desconhecida, torna-se impossível enfocar o programa de controle de uma maneira precisa e orientada. Ao contrário, conhecendo as espécies, pode-se dirigir um plano integrado fazendo usos dos conhecimentos do seu vital hábito de crescimento, método de propagação etc., usando todos os métodos de controle necessários contra dano es-

espécies

Devido à semelhança que apresentam espécies do mesmo grupo, foram classificadas as ervas daninhas em três grandes grupos 1 Cyperaceae, 2 Gramíneas, e 3 Folha larga. Em geral, pelo menos uma erva gramínea, como a Cenchrus echinatus, terá bastante em comum com as outras [Eleusine indica ou Leptochloa filiformis]. Por exemplo, se uma é suscetível a determinado herbicida para gramíneas (vernolate), é muito provável que as outras também serão controladas pelo mesmo produto.

Este princípio é menos funcional no grupo de Folha Larga, devido a que nele se incluem várias famílias taxonômicas. Entretanto, em linhas gerais, o que acabamos de expor serve para uma orientação geral.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL

ERVAS DANINHAS TROPICALS COMUNS NOS CULTIVOS

1 CULTIVOS DE SEQUEIRO (milho, soja, feijão, mandioca, arroz de sequeiro)

A CYPERACEAES

Nome científico

Cyperus diffusus

2 C esculentus

3 C ferax

4 C rotundus

5 Rhynchospora corimbosa

B GRAMINEAS

6 Cenchrus brownii

7 Cenchrus echinatus

8 Cynodon dactylon

9 Digitaria sanguinalis

10 Echinochloa colonum

11 E. crusgalli

12 E crus-pavonis

13 Eleusine indica

14 Ischaemum rugosum

15 Leptochloa filiformis

16 L univervia

17 Panicum fasciculatum

18 P maximum

19 Paspalum conjugatum

20 P notatum

2 Rottboellia exaltata

22 Searia geniculata

23 Sorghum halepense

C FOLHA LARGA

24 Acalypha virginica

25 Acanthospermum hispidum

26 Achyranthes indica

27 Amaranthus dubius

28 A spinosus

29 Anoda acerifolia

30 Bidens pilosa

31 Boerhaavia decumbens

32 B erecta

33 Borreria laevis

34 Bouchea prismatica

35 Caperonia palustris

36 Cassia occidentalis

37 C tora

38 Cleome spinosa

39 Commelina diffusa

40 Corchorus orinocensis

41 Crotalaria spectabilis

42 C striata

43 Croton lobatus

44. Cucumis dipsaces
45. C. melo
46. Datura stramonium
47. Desmodium tortuosum
48. Eclipta alba
49. Euphorbia hirta
50. E. hypericifolia
51. Heliotropium indicum
52. Ipomoea congesta
53. I. hirta
54. I. hederifolia
55. Kallstroemia maxima
56. Lantana camara
57. Leonitis nepetaefolia
58. Malapodium divaricatum
59. Melochia pyramidata
60. Mimosa pudica
61. Mollugo verticillata
62. Momordica charantia
63. Phyllanthus niruri
64. Physalis angulata
65. Portulaca oleracea
66. Sesbania exaltata
67. Sida acuta
68. S rhombifolia
69. Talinum paniculatum

70. T. triangulare
71. Trianthema portulacastrum
72. Tribulus cistoides
73. Tridax proxumbens
74. Xanthium occidentale

II. ARROZ IRRIGADO

A. CYPERACEAES

Nome científico

1. Cyperus diffusus
2. C. luzulae
3. C. rotundus
4. Eleocharis geniculata
5. Fimbristylis annua
6. Scirpus californicus

B. GRAMINEAS

7. Brachiaria mutica
8. Cynodon dactylon
9. Digitaria sanguinalis
10. Echinochloa colonum
11. E. crusgalli
12. E. crus pavonis
13. Eleusine indica
14. Hymenachne amplexicaulis
15. Leptochloa spp
16. Oryza sativa

17. Panicum fasciculatum
18. Paspalum distichum
19. Rottboellia exaltata

C. FOLHA LARGA

20. Amaranthus spp.
21. Ammania coccinea
22. Cyperonia paulustris
23. Commelina diffusa
24. Corchorus orinocencis
25. Echinodorus trialatus
26. Eclipta alba
27. Eichhornia crassipes
28. Heteranthera limosa
29. H. reniformis
30. Ipomoea spp.
31. Jussiaea leptocarpa
32. J. linifolia
33. J. repens
34. Limnocharis flava
35. Monochoria vaginalis
36. Phaseolus lathyroides
37. Phyllanthus niruri
38. Pistia stratiotes
39. Sesbania exaltata
40. Sida spp.
41. Sphenoclea zeylanica

CURSO ESPECIAL DE APERFEIÇOAMENTO PARA PESQUISADORES DE MANDIÓCA (CAPIV)

FISIOLOGIA DOS HERBICIDAS

Por S Davis
J Cárdenas
T Fullerton

Os herbicidas são produtos químicos capazes de alterar a fisiologia de plantas por um período suficientemente longo para causar sua morte ou impedir seu desenvolvimento. Quantidades pequenas podem causar a morte a milhares de plantas. O 2,4-D, por exemplo, é um herbicida que em dose de 1/2 kg pode causar a destruição total de 14 toneladas de ervas daninhas.

De que maneira funcionam estes compostos que em tão pequenas quantidades destroem tantas plantas? Nos últimos 25 anos, muitos trabalhos foram realizados com o fim de elucidar a natureza da ação dos herbicidas e apesar de não se ter ainda respostas exatas sobre como atuam, foi possível obter respostas parciais.

Todo herbicida que entra na planta é afetado e por sua vez afeta processos fisiológicos. Na maioria de animais e plantas multicelulares não é necessário destruir todas as células para provocar sua morte. Em general, é suficiente destruir unicamente certas células relacionadas com processos vitais. Em gramíneas anuais, por exemplo, o centro vital é o meristema basal, o qual dá origem a todos os órgãos novos da planta. Em gramíneas perenes, cada nó tem a capacidade de atuar como centro vital independente, o que lhe permite uma ampla adaptação a condições adversas. Em ervas daninhas de folha larga os centros vitais são vários e estes incluem o meristema terminal, os meristemas ou gemas auxiliares e o câmbio ou meristema lateral.

Os centros vitais podem ser chamados centro de ação Para que o herbicida possa exercer sua ação tóxica deve entrar em contato com a planta, penetrar bem dentro, ser mobilizado ao centro vital de ação e por último exercer sua ação tóxica (Fig 1)

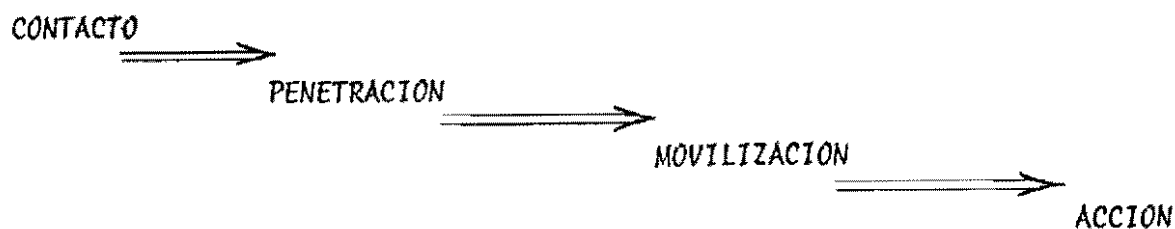


Fig 1 Etapas pelas quais deve passar o herbicida para exercer sua ação tóxica

Em alguns casos, o herbicida atua logo que penetra nos tecidos da planta e sua ação é exercida sobre todo tipo de célula Seu efeito é massivo e estes herbicidas têm ação de contato Em general, não necessitam ser mobilizados e devem entrar em contato como uma grande parte de planta [Exemplo paraquat com a porção aérea de ervas anuais

Quando o centro vital de ação está longe do ponto de penetração, este deve ser mobilizado até dito centro Estes herbicidas são sistêmicos

CONTATO COM A PLANTA

O primeiro obstáculo que deve superar o herbicida é o de estabelecer um contato íntimo com a planta O contato pode ser realizado através das folhas, do talo ou das raízes em alguns casos, como o dos herbicidas de contato, o herbicida deve cobrir uma porção grande da planta enquanto os outros, como o dos herbicidas sistêmicos, o contato localizado pode ser suficiente para que se exerça a ação tóxica Uma vez em contato, o herbicida está em posição de penetrar Em muitos casos, o herbicida não pode exercer sua ação tóxica na planta, ou seja, é seletivo, devido à falta de contato íntimo com a planta Os fato-

res que influem no estabelecimento de um contato íntimo são morfológicos

PENETREÇÃO DO HERBICIDA

Uma vez que haja um controle íntimo do herbicida com a planta, este deve penetrar A penetração comumente ocorre através das folhas e das raízes

Penetração foliar

As principais barreiras para a penetração foliar do herbicida são as capas cerosas, a cutícula e as células da epiderme. A facilidade de penetração depende das propriedades físico-químicas do herbicida e sua formulação, da folha e de aditivos que a solução herbicida contenha.

A passagem pelas capas cerosas e pela cutícula ocorre por processos físicos e depende das propriedades lipo-hidrofílicas ou fóbicas do herbicida e da folha.

Devido à natureza lipofílica das capas exteriores das folhas, a penetração inicial de herbicidas lipofílicos (ésteres) se facilita mais do que a dos hidrofílicos (aminas e sais).

Os herbicidas com características hidrofílicos e lipofílicas têm mais facilidade de penetração devido ao fato de que a folha também contém barreiras hidrofílicas (Fig. 2)

A espessura das capas cerosas e da cutícula aumenta durante o período de crescimento da planta. Observações de campo indicam que a resistência de plantas lenhosas aos herbicidas aumenta à medida que estas se desenvolvem.

A penetração foliar de herbicidas pode aumentar usando surfactantes, que são substâncias que possuem características lipo e hidrofílicas. Sua ação cria uma ponte de compatibilidade entre as superfícies lipofílicas e hidrofílicas (Fig. 3)

Fig 2

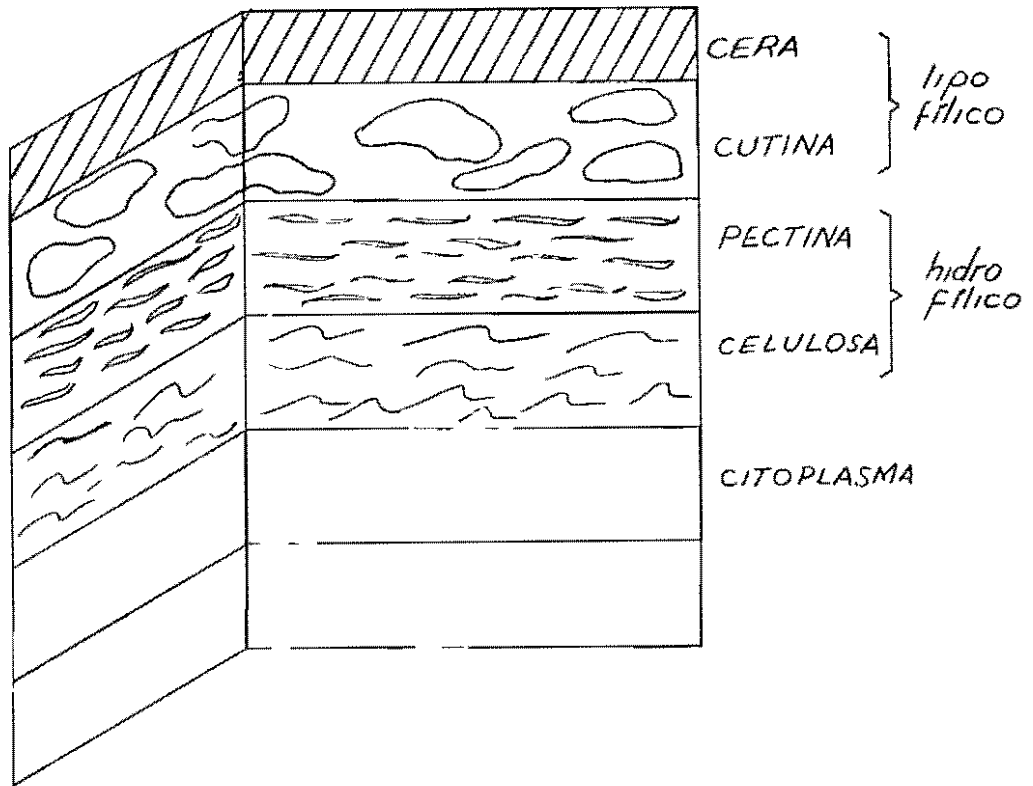


Fig 3



Apesar de que a penetração através da cutícula é a mais comum, alguns herbicidas podem penetrar através dos estômatos das folhas

Uma vez que o herbicida tenha penetrado nas primeiras barreiras inertes, deve penetrar dentro das células vivas para ser mobilizado ao centro da ação (floema) A passagem através das membranas celulares pode ser passiva (por difusão) ou ativa (metabólica)

A penetração e a mobilização do herbicida são afetadas pela temperatura, umidade relativa, luz, umidade do solo e surfactantes ou azeites

A temperatura influe nos processos de difusão e nos metabólicos. Em geral, a relação entre temperatura e processos físicos (difusão) são lineares enquanto que com os processos metabólicos esta relação varia. Os processos metabólicos, de penetração implicam uma barreira seletiva ou diferencialmente permeável. Por exemplo, foi encontrado Q10 de 2 para a penetração foliar de 2,4-D. A relação entre temperatura e penetração é mostrada na fig 4

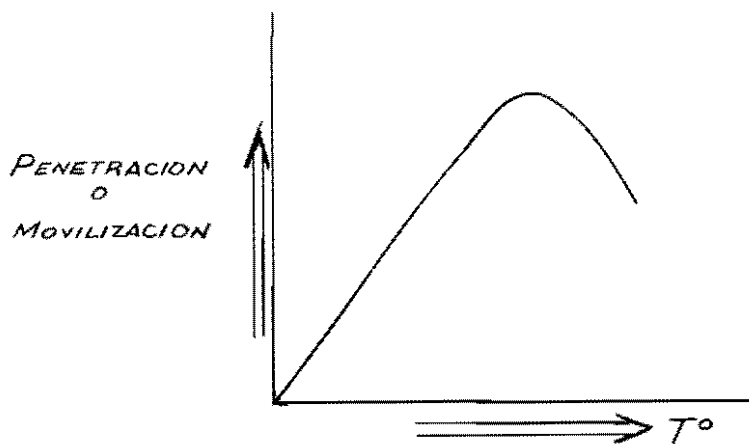


Fig 4

A maioria dos estudos e informes realizados concordam em que há uma correlação positiva entre a umidade relativa e a penetração foliar.

O efeito da luz sobre a penetração foliar dos herbicidas não foi ainda definido claramente. É possível que o efeito da luz esteja intimamente relacionado com o efeito da temperatura e da umidade relativa e que a este fato se devam as discrepâncias.

A umidade do solo influe na condição da planta. Durante períodos prolongados de seca a planta pode estar flácida e então a penetração e a mobilização ficam limitadas.

Os surfactantes e azeites alteram a relação entre a solução herbicida e as barreiras a penetrar. Ambos aditivos aumentam a penetração foliar dos herbi-

cidas

Penetração pelas raízes

Em contraste com os órgãos foliares, as raízes possuem propriedades lipofóbicas o que facilita mais a entrada de herbicidas hidrofílicos (sais). A penetração radicular pode ser por difusão ou metabólica. Uma vez dentro da raiz, o herbicida deve penetrar as células das raízes ou condutos não vivos (xilema). Os fatores que afetam a penetração radicular são temperatura e umidade do solo.

Translocação

Depois de absorvido, herbicida deve ser mobilizado e acumulado nos centros vitais. Segundo suas características moleculares, os herbicidas podem ser transportados pelo apoplasto, pelo simplasto, pela fase aquosa ou por qualquer dos sistemas de transporte da planta.

O simplasto é a parte viva: consiste do floema, parenquima e das células do cambium. O apoplasto é constituído pelas partes inertes xilema e todas as paredes celulares. Os compostos mobilizados unicamente no apoplasto são mobilizados de maneira ascendente na corrente do xilema depois da aplicação. Se a ação destes herbicidas ocorre nas raízes, são menos efetivos quando se aplicam à folhagem; como exemplos temos o diuron e a simazina. Os outros herbicidas se movem principalmente no simplasto, por exemplo, o 2,4-D e o aminotriazol. Alguns, por exemplo, o dalapon e o picloram podem mover-se tanto no apoplasto como no simplasto (Fig 5) o herbicida que se move livremente no simplasto tende a acumular-se em regiões de crescimento ativo. Portanto e segundo a posição das folhas às quais se faz a aplicação, os herbicidas podem descender aos ápices das raízes, ascender aos pontos de crescimento ou mover-se em ambas direções.

Durante a translocação, alguns compostos estão sujeitos à acumulação dentro das células vivas adjacentes aos tecidos translocadores (Fig 6)

Fig 5 -Herbicidas que se movem principalmente em

<u>APOPLASTO</u>	<u>SIMPLASTO</u>	<u>EM /AMBOS</u>
diuron	2,4-D	picloram
atrazina	aminotriazol	dalapon
simazina		

Fig 6

A translocação ou mobilização dos herbicidas está afetada por numerosos fatores Todos os fatores que influem no crescimento da planta e no transporte dos solutos orgânicos e inorgânicos na planta também afetam o movimento dos herbicidas na mesma Estes fatores incluem a luz, a temperatura, a umidade, a humidade do solo e a deficiência ou disponibilidade de nutrientes

A luz influe no movimento dos herbicidas aplicados à folhagem Na maioria dos casos, o efeito da luz é indireto Os tecidos verdes expostos à luz realizam o processo de fotossíntese Durante este processo são produzidos os açuca-

res, os quais são mobilizados para sua utilização em outros órgãos da planta o movimento dos herbicidas está relacionado com o movimento de açúcares

O efeito da temperatura sobre a mobilização é similar ao efeito sobre a penetração Até o momento não se conhece muito bem a forma como são translocados os herbicidas. É possível que em alguns, a molécula herbicida originalmente aplicada seja mobilizada de outra forma, em conjunto com outras moléculas ou degradada.

MECANISMOS DE AÇÃO DOS HERBICIDAS

A ação letal do herbicida começa quando chega ao centro vital onde exerce sua ação. Em geral, a ação tóxica do herbicida pode ser exercida sobre um processo ou centro vital específico, mas o morte da planta é ocasionada por uma série de transtornos fisiológicos. Ao ser afetado um dos processos vitais, todos os outros processos vitais da planta são afetados também. É tal a desorganização fisiológica que se apresenta, que até o momento não foi possível estabelecer definitivamente o modo de ação de um herbicida.

Os processos fisiológicos vitais geralmente afetados pela aplicação de herbicidas são respiração, fotossíntese, síntese de proteínas (enzimas) e ácidos nucléicos, crescimento organizado, absorção de nutrientes, divisão celular, geração de ATP e o estado de redução-oxidação da planta. Todos estes processos são intimamente ligados e a alteração de um deles causa a alteração de todos os outros.

Devido à complexidade do tema e à amplitude do mesmo, foram apresentados unicamente exemplos sobre aqueles mecanismos de ação detalhadamente estudados.

Herbicidas hormonais

Os herbicidas hormonais são aqueles que a baixas concentrações exibem as propriedades indutoras de crescimento similares às do fitohormônio natural, a-

cido indolacético Os herbicidas mais representativos deste grupo são os fenóxidos dos quais o ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) é o mais conhecido Outros herbicidas pertencentes a este grupo são o 2,4,5-T, o MCPA, o 2,4,5-TP e o 2,4-DB Aparte dos fenóxidos também se encontram herbicidas hormonais com base de ácido benzóico (dicamba) e ácido picolínico (picloram)

A diferença entre herbicidas hormonais e o hormônio natural é que na planta existem sistemas que regulam a concentração de hormônio natural Este mecanismo de regulação não funciona com os hormônios sintéticos, além disso, os hormônios sintéticos usados como herbicidas são aplicados em doses massivas o que altera o balance delicado natural dos hormônios naturais

Dos herbicidas sintéticos, o 2,4-D foi o mais estudado Foram numerosos os trabalhos realizados com o objetivo de determinar seu modo de ação e a ele foram atribuídos efeitos sobre todos os processos vitais

O efeito morfológico do 2,4-D sobre plantas suscetíveis é de malformações exageradas e epinastia Certos órgãos da planta iniciam um crescimento desorganizado e este crescimento se mantém a custa do desenvolvimento de outros órgãos da planta Tecidos como o talo, com numerosas células parenquimatosas respondem ao tratamento com 2,4-D com um crescimento exagerado e desorganizado enquanto as folhas e as raízes deixam de crescer Para manter a taxa de crescimento do talo, os órgãos latentes entram em envelhecimento prematuro e se iniciam processos catabólicos Os productos de catabólise servem para manter o crescimento anormal do talo

A nível celular os efeitos são complexos Alteram-se os processos de respiração, fotossíntese e absorção de nutrientes Ademais se estimula a expansão de células ao mesmo tempo que se inibe sua divisão

A síntese de proteínas e de ácidos nucleicos é afetada tanto em quantidade como em qualidade Naqueles tecidos onde se estimula um crescimento exagerado

o conteúdo de ácidos nucleicos, proteínas, açúcares, íons e outros produtos metabólicos aumentam exageradamente enquanto nos órgãos latentes o conteúdo diminui. Isto indica que o 2,4-D pode exercer sua ação sobre a síntese dos ácidos nucleicos, os quais controlam todos os processos vitais da planta.

Herbicidas que afetam o processo fotossintético O processo de fotossíntese consiste de duas fases: a primeira fase que requer luz e a segunda que se pode realizar na escuridão. A ação tóxica de vários grupos de herbicidas foi atribuída a seu efeito sobre o processo de fotossíntese e mais especificamente sobre a reação Hill. A reação Hill é aquela fase dentro do processo fotossintético no qual o oxigênio (O_2) é liberado.

Todos os herbicidas que afetam o processo de fotossíntese afetam a primeira fase, ou seja a fase que depende da luz. Na presença da luz os cloroplastos são oxidados. No ciclo normal estes são reduzidos novamente e no processo se gera O_2 .

Ao evitar a redução dos cloroplastos, estes continuam oxidando-se até que são destruídos (Fig. 7).

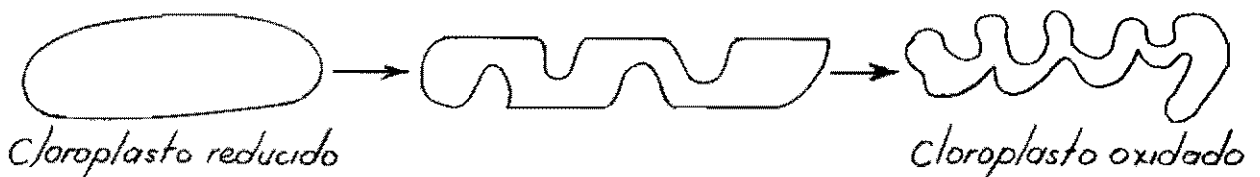


Fig. 7 - Oxidação destrutiva de cloroplastos

Herbicidas que interferem com a produção de ATP- Os herbicidas da família dos fenoles substituídos que incluem o DNBP, o DNOC e o PCP são "agentes desunidores" Estes herbicidas interferem com o processo de respiração na qual se produz trifosfato de adenosina (ATP) Este composto é imprescindível no armazenamento e transferência de energia

Posto que se requer o ATP para manter a estabilidade das membranas celulares, um dos principais efeitos que se nota nas plantas tratadas com estes herbicidas é uma flacidez e uma descoloração causada pelo escape do conteúdo celular pela membrana, o que termina em morte (disrupção celular) O efeito sobre a produção de ATP é tão drástico que todos os processos vitais são afetados imediatamente

Herbicidas que atuam sobre as proteínas - O ácido 2,2-dicloropropiônico (dalapon) e o ácido tricloracético (TCA) são muito estáveis e altamente móveis na planta Podem causar a precipitação de proteínas A teoria atual de como atuam o dalapon e o TCA é a de que eles se acumulam em certas zonas em concentrações elevadas e causam a desnaturalização das proteínas estruturais vitais das enzimas Também foi sugerido que uma grande parte da toxicidade deste mecanismo de ação pode ser o resultado dos produtos tóxicos procedentes da desnaturalização das proteínas

Em resumo, repetimos que apesar de um grande número de estudos haver demonstrado que são muitos os processos vitais afetados pelos herbicidas, não foi possível determinar até agora o efeito primário de nenhum herbicida A morte de plantas tratadas com herbicidas parece ser consequência de uma desorganização geral de fisiologia normal das plantas No campo, a morte o debilitamento das ervas daninhas que por sua vez, ficam expostas a doenças, insetos e fatores ambientais adversos

CURSO ESPECIAL DE APERFEIÇOAMENTO PARA PESQUISADORES DE MANDIOCA

O ESQUEMA DE ABANICO PARA MANDIOCA

J H Cock e L H Rodríguez Castro

O esquema de abanico foi formulado e utilizado primeiramente por Bleasdale (1967) para estudar as reações das culturas às diferentes densidades. Os esquemas dos blocos de densidades casualizados convencionalmente necessitam de um número colossal de parcelas para obter uma grande amplitude de densidades e também de blocos grandes a fim de evitar os efeitos de bordadura. Experimentos desta grandeza não são estatisticamente desejáveis nem viáveis, a não ser com tremendos recursos (Bleasdale, 1967).

Os esquemas de abanico são mais adaptados às plantas que não se esparrama muito (como a batata doce) e que seja de fácil plantio como plantas individuais. A mandioca preenche ambos os requisitos. Sendo também uma planta de grande porte e necessitando uma área relativamente grande por planta, ela requer uma área considerável para os ensaios experimentais. Esquemas compactos facilitam a contornar esta exigência.

Planificando um esquema de abanico Por conveniência, todos os ângulos são medidos em radial (radial = 180°). Escolha o número de densidades requeridas (N) e a variação de áreas por planta (A₁ a A_N) e então, calcule a constante

$$\text{Log } \mathcal{L} = \frac{\text{Log } A_N - \text{Log } A_1}{2N-2}$$

\mathcal{L} não deve ser maior do que 1 III se requer um plantio mais ou menos quadrangular

Em seguida calcule o ângulo entre as radiais, θ radial, onde

$$\theta = (\mathcal{L} - 1) / \sqrt{\mathcal{L}}$$

A distância (γ_0) da primeira planta do centro pode então ser calculada

$$= \sqrt{\frac{2A_1}{(\mathcal{L} - 1) \mathcal{L}}}$$

As distâncias sucessivas podem ser calculadas como

$$\gamma_1 = \mathcal{L} \gamma_0, \gamma_2 = \mathcal{L}^2 \gamma_0, \dots, \gamma_{n+1} = \mathcal{L}^n \gamma_0$$

As sucessivas computações requerem grandes cuidados para evitar erros e um grande número de taxas decimais devem ser conservadas

Para a mais distante do centro (γ_n) a distancia entre as radiais podem ser calculadas como

$$X = 2\gamma_n \text{ Sen } (\theta/2) \approx \gamma_n (\theta)$$

Esta distância é usada para traçar o esquema

Para calcular o rendimento é necessário conhecer a área por planta A_n $A_n = \gamma_n^2 \theta (\mathcal{L}^2 - 1) / 2$

Se W é o peso por planta então $\frac{W_n}{A_n}$ é o rendimento Se for encontrada uma grande variabilidade,

$$\text{Rendimento } n = \left[\frac{W_n - 1}{A_n - 1} + \frac{W_n}{A_n} + \frac{W_n + 1}{A_n + 1} \right] / 3$$

Exemplo I

Requerimentos

- 1) Vinte e uma areas diferentes por planta
- 2) População de 2-30 mil plantas ha⁻¹ (ie 5-0 33m²/planta)

$$\text{Log } \mathcal{L} = \frac{\text{Log } 5 - \text{Log } 0.33}{2N-2} = 0.0295$$

$$\mathcal{L} = 1.07 \text{ (o qual é menor do que } 1.111)$$

O angulo θ é então

$$\theta = (1.07 - 1) / 1.07 = 0.068$$

$$r_0 = \frac{2A_1}{\theta(\mathcal{L}^2 - 1)} = 7.90$$

$$\text{Então } r_1 = r_0 \mathcal{L} \text{ etc dado } A_n = r_n^2 \theta (\mathcal{L}^2 - 1) \quad \mathcal{L} \\ = r_n^2 \times 0.0046$$

r ₁	8 45	A ₁ = 8 45 ² x 0 0046 = 0 33	
r ₂	9 05	A ₂	0 38
r ₃	9 68	A ₃	0 43
r ₄	10 36	A ₄	0 49
r ₅	11 09	A ₅	0 57
r ₆	11 87	A ₆	0 65
r ₇	12 70	A ₇	0 74
r ₈	13 60	A ₈	0 85
r ₉	14 55	A ₉	0 97
r ₁₀	15 58	A ₁₀	1 12
r ₁₁	16 68	A ₁₁	1 28
r ₁₂	17 84	A ₁₂	1 46
r ₁₃	19 11	A ₁₃	1 68
r ₁₄	20 45	A ₁₄	1 92
r ₁₅	21 89	A ₁₅	2 20
r ₁₆	23 43	A ₁₆	2 53
r ₁₇	25 08	A ₁₇	2 89
r ₁₈	26 84	A ₁₈	3 31
r ₁₉	28 73	A ₁₉	3 80
r ₂₀	30 75	A ₂₀	4 35
r ₂₁	32 91	A ₂₁	4 98

Verifique que r₁ dá 0 33 e r₂₁ 4 98 (≈ 5) a variação de densidade requerida

Para calcular a distancia entre a radial (x₂₁)no pñnto r₂₁

$$x_{21} = r_{21} \theta = 32 91 \times 0 068 = 2 24$$

Pode-se verificar também que a distancia entre plantas sobre arc 2 24 m é quase igual à distância entre plantas sobre as radiais 32 91 - 30 75 = 2 16, mostrando que o sistema permite plantios quase quadrangulares

Arranjo do experimento Tome dois (linhas) que não sofrem variações no comprimento (O fio aéreo para televisão serve bem para isso) e coloque uma argola no fim de cada fio, assim como no centro Marque o fio com tinta ou com pequena fita amarrada em cada ponto de $r_1 - r_2$ Coloque outra argola além do r_{21} (aproximadamente a 1 metro) Tome outro pedaço de fio e marque com distância x

Finque firmemente uma estaca no centro e coloque a argola central nesta estaca Esta estaca deve-se manter firme como ponto fixo do esquema experimental

Estique ambos os fios de maneira que fiquem separados no ponto 21 pela distância x (Veja fig 1) Plante as estacas verticalmente em cada ponto marcado sobre os fios More o fio um (ver fig 1) de maneira que ele fique a Xm do fio 2 no ponto r_{21} , e em seguida, mude o fio um de maneira que fique a Xm do fio 2 e assim sucessivamente

Em locais de alta densidade é necessário tomar cuidado para não andar muito sobre o solo afim de não compacta-los

Colheita Verificamos que, para evitar os erros humanos quando se executa as operações de colheita, é melhor colher arco por arco Para evitar também os efeitos de bordadura, devem ser deixadas duas plantas da bordadura (r_1 e r_2 e r_{20} , r_{21}) no fim das radiais e as duas radiais em cada lado devem ser deixadas sem colher como bordaduras

Resultados A fig 2 mostra os resultados obtidos em CIAT usando a media de 3 pontos, 2 repetições e 6 plantas colhidas por arco e por repetição Com estes dados pode se verificar que o esquema de abanico é uma ferramenta extremamente poderosa

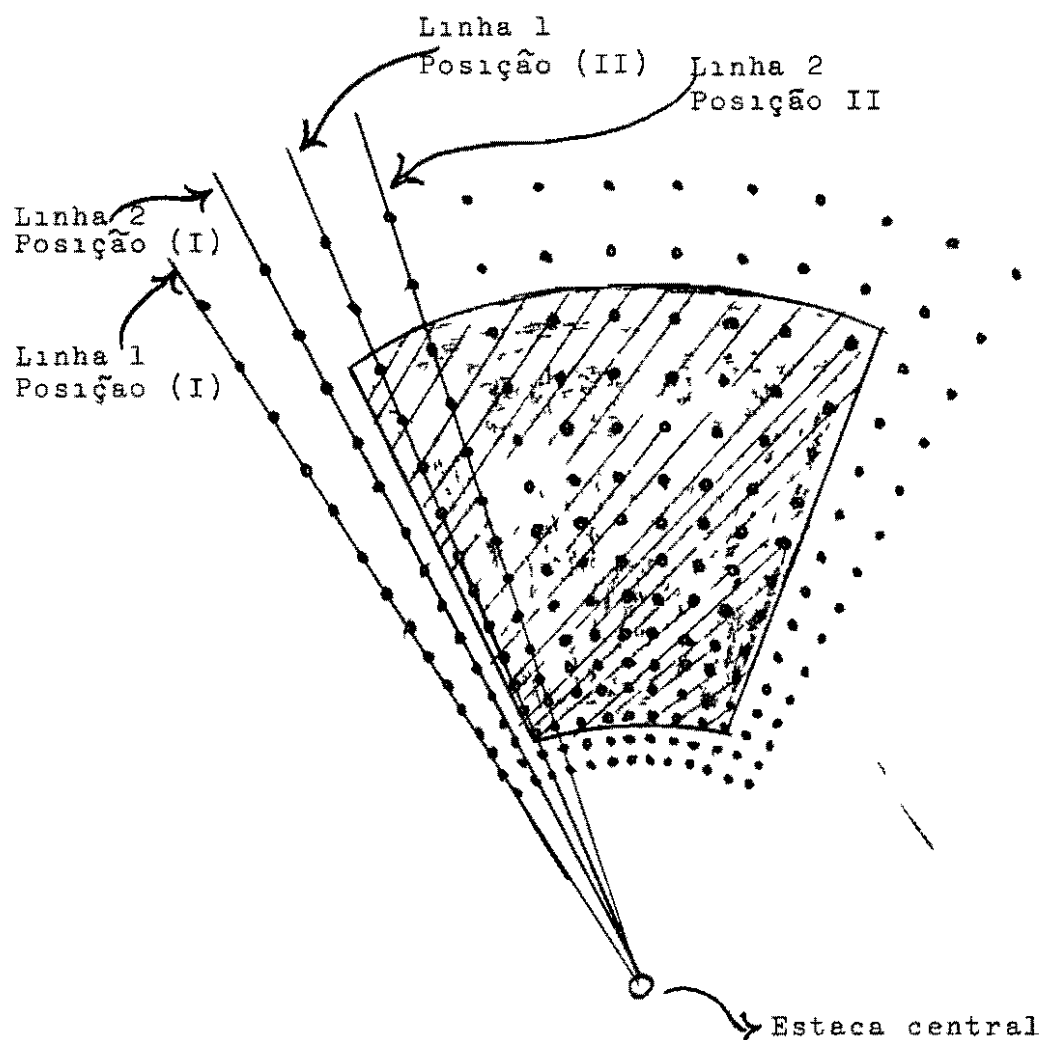


Fig 1 Arranjo do esque de abanico Plantas nas areas sombreadas estão perfeitamente cercadas pelas bordaduras e podem ser colhidas para obter dados de rendimento bem realísticos (Adaptado de Bleasdale, 1967)

Análise estatística dos dados

Os princípios mais importantes fundamentando estas análises podem ser

resumidos nos seguintes

- a Expressa a relação rendimento - densidade - retangularidade por uma função ajustável e estima nele os parâmetros desconhecidos para cada bloco
- b Analisa os valores paramétricos dos blocos individuais como se eles estivessem constituídos de amostras ao acaso

Para a função cujos parâmetros são para serem estimados, deve ter havido várias sugestões. Tome por exemplo, Bleasdale e Nelder, 1960. Eles propuseram a equação

$$\frac{1}{W^c} = A \frac{d}{p} + B \quad \text{Eq 1}$$

onde W é o rendimento por planta, p é o número de plantas por unidade de área, A e B são constantes e c e d são quantidades positivas menores do que a unidade. Esta função todavia, não preenche todas as situações para a relação rendimento da cultura e densidade. HOLLIDAY (1960) propoz a seguinte equação

$$Y = \frac{Ax}{(1 + Abx)} \quad \text{Eq 2}$$

onde Y é rendimento por unidade de área, x o número de plantas por unidade de área, A o máximo rendimento pela planta na ausência de competição por recursos ambientais e b, uma constante

Não foi dito nada sobre qual das formas da função seria melhor ajustada. Equações 1 e 2 foram apresentadas meramente como exemplos

A pesquisador deve ter uma idéia (por conhecimento prévio ou pela estrutura da cultura em si) acerca do tipo de função desejado para ser ajustado. Os métodos explanados, todavia, são gerais, apesar de o tipo de equação quadrática inversa é usada para ilustrar um exemplo

Como foi frizado antes, as análises são feitas nos blocos e então, os valores dos parâmetros são tratados como se eles fossem amostras ao acaso (ie independente). Os passos mais importantes podem ser esboçados da seguinte maneira

- Passo 1 Estabeleça a função hipotética e as suposições sobre os parâmetros para serem estimados
- Passo 2 De cada bloco estime os parâmetros envolvidos na equação estabelecida no passo 1
- Passo 3 Analise os parâmetros de cada bloco como se eles estivessem constituídos de amostras casualizadas (ie compare as médias dos blocos)

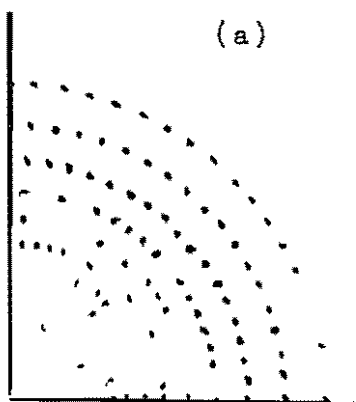
Devem prestar atenção para as influências envolvidas neste tipo de análises quando a área de amostragem apresenta periodicidade espacial, MILNE (3)

Modelo Quando existe teorias bem desenvolvidas, a função a ser adaptada deve ter a forma determinada por aquela teoria, excetuando talvez um ou mais dos parâmetros envolvidos que podem ser desconhecidos

Em biometria, isto é muito mais comum verificar que não há teoria básica para dar uma orientação detalhada para a escolha daquela função

Está em uso corrente escolher a função polinomial ordinária na qual, os parâmetros são os coeficientes de vários termos. As desvantagens para esta escolha e a escolha alternativa de polinômios inversos foram tratadas por NELDER (5). O uso de polinômios inversos trazem várias vantagens. Eles são geralmente não negativos, limitados e de segundo grau e que não tem simetria pre-estabelecida. O esquema de abanico consiste de uma "rede de pontos" cada um representando a posição da planta e tendo a propriedade de que a área por planta e ou a retangularidade do espaço disponível à planta pode ser modificada substancialmente conforme a posição na "rede" NELDER (4). Exemplos de rede estão apresentados na Fig 2. O esquema discutido pertence ao tipo I a (ie forma fixa ea área aumento com r). Para o propósito de análises, um bloco é considerado como uma simples "rede"

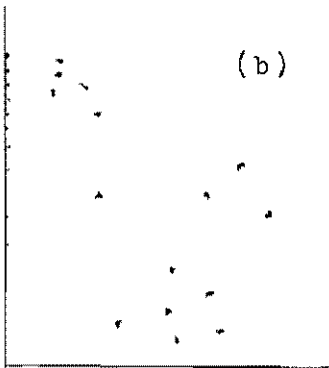
Exemplo Tomando-se os dados imaginários de uma forma conhecida para ser correto às variedades MCOL-22 e MCOL-1416 (Ver tabela 1)



ESQUEMA Ia

(a) Forma fixa

A área aumenta com r

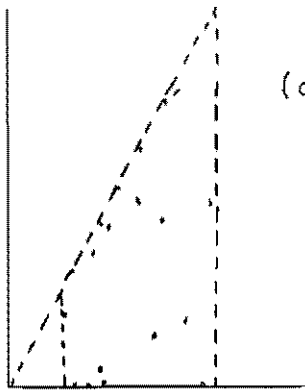


(b)

Esquema Ib

(b) Area fixa

A forma se modifica com r

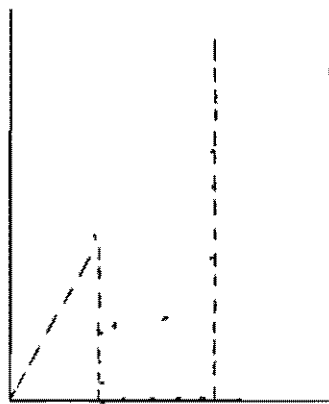


(c)

Esquema Ic

(c) Area de contorno igual = Linha vertical

Forma de contorno igual = Radial



(d)

Esquema Id

(d) Area de contorno igual = radial

Forma de contorno igual = Linha vertical

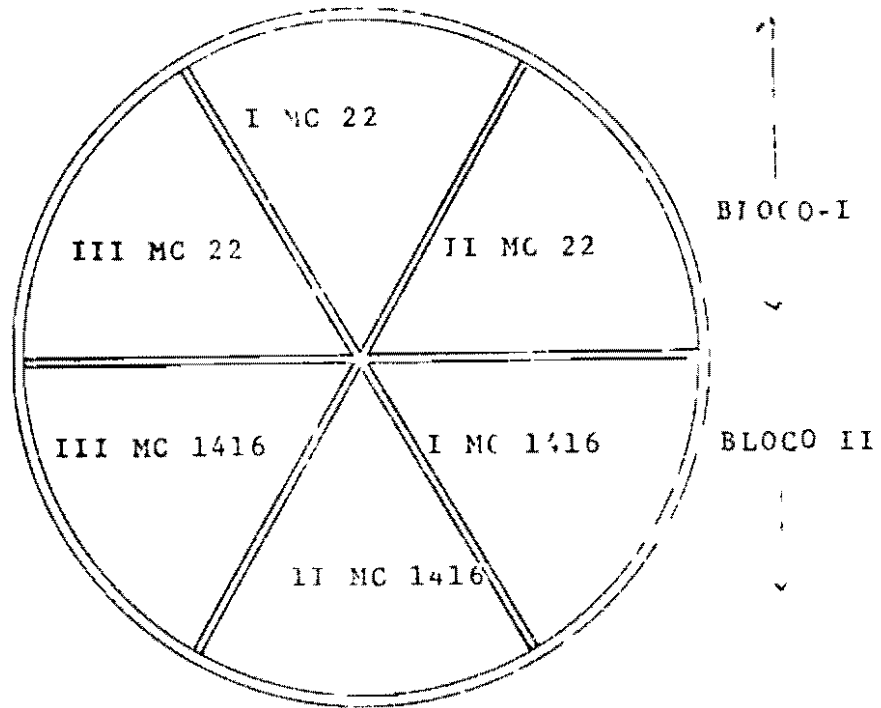
TABELA 1

Dados na triagem da população de mandioca

PLANT/Ha X 10 ³	M Col 22				MÉDIA	M Col 26			MÉDIA
	Rep I	Rep II	Rep III			Rep I	Rep II	Rep III	
5 53	41 78	51 67	34 55	42 0	69 3	22 10	11 7	41 0	
6 82	51 52	36 73	54 25	47 5	46 00	20 94	51 50	42 5	
8 42	48 86	55 36	51 78	52 0	23 94	56 10	7 30	45 0	
10 40	45 14	67 67	55 19	56 0	58 9	51 1	33 86	41 5	
12 83	66 06	49 22	52 72	56 0	15 8	54 60	37 26	36 0	
15 85	47 68	63 71	52 11	54 5	13 96	55 70	17 34	20 0	
19 54	44 29	65 78	55 23	55 0	15 7	5 2	5 0	25 0	
	50 90	6 00	6 10	54 0	15 00	31 07	10 0	20 0	
20 50	64 43	47 20	50 08	54 0	21 20	21 00	15 20	22 0	
36 70	50 25	44 33	6 22	5 0	12 50	1 71	15 0	20 0	
47 40	5 00	50 56	10 62	5 0	13 3	20 00	10 40	19 5	

O esboço de campo se apresentará como na figura 4

FIGURA 4



Análises

Se X_1, X_2, \dots, X_k representa os níveis de fature K e Y é a resposta média, então, a resposta polinomial inversa da função é definida por

$$\frac{X_1 \ X_2 \ \dots \ X_k}{Y} = P(X_1, X_2, \dots, X_k) \text{ Eq 3}$$

A relação quadrática inversa é um caso particular da equação

2 Então
$$\frac{X}{y} = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2, \text{ Eq 4}$$

Onde o valor máximo é dado por

$$y = \frac{1}{2\sqrt{\beta_0 \beta_2} + \beta_1} \text{ Eq 5}$$

As equações 4 e 5 envolve parâmetros desconhecidos ($\beta_0, \beta_1, \beta_2$) para serem estimados

Para os polinômios ordinários é desnecessário considerar a origem do X' . Isso não é verdadeiro quando polinômios inversos precisam ser adaptados, NELDER (5). Isto é especialmente importante em ensaios de adubação onde, por exemplo, de certos elementos ou fertilizantes já está presente no solo. Desta maneira, $X = X' + a$ é o nível de fertilizante disponível à cultura e X' é o nível real de fertilizante aplicado na cultura.

Há dois métodos estatísticos para estimar os parâmetros na equação 4 e 5

Método 1 - Mínimos quadrados ponderados. NELDER (5) Quando a origem é conhecida ou pode ser admitida como 0, supõe que u_1 representa as expressões tais como $X_1, X_1^2, X_2,$

$$Y_j \quad E(y_j) = \left(\sum_1 \beta_1 u_{1j} \right)^{-1}$$

rendimento observado

parâmetros desconhecidos

e $Var (y_j) = \sigma^2 Y_j^2$, $j = 1, \dots, n$ observações
 $1 = 1, \dots, k$

A equação normal (obtendo-se o mínimo para a equação de mínimos quadrados ponderados) usado, temos a forma geral

$$\sum_j u_{1j} y_j = \beta_0 \sum_j u_{1j}^2 y_j^2 + \beta_1 \sum_j u_{1j} u_{2j} y_j^2 + \dots + \beta_k \sum_j u_{1j} u_{kj} y_j^2$$

Assim, para a função quadrática inversa, temos

$$u_{1j} = 1, \quad u_{2j} = X_j, \quad u_{3j} = X_j^2, \quad Z_j = \frac{y_j}{X_j}$$

Hence

$$\sum_j Z_j = \beta_0 \sum_j Z_j^2 + \beta_1 \sum_j X_j Z_j^2 + \beta_2 \sum_j X_j^2 Z_j^2$$

$$\sum_j X_j Z_j = \beta_0 \sum_j X_j Z_j^2 + \beta_1 \sum_j X_j^2 Z_j^2 + \beta_2 \sum_j X_j^3 Z_j^2$$

$$\sum_j X_j^2 Z_j = \beta_0 \sum_j X_j^2 Z_j^2 + \beta_1 \sum_j X_j^3 Z_j^2 + \beta_2 \sum_j X_j^4 Z_j^2$$

Resolvendo o sistema, chegamos a estimar para $\beta_0, \beta_1, \beta_2$

Assim deve ser feita para variedade MC 22 em tabela 1, computações exigidas são encontradas na tabela 2

TABELA 2

Computações requeridas para resolver equações normais

X_j	y_j	Z_j	Z_j^2	X_j^2	X_j^3	X_j^4	$X_j Z_j$	$X_j Z_j^2$	$X_j^2 Z_j$	$X_j^2 Z_j^2$	$X_j^3 Z_j^2$	$X_j^4 Z_j^2$
5.53	42.5	7.69	59.06	30.58	169.11	935.19	42.53	326.63	235.17	1306.25	9988.56	55236.75
6.82	47.5	6.96	48.51	46.51	317.21	2163.40	47.47	330.83	323.73	2256.25	15387.62	104943.60
8.42	52.0	6.18	38.14	70.90	596.95	5026.30	52.04	321.14	438.14	2704.00	22767.68	191703.87
10.40	56.0	5.38	28.99	108.16	1124.86	11698.59	55.95	301.54	581.90	3136.00	32614.40	339189.76
12.83	56.0	4.36	19.05	164.61	2111.93	27096.09	55.94	244.43	717.69	3136.00	40234.88	516213.51
15.85	54.5	3.44	11.82	251.22	3981.88	63112.74	54.52	187.40	864.21	2970.25	47078.46	746193.63
19.54	55.0	2.81	7.92	381.81	7460.60	145780.10	54.91	154.81	1072.89	3025.00	59108.50	1154980.09
24.12	54.0	2.24	5.01	581.77	14032.40	338461.45	54.03	120.90	1303.17	2916.00	70333.92	1606454.15
29.80	56.0	1.88	3.53	888.04	26463.59	788615.04	56.02	105.23	1669.52	3136.00	93452.80	2784093.44
36.70	55.0	1.50	2.25	1346.89	49430.86	1814112.67	55.05	82.43	2020.33	3025.00	111017.50	4074342.25
45.40	55.0	1.21	1.47	2061.16	93576.66	4248380.55	54.93	66.63	2494.00	3025.00	137335.00	6235000.60
54.41	583.5	43.65	225.71	5931.65	337585.55	7445382.12	583.39	2242.07	11720.75	31135.75	639319.52	17899150.05

TABELA 3

ANOVA Para a triagem da população de variedade CMC-22 modelo ajustado

FORTE	d f	SC	SC	F	
Devido ão ajuste	3	3 889	1 944	2 19	NS
Residual	8	7 111	0 889	-	-

Onde SC - Removido devido ão ajuste =

$$b_0 \sum Z_j + b_1 \sum X_j Z_j + b_2 \sum X_j^2 X_j$$

SC - Residual = n - SS removido pela correção

Método 2 Utiliza um tipo de solução iterativo onde um método apresentado por Richards (6) pode ser aplicado. Resultados na página 11 conduz ao modelo ajustado

$$Y_c = \frac{X}{0.0469 + 0.01347X + 0.00009X^2}$$

com um máximo

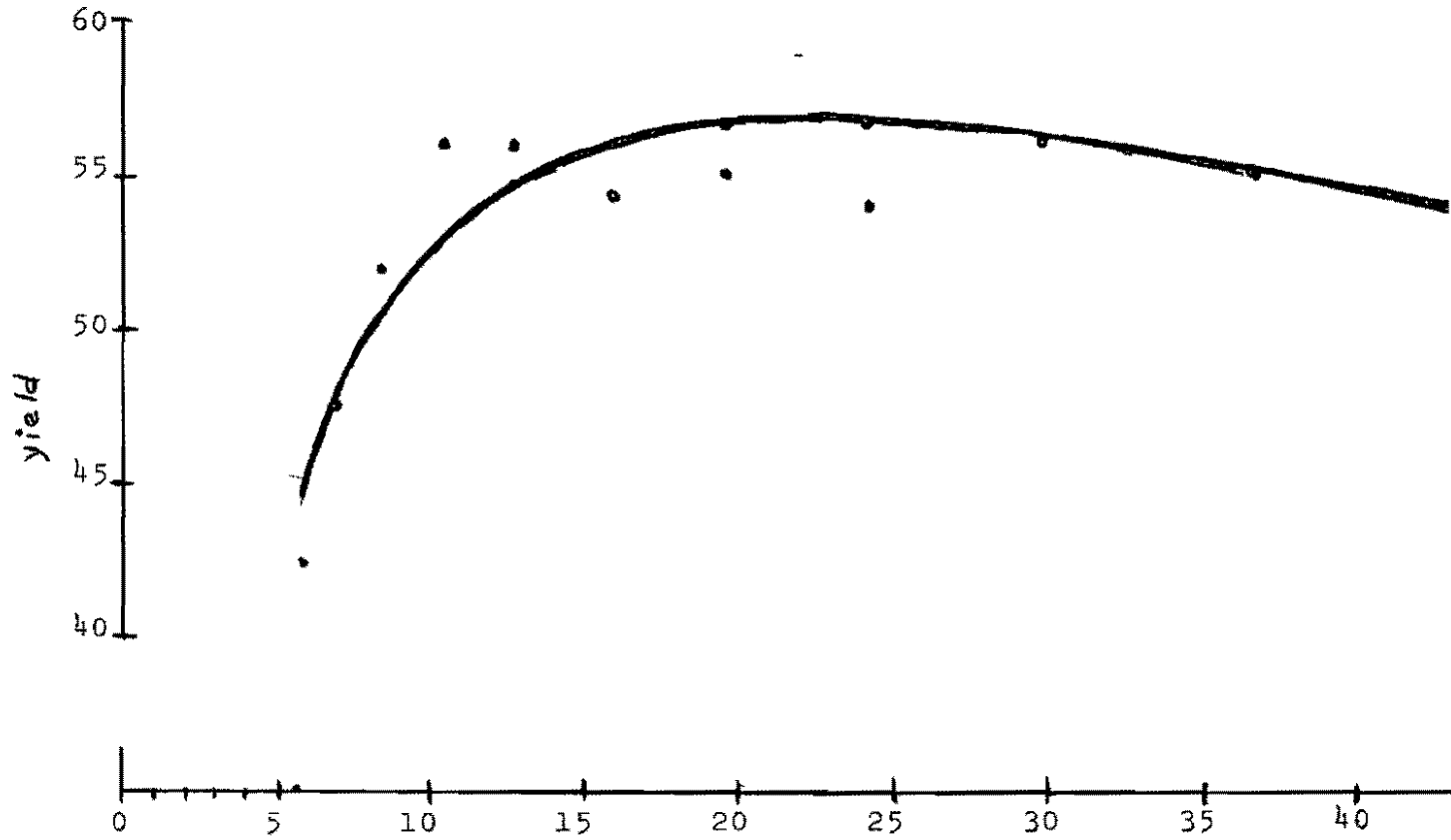
$$Y_{\max c} = \frac{1}{2 \sqrt{(0.0469)(0.00009) + 0.01347}} = 56.89$$

Isto conclui as análises estatísticas dos dados para uma análise com preensiva da superfície de resposta, consulte Dillon(7). O programa de computador para cálculos está disponível no CIAT (Biometria) para ser usado em mini-computador MONROE 1860.

A figura 4 inclui ambos os valores do rendimento observados e calculados para as densidades utilizadas nestes dados

VALORES OBSERVADOS E CALCULADOS POR RENDIMENTO

X	Y(ob)	Y(calc)
5 53	42 5	44 5
6 82	47 5	47 7
8 42	52 0	50 5
10 40	56 0	52 8
12 83	56 0	54 6
15 85	54 5	55 9
19 54	55 0	56 6
24 12	54 0	56 7
29 80	56 0	56 2
36 70	55 0	55 1
45 40	55 0	53 5



Densidades em unidades de 10^3 / Ha

Fig 4

Um outro método para descrever a superfície de resposta deverá utilizar médias móveis. Esta técnica pode ser encontrado na maioria das literaturas sobre métodos estatísticos.

LITERATURA

- 1 Bleasdale, J K A (1967) Expl Agric 5 73-85
- 2 Holliday, R (1960) Plant population and crop yield
Nature Vol 186 ,P 22
- 3 Milne, A (1959) The centric systematic area-sample
treated as a random sample Biometrics June, Page 270
- 5 Nelder, J A (1962)† New kind of systematic designs
for spacing experiments Biometrics, Sept Pag 283
- 6 Nelder, J A (1966) Inverse polynomials, A useful group
of multi-factor response functions Biometrics,
March, Pag 128
- 7 Richards, F S G (1961) A method of maximum likelihood
estimation J R Stat Soc B 23, 469-75
- 8 Dillon J L (1968) * Análisis de funciones de respuesta
University of New England, Australia
J Agric Austria (?)

* Este artigo provavelmente será publicado pela Universidade Católica de Chile As referencias fornecidas são para orientar os leitores na busca de bibliografias

CURSO ESPECIAL DE APERFEIÇOAMENTO PARA PESQUISADORES DE MANDIOCA

MÉTODOS DE EXPERIMENTAÇÃO

David L. Franklin
Biometria e Sistemas
Marco, 1974

O Método Científico

- 1 Fenômeno
- 2 Hipótese
- 3 Experimento
- 4 Resultado e Decisão

A finalidade dos Métodos de Probabilidade e Estatística é a de tomar decisões levando em consideração os riscos

O Bom Experimento

- 1 Simple
- 2 Preciso
- 3 Livre de erro sistemático
- 4 Ampla aplicação dos resultados
- 5 Risco Calculado

Fonte de risco

Em todo fenômeno biológico atua um grande número de factores que não se podem controlar (ou ainda observar) A ação destes factores se manifesta como uma desviação do sugerido pelas leis e teorias físicas e biológicas Diz-se que estas desviações (variação) são aleatórias O risco surge ao tomar decisões baseadas nas observações de um processo aleatório (ao azar)

PROCESSO DO EXPERIMENTO

- 1 Definir o problema em forma operacional
- 2 Objetivos do experimento Que informação se procura para ajudar a resolver o problema?
Declaração precisa do que se procura
- 3 Significação operacional de resolver o problema e de lograr os objetivos Isto ajuda na seleção do desenho e a asiguação de recursos
- 4 Especificação dos tratamentos
- 5 Seleção do material experimental
- 6 Selecao do projeto experimental
 - a) Simplicidade
 - b) Precisão
- 7 Seleção da unidade experimental e cálculo do número de repetições
- 8 Controles culturais e estatísticos
- 9 Formato da recoleção de dados
(livro de campo, esquema e croqui)
- 10 Plano de análise
- 11 Orientação do experimento
- 12 Análise e interpretação de resultados
- 13 Informe escrito
 - a) claro
 - b) correcto
 - c) completo

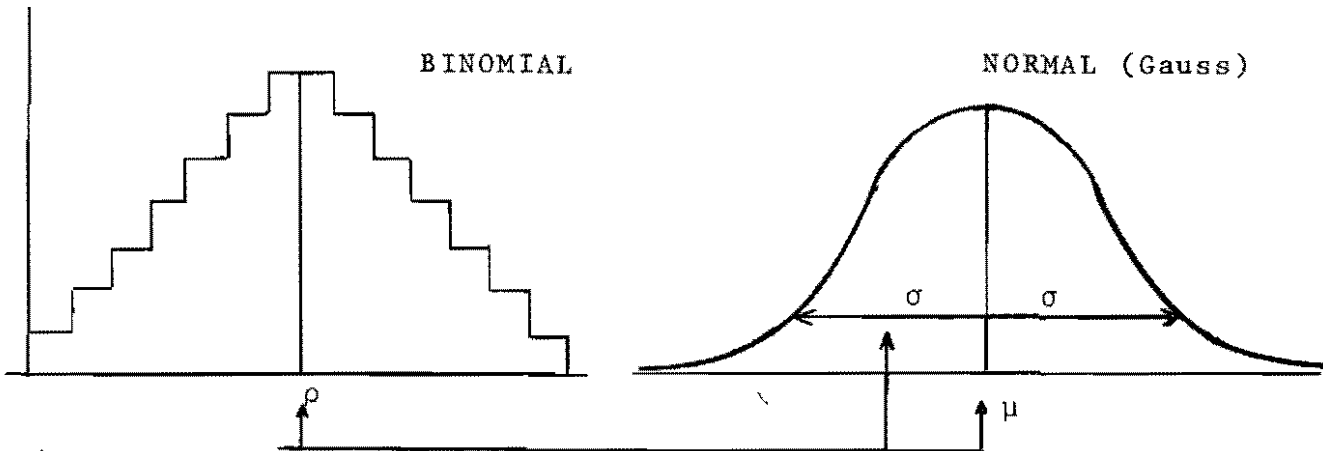
{2,4,6,8,10,12} se sintetizam no "Modelo Matemático"

PONTOS CHAVES DA ESTATÍSTICA

- 1 Designação aleatória de tratamentos
- 2 Repetição de tratamentos
- 3 Assessoria
- 0 primeiro permite a aplicação da teoria matemática de probabilidade e estatística
- 0 segundo dá precisão e amplia a faixa de generalização
- 0 terceiro reconhece que nem todos podemos ser espertos em todos os campos

DEFINIÇÕES

- 1 Variável (factor)
- 2 População
- 3 Amostra
- 4 Amostra aleatória
- 5 Variável aleatória
 - a) valores
 - b) distribuição de probabilidade



6 Parâmetros

A DISTRIBUIÇÃO NORMAL

1 É especificada completamente por dois parâmetros

μ = a média e σ = "desviação standard"

2 Função de densidade de probabilidade

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

3 Função de distribuição acumulativa

$$\int_{-\infty}^{\infty} P(x) dx = \text{probabilidade } (x \leq \alpha)$$

4 Propriedade de toda distribuição

$$\int_{-\infty}^{\infty} p(x) dx = 1 = \sum_{i=1}^{\infty} \text{probabilidade } (x_i)$$

5 Estimativa de parâmetros ESTATÍSTICA

$$\hat{\mu} = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad \hat{\sigma} = s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

6 Propriedade da distribuição $N(\mu, \sigma)$

$\{\mu \pm \sigma\}$ contém 68% da população

$\{\mu \pm 1.96 \sigma\}$ contém 95% da população

7 A $N(\mu, \sigma)$ estandarizada a $N(0, 1)$

$$Z = (\mu - x) / \sigma \rightarrow \mu_Z = 0, \sigma_Z = 1$$

8 Amostragem de $N(\mu, \sigma)$ gera

$$N(\mu, \sigma_{\bar{x}}) \quad \begin{array}{c} \hat{\sigma}_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}} \\ \uparrow \qquad \qquad \uparrow \\ \text{erro} \qquad \qquad \text{tamanho da amostra} \\ \text{standard} \end{array}$$

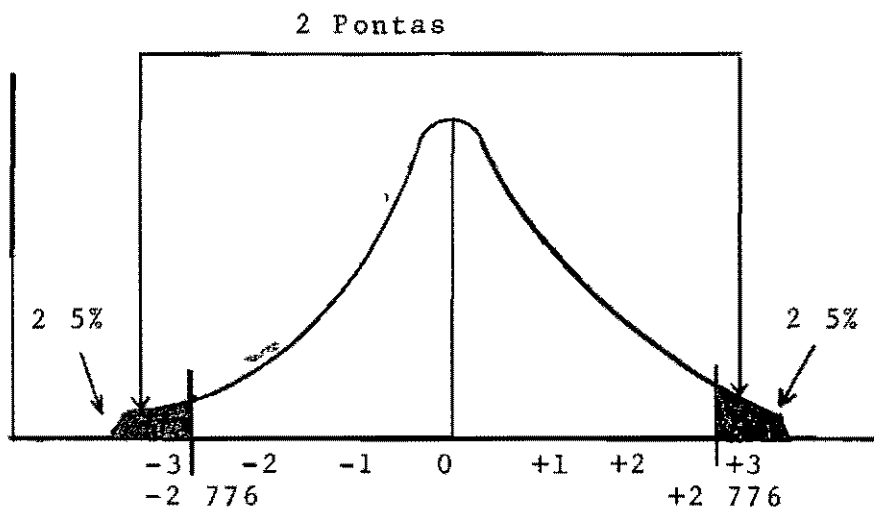
DISTRIBUICAO "t" DE STUDENT

1 $t = \frac{\bar{x} - \mu}{s / \sqrt{n}}$

2 Limites de "confiança"

$$\hat{\mu} = \bar{x} \pm \frac{t (s / \sqrt{n})}{\text{erro provável}}$$

3 Exemplo $n = 5$



$\{t \pm 2.776\}$ contém 95% de população
 $n \rightarrow \infty \{u_t \pm 1.96\}$ contém 95% de população

Isto e $t \rightarrow Z$ quando $n \rightarrow \infty$

4 Exemplo $\bar{x} = 3$ $s^2 = 2.5$, $n = 5$

$$\hat{\mu}_x = \bar{x} \pm t(\alpha = 0.05, n-1) \sqrt{\frac{s^2}{n}}$$

$$= 3 \pm 2.776 \sqrt{\frac{2.5}{5}} = \{4.96, 1.04\}$$

USO DE "t" PARA COMPARAR DOIS GRUPOS

Peso dos seis meses de duas raças de Porcinos

RAÇA 1	RAÇA 2
65	55
45	61
51	65
49	75
55	45
35	59
$\Sigma =$	$\Sigma =$

$$\bar{X}_1 = 50$$

$$\bar{X}_2 = 60$$

$$\hat{\sigma} = s_1 = s_2 = 10$$

$$n = 6$$

$$g \text{ de l} = 2 \text{ (n-1)} = 2(5)$$

$$t_{\text{tabla}} = t(\alpha = 05, 5) = 2.3$$

$$t_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{2 \cdot 5^2}{n}}} = \frac{10}{\sqrt{\frac{2 \cdot 100}{6}}} = 1.73 \leq t_{\text{tabla}}$$

DECISÃO " As duas raças não produzem diferentes pesos aos seis meses"

Risco de cometer erro = 0.5

Nível de confiança = 95%

PONTOS

- 1 Graus de liberdade
- 2 Hipótese

PROVA DE SIGNIFICANCIA ESTATÍSTICA

1 Hipótese Nula $H_0 \mu_1 = \mu_2$

2 Hipótese alternativa

a) $\mu_1 \neq \mu_2$ (duas pontas)

b) $\mu_1 > \mu_2$

c) $\mu_1 < \mu_2$

| 1 ponta

3 Nível de significancia estatística se fixa em função de

A Significancia operacional

a Biológica

b econômica

B Risco tolerável

4 $\alpha = 1\%, 5\%, 10\%$, são arbitrários, em alguns casos $20\%, 25\%$,
ou mais podem ser significativos, em outros nem $\alpha = .0001\% = \frac{1}{10,000}$

$\frac{1}{10,000}$

pode ser significativo Depende da perda provável se comete
um erro

5 α chama-se erro tipo I Probabilidade de não aceitar H_0 quando
 H_c é verdade

6 β erro tipo II Probabilidade (aceitar H_0 quando é falso)

$(1-\beta) = \text{PODER DE PROVA}$

DISTRIBUIÇÃO \tilde{F} (em honra ao S R A Fisher)

Usa-se pra provar $H_0 \quad \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_n$

Comparar n tratamentos

$$F = \frac{(\text{Diferenças entre médias de tratamentos})^2}{\text{VARIACÃO ALEATÓRIA}}$$

Para dois tratamentos $F = t^2$

Exemplo VARIEDADES DE FEIJÃO
(toneladas/hectáreas)

Variável A	1 9	1 4	1 5	1 7	2 0	8 5	1 7 = \bar{X}_A
Variável B	2 3	1 9	1 9	2 1	1 8	10 0	2 0 = \bar{X}_B
TOTAL	18 5					1 85 = $\bar{\bar{X}}$	

$s_A^2 = 65$, $s_B^2 = 40$

Variança agrupada $s^2 = (s_A^2 + s_B^2) / 2 = \underline{525}$

(Diferença entre médias de tratamentos)² = S C (tratamentos) =

$(1 7 - 1 85)^2 + (2 0 - 1 85)^2 = 45$

Recordar que $\frac{s}{\sqrt{n}} = \hat{\sigma}_{\bar{x}}$ então $\tilde{\sigma}_{\bar{x}}^2 = \frac{s^2}{n}$,

$F = S C \frac{(\text{tratamentos})}{\text{grau de liberdade}} = 4 29$

$$t = \frac{1.85 - 1.7}{\sqrt{\frac{.65}{5} + \frac{.4}{5}}} = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{\sqrt{\frac{s_A^2}{n} + \frac{s_B^2}{n}}} = 2.07$$

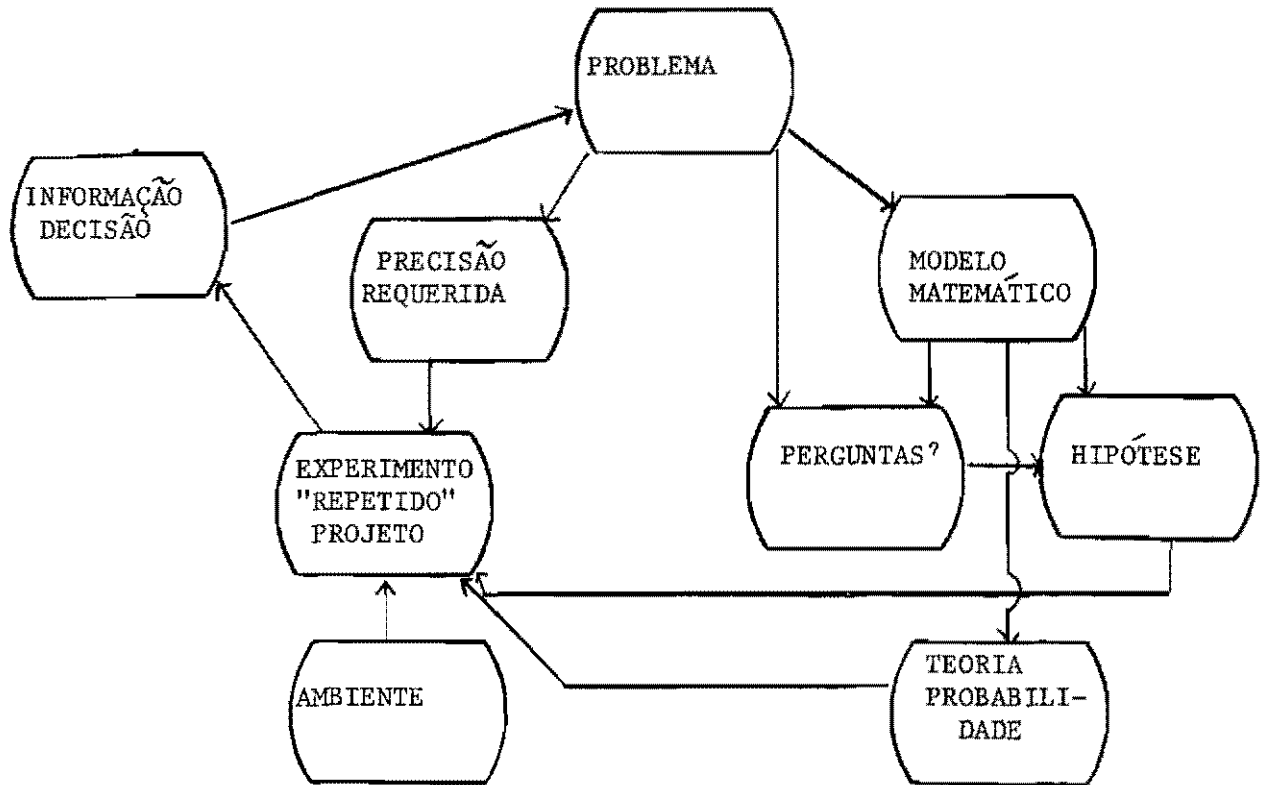
$$t^2 = (2.07)^2 = 4.29 = F$$

MÉTODOS PARA AUMENTAR PRECISÃO

- 1 Repetições porque
- 2 Seleção de tratamentos
- 3 Cuidado nos trabalhos e no registro de dados
- 4 Cuidadosa seleção de materiais e locais
- 5 Boa preparação da terra
- 6 Medições auxiliares

Análise de variância Comparação de médias de tratamentos em função de diferenças contra variação aleatória Utiliza-se a prova de F para detectar pelo menos uma diferença significativa (se existe) e alguma prova de "t" para fazer comparações específicas

FORMA EXPLICITA DE FAZER PERGUNTAS A NATURALIEZA



Modelo matemático para a prova t

$$y_{ij} = \mu + \pi_j + \varepsilon_{ij}$$

μ ← media global π_j ← efeito tratamento ε_{ij} ← erro aleatório

Hipótese nula

Prova $\frac{\sum \pi}{\sum \varepsilon} = t$

Cada projeto tem seu modelo que especifica a informação que se terá

0174

CURSO ESPECIAL DE APERFEIÇOAMENTO PARA PESQUISADORES DE MANDIOCA

EQUIPAMENTO DE ASPERSÃO

Por Juan Cárdenas
Octavio Franco
Jerry Doll

A utilização de produtos químicos no controle de ervas daninhas é um conceito novo relativo ao controle químico de insetos e enfermidades Os herbicidas diferem dos inseticidas e fungicidas por que devem ser aplicados mais uniformemente

Uma vez tomada a decisão de usar herbicidas, é necessário conhecer os princípios de aplicação e que tipo de aspersor deve ser utilizado. Existem vários tipos de aspersores, cada um com suas vantagens e desvantagens e é importante saber qual desses tipos se adapta melhor à sua fazenda e plantação.

Por aspersão de herbicidas entende-se a distribuição uniforme do produto sobre uma área determinada, o que se realiza por meio de aspersores. Para a obtenção de uma aspersão uniforme é necessário

- 1 Equipamento de aspersão em bom estado
- 2 Calibração correta
- 3 Operário de trator com experiência
- 4 Terreno bem preparado
- 5 Condições ambientais favoráveis
- 6 Conhecer o produto antes de sua aplicação

A quantidade de líquido a ser utilizado varia se a aspersão se aplica ao solo (em pre-emergência) ou sobre a folhagem (em pós-emergência). Entretanto, dentro de certos limites, a quantidade de água aplicada por unidade de superfície não é de importância crítica. É mais importante obter uma aspersão uniforme.

APLICAÇÃO DE HERBICIDAS

A maioria dos herbicidas se aplicam como líquidos, já seja em forma de pós molháveis (PM) em suspensão, como sais em solução ou como emulsões concentradas (EC) em solução. Ademais, alguns herbicidas são formulados em grãos, os quais se aplicam em seco.

A aplicação de herbicidas pode ser por via terrestre ou aérea de acordo às necessidades e conveniências do caso

Qualquer que seja o método de aplicação é imprescindível uma calibração exata

A continuação enumeramos as vantagens e desvantagens de aplicações terrestres e aéreas

APLICAÇÕES TERRESTRES

Vantagens

- 1 Favorável em áreas não acessíveis à aplicação aérea
- 2 Favorece o uso de herbicidas que requerem incorporação imediata
- 3 Quando a folhagem é densa e se requer cobertura total, é mais efetiva a aplicação terrestre que a aplicação aérea (especialmente com herbicidas de contato)
- 4 Facilita as aplicações por faixas
- 5 Permite aplicações localizadas e dirigidas
- 6 Apresenta menor risco de causar danos a cultivos adjacentes ou contaminação de fontes de água
- 7 A aplicação terrestre é menos afetada pelo vento ou correntes convecionais de ar quente
- 8 Não há limitações de herbicidas ou misturas devido a doses altas e/ou baixa solubilidade

Desvantagens

- 1 As aplicações terrestres requerem mais tempo de aplicação
- 2 São suscetíveis a condições do ambiente tal como umidade excessiva depois das chuvas
- 3 Exigem boa experiência do operário
- 4 Em alguns cultivos extensos como o arroz irrigado, a aplicação terrestre é limitada
- 5 Requerem grandes quantidades de água (150 a 500 litros por hectare)
- 6 Podem causar danos mecânicos ao cultivo durante aplicações em pós-emergência
- 7 Aplicações com trator produzem compactação do solo

APLICAÇÕES AÉREAS

Vantagens

- 1 Facilitam a aplicação em áreas extensas em pouco tempo
- 2 Requerem baixos volumes de água (80 litros por hectare ou menos)
- 3 São preferíveis em áreas acidentadas ou com vegetação densa onde é difícil a aplicação terrestre
- 4 Permitem fazer aplicações oportunas já que as condições do solo não são tão críticas como as requeridas na aplicação terrestre
- 5 Não causam danos mecânicos ao cultivo

Desvantagens

- 1 Volumes excessivos de água por hectare podem limitar seu uso devido ao custo de aplicação. Por outra parte, o volume de água a ser utilizado para herbicidas ou misturas está determinado por doses altas e/ou baixa solubilidade.
- 2 Com herbicidas de contato o volume de água requerido pode tornar pouco prática a aplicação aérea por ser anti-econômico.
- 3 Não se adaptam à aplicação de herbicidas que requerem incorporação imediata.
- 4 A área de aplicação deve estar livre de obstáculos como fios de electricidade, árvores, postes de luz, casas ou povoados.
- 5 Podem prejudicar cultivos vizinhos suscetíveis.
- 6 As aplicações aéreas são totais e não podem ser localizadas ou em faixas.
- 7 Devido à velocidade de aspersão e ao baixo volume de água empregado, os erros de calibração aumentam.
- 8 A aplicação requer o uso de bandeiras.

Como podemos apreciar, ambos sistemas de aplicação apresentam suas vantagens e desvantagens, sendo necessário determinar cuidadosamente a aplicação que melhor se adapte às diferentes situações, levando sempre em conta três aspectos principais: economia, efetividade e segurança.

Na aplicação de herbicidas é muito importante usar água de boa qualidade, já que ademais de alterar a efetividade do produto, afeta o funcionamento e desgaste do aspersor. Sempre deve-se usar água limpa e de boa qualidade.

O uso de surfactantes em aplicações pós-emergentes não pode ser feito indiscriminadamente. Sempre deve-se seguir as recomendações da casa distribuidora, já que os surfactantes são caros e podem apresentar toxicidade ao cultivo ou controle menos eficiente.

A quantidade de água a ser utilizada por unidade de superfície varia de acordo com o método de aplicação (terrestre ou aéreo) e a solubilidade do produto ou produtos. Em alguns casos, ajustando a velocidade de aplicação, o tamanho do orifício por onde sai o líquido e a pressão, pode-se aplicar um volume de 10 litros/ha obtendo-se assim uma distribuição de 15 gotas/10cm². Estas gotas são de suficiente tamanho como para não apresentar sério perigo de ser varridas pelo vento. Em geral, as aplicações de menos de 30 litros por hectare são consideradas de baixo volume e aquelas que utilizam mais de 30 litros/ha são consideradas de alto volume.

Para aplicações terrestres pre-emergentes dirigidas ao solo recomendam-se volumes de 150 a 300 litros/ha. Em geral, recomenda-se de 150 a 300 litros/ha para aplicações terrestres pre-emergentes dirigidas ao solo e de 200 a 400 litros/ha para as aplicações terrestres pós-emergentes dirigidas à folhagem.

Quanto às aplicações aéreas, deve-se seguir as recomendações da casa distribuidora do produto. Um volume inferior ao recomendado não proporciona uma cobertura uniforme, enquanto um volume muito superior exige que se esteja enchendo o tanque com frequência.

Uma quantidade excessiva de água significa controle deficiente já que uma vez umdecida a folhagen, o excesso de líquido cai ao solo onde não exerce nenhuma influência

TIPOS E COMPONENTES DE ASPERSORES TERRESTRES

Para que qualquer instrumento de aplicação funcione e possa ser considerado como aspersor, deve preencher os seguintes requisitos

- 1 A descarga do material deve ser uniforme e de fácil controle
- 2 O herbicida deve ficar uniformemente distribuído sobre a superfície tratada
- 3 A calibração deve ser tão fácil que permita a aplicação de doses determinadas sob diferentes condições
- 4 Seu manejo deve ser simples, seu transporte fácil e deve permitir uma manutenção adequada

Todo tipo de aspersor é formado pelos seguintes componentes TANQUE, FONTE DE PRESSÃO E SISTEMA DE DESCARGA Entre os diferentes tipos de aspersores, os mais simples são os de mão, nos quais a pressão é obtida por gravidade A seguir discutiremos os diferentes tipos de aspersores, seus componentes, vantagens e desvantagens

ASPERSORES OU BOMBAS COSTAIS

Existem diversos tipos de aspersores costais, os quais diferem entre si principalmente pela capacidade de manter uma pressão constante Em alguns, a menos que possuam regulador, a pressão diminui à medida que se realiza a aplicação Outros possuem adaptações que permitem ao operário manter a pressão bombeando constantemente ao fazer a aplicação (ex bombas de diafragma) Este tipo de bombas funciona por meio de uma câmara de ar que permite manter a pressão alta e constante, o que alimenta o resto do tanque sem ser afetado pela quantidade de líquido que ainda sobra no mesmo

Em geral, as bombas costais têm uma capacidade de 5 a 20 litros e operam a uma pressão de 40 a 60 libras e devem ser enchidas até 3/4 de sua capacidade para permitir suficiente pressão no tanque É importante abrir cuidadosamente o tanque da bomba ao terminar a aplicação pois é possível que fique ainda algum líquido sob pressão As aplicações feitas com este tipo de bomba geralmente se realizam a uma velocidade de 2 a 2 e meio KPH de acordo com a capacidade do operário topografia, tipo de aspersão e tamanho do aspersor

A Uniformidade da aspersão com bombas costais depende de

- 1 O operário
- 2 Tipos do bico por onde sai o líquido
- 3 Topografia e condições do terreno
- 4 Pressão

Quanto às vantagens, estes aspersores apresentam as seguintes

- 1 Simplicidade e facilidade de operação
- 2 Baixo custo
- 3 Facilidade de manutenção
- 4 São especiais para aplicações localizadas
- 5 Podem ser usados em lugares não acessíveis à maquinária
- 6 Facilidade de transporte
- 7 Perigo mínimo a cultivos vizinhos suscetíveis

Entre as desvantagens anotamos as seguintes

- 1 Dificulta o controle da pressão, requer bombeamento seguido
- 2 A calibração e a uniformidade de aplicação são mais difíceis já que influem condições de ambiente e de topografia sobre o estado de ânimo do operário. Como consequência deve-se ter cuidado para não aplicar sobredoses, o que aumentaria o perigo para o cultivo, resultando em desperdício do produto e de tempo e aumentando as possibilidades de resíduos tóxicos para os cultivos de rotação. Por outro lado, doses baixas significam controle baixo ou nulo
- 3 Não possuem sistemas de agitação
- 4 Seu uso é lento e limitado a áreas pequenas
- 5 Geralmente requerem elevados volumes de água para assegurar uma distribuição uniforme
- 6 São cansativas, principalmente se são bombas grandes
- 7 Permitem um contato mais direto entre o operário e o herbicida

Os aspersores costais devem ter os seguintes componentes para assegurar seu uso correto

- 1 Filtro do tanque
- 2 Bomba de ar ou de pressão
- 3 Tanque
- 4 Manômetro - visível para o operário
- 5 Regulador de pressão
- 6 Chave de registro
- 7 Tubos ou barras de aspersão
- 8 Filtros e bicos

Igualmente, deve-se levar em conta o tamanho ótimo do aspersor em relação ao operário, ao nível do terreno, ao tipo de aspersão, à área, à uniformidade desejada, etc. Realmente não se justifica comprar bombas grandes se o operário vai se cansar em pouco tempo ou se a topografia dificulta seu transporte. Também é importante proteger o operário dos produtos tóxicos e limitar o tempo de aspersão por operário.

O manômetro deve estar em lugar visível para o operário sendo o lugar mais adequado perto do registro. O regulador da pressão deve ser capaz de proporcionar uma pressão entre 20 e 60 libras (1,4 a 4,2 quilogramas). A manqueira de descarga deve ser flexível e suficientemente comprida para que o operário possa agilizar a operação. A chave do registro deve ser efetiva, de fácil manejo e

que permita controlar o gotejamento na aspersão. O tubo de aspersão não deve ser pesado mas sim resistente. Os bicos devem estar equipados de filtros para evitar que os orifícios dos mesmos se obstruam. Para aplicações de pós molháveis, recomenda-se que o filtro seja de 50 malhas por polegada. Quando os bicos possuem um orifício muito pequeno ou quando são aplicados herbicidas líquidos, recomenda-se filtros de 100 malhas.

Os aspersores costais são de grande utilidade e servem de complemento a outros tipos de equipamento.

ASPERSORES DE TRATOR

Os aspersores de trator podem ser de dois tipos: montados no trator ou arrastados pelo mesmo.

O limite de água para aspersores montados geralmente é de 400 litros, enquanto para os aspersores arrastados pode ser de maior capacidade. Ambos tipos possuem os mesmos componentes:

- 1 Tanque
- 2 Sistema de agitação
- 3 Conduto de retorno
- 4 Filtro de sucção
- 5 Bomba
- 6 Manômetro
- 7 Regulador de pressão
- 8 Chave de registro
- 9 Barras de aspersão
- 10 Bicos com filtros
- 11 Filtro da tubulação (Ver fig 1)

- 5 Extensão do campo
- 6 Volume de aplicação por hectare
- 7 Condições do terreno

Quanto maior é o tanque, maiores devem ser os pneus, melhores as condições do solo, possuir sistema de agitação adequado, com a desvantagem de que pode ocasionar maior compactação do solo

Quanto à agitação, deve haver um sistema adequado e funcional já que uma agitação mal feita causa "zonas mortas" nas quais pode se apresentar uma sedimentação do produto. Ao contrário, demasiada agitação (muito rápida ou violenta) origina espuma excessiva porque tende a incorporar ar à solução. Se isto ocorre e causa um problema sério pode-se fazer o seguinte: verificar separadamente a compatibilidade do herbicida com o espumante (querosene) e se resulta positivo agregar 1/2 litro de querosene por cada 400 litros de solução. Se a quantidade de espuma é devida ao excesso de surfactante este será neutralizado ao ter que emulsificar o querosene.

Existem dois tipos de agitação mecânica e hidráulica. A melhor é a agitação mecânica, já que mistura melhor e é mais efetiva para emulsões com um alto teor de azeites e para pós molháveis. Há dois métodos de agitação mecânica por pás e por hélice.

A agitação mais comum é feita por meio de pás as quais possuem uma extensão aproximada correspondente à metade do comprimento do tanque. Estas pás aderidas a um eixo horizontal giram com ele. Quanto à agitação por hélice, estas se encontram nos extremos do tanque e ali realizam seu movimento.

O outro tipo de agitação bastante comum é o hidráulico. Este sistema consiste em fazer circular novamente o líquido antes de chegar ao regulador de pressão e depois de passar pela bomba. Esta nova circulação é feita através da mangueira de retorno que deve chegar até o fundo do tanque e proporcionar assim uma boa agitação, sem a formação de espuma. Este tipo de agitação requer mais energia e é essencial a forma como está colocada a mangueira de retorno para obter uma boa agitação.

Mangueiras

Existem duas qualidades de mangueiras de sucção e de retorno. As de sucção conduzem o líquido do tanque às barras de aspersão, passando pela bomba enquanto as de retorno servem para conduzir novamente ao tanque, o excesso de líquido conduzido pelas mangueiras de sucção. Desta maneira aliviam o excesso de pressão e criam agitação hidráulica.

O material das mangueiras geralmente é de borracha ou plástico e deve ser flexível e resistente a diferentes pressões e à corrosão. Ao utilizar solventes orgânicos, deve-se procurar que o contato seja mínimo.

Filtros

Servem para remover impurezas que podem causar desgaste excessivo à bomba e tapar os bicos.

Em geral os aspersores devem ter 4 filtros

- 1 Filtro do tanque - filtra a água ao ser enchido o tanque
- 2 Filtro da mangueira de sucção - filtra a água entre o tanque e a bomba
- 3 Filtro das barras de aspersão - filtra a água entre bomba e as barras de aspersão
- 4 Filtro do bico - protege os orifícios do bico Quanto menor é o orifício, menor é a malha do filtro En geral, usa-se filtros de 50 malhas e para os bicos com orifícios pequenos, filtros de 100 malhas Quando se trata de emulsões e soluções pode-se usar filtros de 50 ou 100 malhas mas para pós molháveis deve-se usar filtros de 50 malhas

Como os filtros protegem os aspersores, exigem muito cuidado e limpeza Use-os e limpe-os devidamente

Bomba

A bomba é o componente que cria a pressão utilizada na aspersão Existem dois tipos de bombas de deslocamento positivo (ex bombas de rolo) e de deslocamento negativo (ex bombas centrífugas) Em geral, as bombas de deslocamento positivo podem ser acionadas por meio da energia do trator, enquanto que as de deslocamento negativo ou de sucção requerem propulsão por um motor independente

As bombas centrífugas criam pressão devido à alta velocidade desenvolvida pelo líquido que está submetido à força centrífuga Este tipo de bomba tem a vantagem de ser barato e resistente a materiais abrasivos, ademais, devido à sua capacidade de fluxo, proporciona suficiente força para a agitação hidráulica Entre suas desvantagens anotamos a de requerer um motor independente (não opera com a energia do trator) e altas velocidades

Este tipo de bomba deve ficar abaixo do tanque para que o líquido chegue a ela por gravidade

As bombas de deslocamento positivo (de engrenagens, de rolos, de pistão e de diafragma) podem ser propulsadas pela energia do trator Cada tipo de bomba tem seu uso particular e ao comprar o aspersor deve-se considerar uma série de fatores tais como o tipo de aspersão, o volume de aspersão, o tamanho das barras de aspersão, a pressão desejada, o custo, a manutenção etc Na tabela 2, apresentamos algumas características das bombas

TABELA 2

TABELA 2

Tipo de Bomba	Capacidade L/min	Limites de pressão lb/polg ²	Vantagens	Limitações
pistão	10-40	0-1000	serve para todas as formulações, produz pressões altas, resistente ao desgaste, fácil de consertar	cara, pesada
engrenagen	0-250	0-200	barata, produz pressões médias	volume baixo, vida curta, não satisfatória para pós molháveis
de rolos	20-200	5-150	durável, volume médio e pressão fácil de consertar.	a pressão se produz com o uso de pós molháveis
centrífuga	0-375	0-65	serve para todas as formulações, não se gasta com produtos abrasivos, volume alto	necessita motor, produz pressões baixas
diafragma	10-40	0-100	não se desgasta com produtos abrasivos, fácil de consertar, preço médio, produz pressões médias	volume baixo, diafragma de borracha não resiste a óleos minerais

Quando o sistema de agitação é hidráulico, a bomba deve produzir uma descarga maior que a requerida para a aspersão. Em geral, se requer uma descarga de 12 a 50 litros por minuto para obter uma boa agitação. Desta maneira, se requer uma descarga de 200 litros por hectare com uma barra de aspersão de 8 metros de comprimento, com cobertura simples e uma velocidade de 5 KPH (cobre 4 hectares por hora), a capacidade de descarga deverá ser de 800 litros/hora ou 13 litros por minuto. A isto, agregamos a necessidade de 12 a 50 litros/minuto para a agitação, obtendo-se assim uma capacidade final da bomba para descarregar de 25 a 63 litros por minuto. Ao comprar a bomba, deve-se preferir uma que descarregue um pouco mais do desejado e assim obter

- 1 Suficiente pressão que assegure a uniformidade desejada
- 2 Agitação hidráulica adequada
- 3 Uma compensação ao baixo poder da bomba ocasionado pelo desgaste

Manômetro

É instrumento que indica a pressão e é imprescindível para poder ajustar a pressão em forma exata. Deve estar localizado entre o regulador de pressão e a barra de aspersão, o mais perto possível desta e que possa facilmente ser visto pelo operário. Deve-se manter sempre um bom estado de limpeza e manutenção.

Regulador de pressão

Permite ajustar a pressão a níveis constantes e uniformes. Os equipamentos para aspersões com baixa pressão são mais baratos, permitem a redução por desgaste e a varrida pelo vento e oferecem a possibilidade de usar bicos com orifício maior ou um maior número de bicos.

Quanto à aspersão, o tamanho da gota está influenciado pela pressão, pelo tamanho do orifício do bico, pela sua posição, pelas propriedades da solução e pelas condições ambientais. Quanto mais alta é a pressão e menor o orifício, as gotas produzidas terão menor diâmetro. Se as soluções são densas, produzirão gotas de maior tamanho.

Em geral, com bicos tipo "tee-jet" em forma de leque, recomenda-se pressões entre 20 e 40 libras por polegada quadrada, pressões maiores ou menores que estes limites podem afetar a forma do leque.

Chave do registro

A iniciação e o término da aspersão são controlados por esta chave que regula a direção do fluxo. Durante a aspersão, permite o fluxo do tanque até os bicos e durante a sucção (ao término da pressão), permite o fluxo das barras ao tanque. Igualmente, evita o gotejamento ao terminar a aspersão. Quando o conjunto de barras aspersoras está composto de várias barras em seções, é importante que a chave do registro possa controlar as diferentes seções individualmente. Muitas chaves de registro possuem uma seção para fazer as conexões necessárias, facilitando assim as aplicações localizadas.

Barras de aspersão

É a unidade que suporta os bicos. Deve ser forte e sua altura fácil de ajustar para poder alcançar a cobertura desejada, adaptando-se ao cultivo e ao tipo de erva. O tamanho das barras depende de área de aspersão, topografia, tempo disponível e cultivo. Recomenda-se que o comprimento não exceda os 18 metros e que cada uma possa ser manejada independentemente na chave do registro. Devem ter um controle independente e na extremidade algo que facilite a drenagem.

É de suma importância que as barras se encontrem na altura recomendada porque se é maior, a aspersão será mais suscetível a ser varrida pelo vento e mais provável a aplicação de uma sobredose, e se é menor, podem ficar *falhas* e haver interferência de obstáculos no terreno.

A altura da barra de aspersão depende de

- 1 Cobertura desejada (simples ou dupla)
- 2 Distância entre bicos

Se se deseja cobertura dupla com um tipo de bico que está produzindo cobertura simples a uma altura X, as barras devem ser elevadas a uma altura de 2X. Se com os mesmos bicos e as mesmas barras é possível dobrar o número de bicos, a cobertura dupla é obtida sem mudar a altura das barras de aspersão.

Em caso de não ser possível ajustar a altura, pode-se mudar os bicos por outros de ângulos diferentes. Por exemplo, os seguintes bicos, com espaço de 50 metros entre si, devem estar nas seguintes alturas para poder realizar cobertura simples:

Ângulo de Aspersão	Altura das barras
65	53 a 58 cm
73	51 a 56 cm
80	43 a 48 cm

A regra geral para mudar a cobertura de simples para dupla sem mudar a altura é mudar o ângulo por outro 1,5 vezes mais amplo. Ex: Se se tem um ângulo de 80° e se deseja obter uma cobertura dupla mantendo a mesma altura das barras aspersoras, deve-se usar um bico com ângulo de 120°. Para evitar a aplicação de sobredose, é preciso ter cuidado com as coberturas duplas no momento da calibração. As coberturas duplas cobrem melhor o terreno e são ideais para aplicações de herbicidas à folhagem, principalmente de herbicidas de contato.

Bicos

Os bicos são de grande importância já que são o último componente de controle da aspersão. Sua função consiste em converter o líquido em gotas de aspersão e distribuí-las em forma determinada e uniforme.

Existem diversos tipos de bicos e os mais comuns são cone sólido, cone ôco, leque plano e leque uniforme (even spray) e outros para usos especiais (tabela 3). Para a aplicação de herbicidas se utiliza os bicos em forma de leque devido ao fato de que proporcionam uma cobertura mais uniforme e maior força de descarga do líquido que os outros tipos. Os bicos em forma de cone são melhores que os de leque para a aplicação de herbicidas quando o volume de água por hectare é inferior a 30 litros. Os bicos em forma de leque requerem uma pressão mínima de 10 a 20 polegadas quadradas de acordo ao tamanho do orifício. Para aplicações localizadas ou em terrenos com obstáculos empregam-se tipos de bicos.

TABELA 3 Tipos de bicos e suas características

Tipo	Exemplo de "Tee-jet"	Uso	Pressão recomendada lb/polg ²	Tipo do padrão de aspersão
leque	8003	preemergência e pósemergência para herbicidas, controle de arbustos	15-40	gotas de tamanho médio, os leques devem cruzar-se um pouco
aplicação uniforme	8002-E	aplicações em faixas	15-40	volume uniforme sobre todo o leque, não se necessita sobreposição com outro bico
cones cheios e ôcos	TXI e D2-23	inseticidas e fungicidas	60	leque circular, gotas finas e numerosas
"flood-jet"	TK 2	preemergência e pósemergência	5-20	gotas grandes, ângulo de aspersão largo, bico perto do solo
aspersão lateral (off-center)	3/4 TOC-20	para regar em cercas, declives, etc	30-60	de ampla aspersão lateral

Ao selecionar os bicos para seu aspersor faça-o procurando aqueles tipos que descarreguem um volume adequado de água por hectare a uma pressão adequada para evitar um desgaste desnecessário do equipamento. Lembre-se que a descarga de água também pode ser controlada regulando a distância entre os bicos, a velocidade de aplicação e a pressão.

Os bicos em forma de leque diferem entre si pelo ângulo de aspersão e a capacidade de descarga ou tamanho do orifício. A seguir mostramos alguns exemplos de descarga de bicos.

Dois tipos de bicos: A os de leque plano e B os de aplicação uniforme.

A aspersão dos bicos em forma de leque plano deve estar superposta

Os bicos em forma de leque uniforme produzem um volume mais uniforme através de toda a superfície do leque. Este tipo de bico é especial para as aplicações em faixas onde não é necessário uma sobreposição uniforme com outro bico.

Os bicos especiais são bicos de ângulos irregulares, que permitem aplicações em cercas, declives, etc.

Ex

(tipo off-center ou
aspersão lateral)

Os bicos mais comuns como os "tee-jet" têm números que designam seu ângulo de aspersão e capacidade de descarga. Por exemplo, bicos 8002-E indicam que o ângulo de aspersão é de 80° e que a descarga é de 40 libras/polegada quadrada e a pressão de 0,2 galões por minuto. A letra E indica leque uniforme (E= even).

O tamanho da gota de aspersão pode ser controlado de diferentes maneiras

- 1 Alterando o tamanho dos orifícios (mesma pressão)
- 2 Com maior ou menor pressão

Para mudar o tamanho da gota é preferível mudar o tamanho do orifício em vez de alterar a pressão, já que para reduzir o tamanho da gota em 50 por cento se necessita aumentar a pressão quatro vezes.

Deve-se sempre iniciar a temporada de aspersão com bicos novos e estes devem ser mudados por outros depois que tiverem trabalhado 200 hectares. Os bicos podem ser dos seguintes materiais: aço inoxidável, cobre-estanho (brass), nylon ou alumínio. Os mais comuns são os de cobre-estanho.

Ao serem empregados pós molháveis, o fluxo deste tipo de bico pode aumentar em 20 por cento depois de 48 horas de uso ou mais e o que é mais importante, o padrão da aspersão pode mudar em forma não uniforme.

Conclusão

Conhecendo todos os componentes do seu aspersor se facilitará o uso, a calibração e a manutenção obtendo assim maiores vantagens de seu equipamento.

MANUTENÇÃO DOS ASPERSORES

Antes de usar o aspersor, lave-o cuidadosamente para tirar todo o pó e sujeira que tenham se acumulado no tanque, nas mangueiras, nas barras de aspersão e nos bicos. Lave todos os bicos e filtros primeiro numa solução com detergente e logo com querosene utilizando para isso uma escova de dentes.

Depois de usado, lave-o bem para eliminar os resíduos que possam afetar o seu aspersor pela ação corrosiva ou pela toxicidade a outros cultivos.

Para a lavagem de aspersores que foram usados com herbicidas de formulação tipo emulsão ou quando se empregaram detergentes, surfactantes ou óleos com pós molháveis ou soluções, adicione no tanque uma solução de amoníaco a 1 por cento ou uma solução de soda cáustica a 0,2 por cento.

Depois de encher o tanque circule a solução por todos os componentes de aspersor: tanque, mangueiras, bicos, etc.

Depois de despejada a solução, encha o tanque com água e detergente para o caso de emulsões e só com água para o caso de pós molháveis e soluções, circulando e agitando por 15 minutos. Enxague com água.

Para a lavagem de aspersores que foram utilizados com herbicidas hormonais (2,4-D, 2,4,5-T, etc.) encha o tanque com água e agregue amoníaco, acetona ou álcool etílico na proporção de uma parte de solvente por 50 de água. Termine de encher o tanque e faça circular a solução pela mangueira de retorno permitindo que saia um pouco pelos bicos. Apague o motor e deixe que a solução permaneça aí durante a noite. No dia seguinte passe toda a solução pelos bicos. Logo, encha o tanque com água fazendo-a passar pelas barras de aspersão sem bicos nem filtros. Esta última operação deve ser feita ou três vezes consecutivas.

ARMAZENAMENTO DOS ASPERSORES

- 1 Lave o aspersor por dentro e por fora com detergente e com um pouco de azeite.
- 2 Separe as mangueiras e guarde-as em lugar fresco e ventilado sem dobrá-las.
- 3 Assegure-se de que não fica resto de líquido no tanque, nas mangueiras, na bomba, nos filtros e nas barras de aspersão.
- 4 Desarme os bicos, limpe-os e guarde-os.

CURSO ESPECIAL DE APERFEIÇOAMENTO PARA PESQUISADORES DE MANDIOCA

A ANÁLISE DE VARIANCA

David I. Franklin

Modelo Matemático

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + e_{ij} \quad \begin{matrix} i = 1, 2, \dots, r \\ j = 1, 2, \dots, r \end{matrix}$$

Y_{ij} = Característica em estudo observada na parcela j , com o tratamento i

τ_i = Efeito do tratamento i .

μ = Média global

e_{ij} = Termo de erro experimental correspondente ao tratamento i na parcela j

Suposições

1 A variação aleatória dentro dos tratamentos é a mesma para todos

2 $e_{ij} \sim N(0,1)$ Normal $\mu = 0, \sigma^2 = 1$

3 $\sum_{i=1}^r \tau_i = 0$

Estimativa de parâmetros

$\mu = \frac{1}{r} \sum_{j=1}^r \frac{\sum_{i=1}^r X_{ij}}{r}$, estima a média geral μ

$\tau_i = Y_i - \hat{\mu}$, estima o efeito de tratamento τ_i
 , onde $Y_i = \frac{1}{r} \sum_{j=1}^r Y_{ij}$

$$e_{ij} = Y_{ij} - \mu - \tau_i$$

$$F = \frac{\frac{1}{r-1} \sum (Y_i - \hat{\mu})^2}{\frac{1}{r(r-1)} \sum_j \sum_i (Y_{ij} - \hat{\tau}_i)^2} = \frac{\hat{V}(\tau)}{\hat{V}(e_{ij})}$$

ANÁLISE ESTATÍSTICO DOS DISENHOS EXPERIMENTAIS

1 Completamente ao azar

Exemplo

TRATAMENTOS	REPETICOES				TOTAL
	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	
T ₁	10	12	9	9	40
T ₂	12	11	14	13	50
T ₃	8	15	9	8	40
T ₄	13	14	7	6	40
TOTAL	43	52	39	36	170

$$r = 4 \quad t = 4$$

$$\begin{aligned} \text{Termo de correção} = C &= \frac{X^2}{rt} = \frac{(\sum_{ij} X_{ij})^2}{rt} \\ &= \frac{(170)^2}{4 \times 4} = 1.806,25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Soma Quadrados Total} &= \sum_{ij} X_{ij}^2 - C \\ &= 1.920 - 1806,25 = 113,75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Soma Quadrado Tratamento} &= \frac{\sum X_j^2}{r} - C \\ &= \frac{(40)^2 + (50)^2 + (40)^2 + (40)^2}{4} - C \\ &= \frac{7.340}{4} - 1806,25 = 18,75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Soma Quadrado erro} &= S C \text{ TOTAL} - S C \text{ TRATAMENIOS} \\ &= 113,75 - 18,75 = 95,00 \end{aligned}$$

$$\text{Quadrado Médio} = \frac{S C.}{G L}$$

$$F = \frac{CM \text{ TRAT}}{CME}$$

A N O V A

FONTE DE VARIACÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F CALCULADO	F TÁBUAS	
					5%	1%
Tratamento	t-1=3	18,75	6,25	0,79	3,49	5,95NS
Erro	t(r-1)=12	95,00	7,92			
Total	(tr-1)=15	113,75				

Não há diferença significativa entre tratamentos

ii Blocos completos ao Azar

Modelo Matemático

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + B_j + e_{ij}$$

Y_{ij} = Característica em estudo observada no bloco j, com o tratamento i

μ = Média global

τ_i = Efeito do tratamento i

B_j = Efeito do bloco j

e_{ij} = Termo de erro correspondente ao bloco j com o tratamento i

Exemplo

Tomando o mesmo exemplo anterior mas levando em conta que neste caso as "r" são consideradas como blocos

Termo de correção = $C = \frac{X^2}{rt}$

$$= \frac{(170)^2}{4 \times 4} = 1806,25$$

Soma Quadrado Total = $\sum_{i,j} X_{ij}^2 - C$

$$= (10)^2 + (12)^2 + (8)^2 + (6)^2 - C$$

$$= 1920 - 1806,25 = 113,75$$

$$\begin{aligned} \text{Soma Quadrado Blocos} &= \frac{\sum X^2}{1} - C \\ &= \frac{(43)^2 + (36)^2}{4} - C = 36,25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Soma Quadrado Trat} &= \frac{\sum X^2}{r} - C \\ &= \frac{(40)^2 + (40)^2}{4} - C = 18,75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Soma Quadrado erro} &= S C \text{ TOTAL} - S C \text{ Blocos} - S C \text{ Trat} \\ &= 113,75 - 36,25 - 18,75 = 58,75 \end{aligned}$$

$$\text{Quadrado Médio} = \frac{S C}{G L}$$

$$F = \frac{C M}{CME}$$

FONTE DE VARIACÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F CALCULADO	F TÁBUAS	
					5%	1%
Blocos	(r-1)=3	36,25	12,08	1,85	3,86	6,99*
Tratamentos	(t-1)=3	18,75	6,25	0,96	3,86	6,99*
Erro	(r-1)(t-1)=9	58,75	6,53			
Total	(rt-1)=15	113,75				

* NS

Não há diferença significativa entre blocos nem entre tratamentos

O DISENHOS DA PARCELA DIVIDIDA

I A apresentação deste desenho será feita em quatro etapas a saber

- 1 Motivação e necessidade de criação do mesmo Um exemplo
- 2 Modelo matemático e explicação de suas partes
- 3 A análise de variância Um exemplo
- 4 Disposição do desenho no campo

II Motivação e necessidade de criação do desenho de parcela dividida

Frequentemente nos experimentos fatoriais a natureza das unidades experimentais ou as operações de aplicação dos tratamentos dificultam o manejo de todas as combinações de tratamentos de forma similar

Quando um efeito ou uma interação se acha confundida com os blocos de um desenho, é porque foi ignorado o fato de que a comparação de blocos contem informação. Com um bom número de repetições de um desenho confundido, pode-se lograr estimar a variância entre blocos, dentro de repetições que foram tratadas de forma similar

Este desenho ataca o problema de combinar informação conhecida como "interblocos" ou "entre blocos" com outro tipo de informação como "intra-blocos" ou "dentro do blocos"

Para a maioria dos desenhos tratados, a informação "entre blocos" é pequena e não é utilizada. Apresenta-se então um desenho no qual por uma razão ou outra faz-se necessário utilizar a informação "entre blocos" como uma parte importante do corpo de informações dadas pelo desenho

Isal desenho constará de parcelas dentro de blocos e estes por sua vez dentro de repetições

Os blocos se chamam parcelas totais (principais) As parcelas dentro dos blocos se chamam sub-parcelas

Exemplo

Tem-se cinco variedades cada uma com cinco sistemas de plantação. A parcela principal seria o sistema de plantação. A sub-parcela está constituída pela variedade. Cada sub-parcela dentro de uma parcela principal teria o mesmo sistema de plantação mas diferente variedade

Uma repetição do projeto se veria como

denotando as variedades

V1, V2, V3, V4, V5

e os sistemas de plantação

S1, S2, S3, S4, S5

As combinações de tratamentos estarão dispostas assim

S1 V1 S2 V1 S3 V1 S4 V1 S5 V1

S1 V2 S2 V2 S3 V2 S4 V2 S5 V2

S1 V3 S2 V3 S3 V3 S4 V3 S5 V3

S1 V4 S2 V4 S3 V4 S4 V4 S5 V4

S1 V5 S2 V5 S3 V5 S4 V5 S5 V5

Modelo matemático e seus componentes

Utilizando o modelo aditivo (com interação)

$$Y_{ijk} = \mu + r_i + t_{jk} + \text{erro}$$

$\left. \begin{array}{l} | \\ | \\ | \end{array} \right\} \rightarrow$ sub-parcela

$\left. \begin{array}{l} | \\ | \end{array} \right\} \rightarrow$ parcela principal

$\left. \begin{array}{l} | \\ | \\ | \end{array} \right\} \rightarrow$ repetição

$$\begin{array}{l} k = 1, 2, \dots, S \\ j = 1, 2, \dots, t \\ i = 1, 2, \dots, r \end{array}$$

É importante recalcar que o termo erro provem do fato de que a combinação de tratamento t_{jk} caia em uma parcela em vez de outra

Nota-se imediatamente que os erros não podem ser assumidos como homogêneos para todas as combinações dos tratamentos. As combinações de tratamentos com o mesmo tratamento em uma parcela principal estão restringidas a cair dentro da mesma parcela principal para cada repetição do experimento. Igualmente em blocos ao azar tem-se

seja X_{iuv} o rendimento básico de uma parcela, donde

u \rightarrow parcela principal

v \rightarrow sub-parcela

$$X_{1uvjk} = X_{1uv} + t_{jk}$$

o rendimento da combinação do tratamento (jk) nesta parcela

Então

$$X_{1uvjk} = X_{1uv} + (X_{1u} - X_{1.}) + (X_{jk} - X_{.k}) + (X_{1jk} - X_{1.} - X_{.jk} + X_{1.}) + (X_{1uvjk} - X_{1.} - X_{.jk} + X_{1.})$$

tratamento Efeito bloco

Ou então

$$X_{1uvj} = X_{1uv} + t_j + (X_{1u} - X_{1.}) + (t_{jk} - t_j) + (X_{1uv} - X_{1.})$$

Uma combinação de tratamentos ocorre em uma parcela escolhida ao azar, e seu rendimento

$$Y_{1jk} = \mu + r_1 + (t_{jk} - t_j) + (X_{1uv} - X_{1.})$$

Ademais

$$t_{jk} = t_j + (t_{jk} - t_j) + (t_k - t_j) + (t_{jk} - t_j - t_k + t_j) = t_j + t_k + S_k + (tS)_{jk}$$

e se se nota que

$$(X_{1uv} - Y_{1j}) = (X_{1u} - X_{1.}) + (X_{1uv} - X_{1u})$$

ao ordenar termos obtém-se

$$Y_{1jk} = \mu + r_1 + t_j + \eta_{1j} + S_k + (tS)_{jk} + e_{1jk}$$

donde

$$\eta_{1j} = \sum_u^J (X_{1u} - X_{1.}) \sim NI(0, \sigma_w^2)$$

$$e_{1jk} = \sum_{uv}^{JK} (X_{1uv} - X_{1u}) \sim NI(0, \sigma_S^2)$$

$\delta_{u}^j = 1$ se o tratamento j ocorre na parcela principal u
 $= 0$ do contrário

$\delta_{uv}^{jk} = 1$ se a combinação de tratamento (jk) ocorre na parcela principal u e sub-parcela v
 $= 0$ do contrário

Existem dois erros neste modelo um devido à parcela principal erro (a) e outro devido à sub-parcela erro (b)

Análise de variância

<u>FONTE</u>	<u>G L</u>	<u>S C</u>	
Repetições	r-1	$\frac{\sum Y^2}{1} - \frac{Y^2}{rts}$	
Parcela principal Trat T	t-1	$\sum_J \frac{Y^2}{rS} - \frac{Y^2}{rtS}$	T
R x T (erro a)	(r-1)(t-1)	$\sum_{1J} \frac{Y^2}{S} - \frac{\sum Y^2}{1} \frac{1}{tS} - \frac{\sum Y^2}{J} \frac{1}{rS} + \frac{Y^2}{rtS}$	W
Sub-parcela Trat	S-1	$\sum_k \frac{Y^2}{rt} - \frac{Y^2}{rtS}$	S*
S* T	(t-1)(S-1)	$\sum_{Jk} \frac{Y^2}{r} - \sum_J \frac{Y^2}{rS} - \sum_k \frac{Y^2}{rt} + \frac{Y^2}{rtS}$	I
Resíduo (erro b)	(r-1)t(S-1)		E
Total	rtS-1	$\sum_{1Jk} Y^2 - \frac{Y^2}{rtS}$	

ECM
 Parcela principal T $\sigma^2 + \frac{rS}{t-1}$ $\sum_J t^2$

R x T σ^2

Sub-parcela S* $\sigma^2 + \frac{r-t}{S^* S-1}$ $\sum S_k^2$

$$S \times t \frac{\sigma^2}{S} + \frac{r}{(t-1)(S-1)} \sum_{jk} (tS)_{jk}^2$$

$$E \quad \sigma^2$$

As provas de hipótese são

$$1 \quad T_j = 0 \quad j = 1, \dots, t, \quad \text{o,} \quad \sum_j t_j^2 = 0$$

Não existe diferenças entre parcelas principais sobre todas as sub-parcelas

$$T/W \sim F|(t-1), (r-1)(t-1)|$$

$$2 \quad S_k = 0 \quad k = 1, \dots, S, \quad \text{o,} \quad \sum_k S_k^2 = 0$$

Não existe diferenças entre sub-parcelas sobre todas as parcelas principais

$$S/E \sim F|(S-1), (r-1)t(S-1)|$$

$$3 \quad (tS)_{jk} = 0 \quad j, k$$

$$I/E \sim F|(t-1)(S-1), (r-1)t(S-1)|$$

Se 3 dá como resultado H_0 , os demais testes são de pouco interesse

Se 3 dá como resultado H_A , os efeitos de parcela principal e sub-parcela não são aditivos

Um exemplo

PARCELAS DIVIDIDAS

N ₁₂₀				N ₀			
CT	T	B	C	C	CT	B	T
25,9	25,3	19,3	22,2	15,5	18,9	13,8	21,0

Parcela principal

-----BLOCO I-----

N ₁₂₀				N ₀			
B	CT	T	C	T	B	C	CT
18,0	26,7	24,8	24,2	22,7	13,5	15,0	18,3

-----BLOCO II-----

N ₀				N ₁₂₀			
B	CT	T	C	T	CT	C	B
13,2	19,6	22,3	15,2	28,4	27,6	25,4	20,5

-----BLOCO III-----

* Parcela principal (N₁₂₀, N₀), são níveis de fertilização de nitrogênio

Parcelas B, C, T, CT são tratamentos de matéria orgânica

Rendimento da beterraba (ton/acre) organizados por tratamentos, parcelas principais e blocos

TRATAMENTOS		BLOCOS			TRATAMENTOS	
Pounds N/Acre	Matéria Orgânica	I	II	III	TOTAIS (T _t)	MÉDIAS (X _t)
0	Barbeito	13,8	13,5	13,2	40,5	13,5
	Cevada	15,5	15,0	15,2	45,7	15,2
	Trevo	21,0	22,7	22,3	66,0	22,0
	Cevada					
	Trevo	18,9	18,3	19,6	56,8	18,9
Total Parcela Principal		69,2	69,5	70,3	209,0 = T _{N1}	17,4 = \bar{X}_{N1}
	Barbeito	19,3	18,0	20,5	57,8	19,3
	Cevada	22,2	24,2	25,4	71,8	23,9
	Trevo	25,3	24,8	28,4	78,5	26,2
	Cevada					
	Trevo	25,9	26,7	27,6	80,2	26,7
Total Parcela Principal		92,7	93,7	101,9	288,3 = T _{N2}	24,0 = \bar{X}_{N2}
Total Blocos		161,9	163,2	172,2	493,3 = ΣX	20,7X

	B	C	T	CT
Totais (Tm o)	98,3	117,5	144,5	137,0
Médias (Xm o)	16,4	19,6	24,1	22,8

$$T \text{ de Correção} = C = \frac{X^2}{rab}$$

$$= \frac{(497,3)^2}{3 \times 2 \times 4} = 10\,304,47$$

r = Número de repetições = 3
a = Níveis de Nitrogênio = 2
b = Níveis de Matéria Orgânica = 4

Soma de Quadrados

Blocos

$$\begin{aligned} \text{SCB} &= \frac{\sum_i X_i^2}{a \cdot b} - C \\ &= \frac{(161,9)^2 + (172,2)^2}{2(4)} - C = 7,87 \end{aligned}$$

Nitrogenio

$$\begin{aligned} \text{SCN} &= \frac{\sum_j X_j^2}{r \cdot b} - C \\ &= \frac{(209,0)^2 + (288,3)^2}{3(4)} - C = 262,02 \end{aligned}$$

Parcelas Principais

$$\begin{aligned} \text{SCPP} &= \frac{\sum_{i,j} X_{ij}^2}{b} - C \\ &= \frac{(69,2)^2 + (101,9)^2}{4} - C = 274,92 \end{aligned}$$

Erro (a)

$$\begin{aligned} \text{SC(ea)} &= \text{SCPP} - \text{SCB} - \text{SCN} \\ &= 274,92 - 7,87 - 262,02 = 5,03 \end{aligned}$$

Matéria Orgânica

$$\begin{aligned} \text{SCMO} &= \frac{\sum_k X_k^2}{r \cdot a} - C \\ &= \frac{(98,3)^2 + (137,0)^2}{3(2)} - C \\ &= 215,26 \end{aligned}$$

N x MO

$$\begin{aligned} \text{SC(N x MO)} &= \frac{\sum_{j,k} X_{jk}^2}{r} - C - \text{SS(N)} - \text{SS(MO)} \\ &= \frac{(40,5)^2 + (80,2)^2}{3} - C = 18,70 \end{aligned}$$

TOTAL (subparcelas)

$$SCT(S_p) = \sum_{i,j,k} X_{ijk}^2 - C$$

$$= (13,8)^2 + (15,5)^2 + (27,6)^2 - C = 516,12$$

Erro (b)

$$SC(eb) = SCT(S_p) - SCVC - SC(MO) - SC(N \times MO)$$

$$= 516,12 - 274,92 - 215,26 - 18,70 = 7,24$$

$$\text{Quadrado Médio} = \frac{SC}{GL}$$

Para os efeitos de blocos e níveis, faz-se o teste usando o erro (a) Para a matéria orgânica e as interações de matéria orgânica com nitrogênio faz-se o teste usando o erro (b)

FONTE DE VARIACÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F CALCULADO	F TABUAS	
					5%	1%
TOTAL sub-parcelas	(abr-1)=23	516,12				
-Parcelas principais	(ar-1)=5	274,92				
-Blocos	(r-1)=2	7,87	3,935	1,56	19,00	99,00
-Nitrogenio	(a-1)=1	262,02	262,020	104,18	18,51	98,49
-Erro (a)	(r-1)(a-1)=2	5,03	2,515			
Matéria Orgânica	(b-1)=3	215,26	71,753	118,99	3,49	5,95*
N x MO	(a-1)(b-1)=3	18,70	6,233			
Erro (b)	a(r-1)(b-1)=12	7,24	0,603			

** Existe diferença significativa ao 1%

O experimento foi designado para submeter à prova o efeito de tres formas diferentes de manejo de um cultivo na produção de beterraba para açúcar a dois níveis de nitrogenio

Supõe-se que as beterrabas responderão em forma diferente às tres formas, dependendo do nível de nitrogenio (manejo a nível de N)

Portanto as parcelas principais são os dois níveis de nitrogenio aplicados ao tempo de decotar e repetido tres vezes num projeto de blocos completos casuais

Disposição do projeto no campo

O processo de aleatorização se realiza assim

a Os tratamentos de parcela principal assina-se às azar as parcelas principais

b Os tratamentos de sub-parcela assina-se às azar as sub-parcelas dentro da parcela principal

É desejável ter parcelas retangulares É natural construir as parcelas dentro da parcela principal de forma tal que a melhor amostragem corresponda à parcela principal, ou seja que corresponda à tendência principal E dispor da parcela principal dentro da repetição de forma que a amostra de repetição seja a melhor

Extensões

$$Y_{ijke} = \mu + r_i + a_j + \frac{(ra)_{ij}}{\text{erro (a)}} + b_k + \frac{(ab)_{jk}}{\text{erro (b)}} + \frac{(rab)_{ijk}}{\text{erro (b)}} + C_e + (aC)_{je} + (bC)_{ke} + (abC)_{jke} + \frac{e_{ijke}}{\text{erro (c)}}$$

$$a_j = t_j - t$$

RESUMO SOBRE DISENHOS

I DISENHOS COMPLETAMENTE AO AZAR

Aqueles nos quais os tratamentos são designados completamente ao azar às unidades experimentais

Este desenho tem várias vantagens

Permite flexibilidade completa. Pode usar-se qualquer número de tratamentos e de repetições. Todo o material experimental disponível pode ser utilizado, o que constitui uma vantagem em experimentos preliminares pequenos onde o material experimental de que se dispõe é escasso.

A análise estatística é simples. A objeção principal a este tipo de projeto estriba no grau de precisão. Já que a aleatorização não se restringe em nenhuma forma para assegurar que as unidades que recebem um tratamento sejam similares a aquelas que recebem outro, toda variação que existe entre as unidades passa a formar parte do erro experimental. Por este motivo, tem pouca aplicação em estudos agrônomicos, já que geralmente nestes influem mais variações e não permite identificar essas outras influências.

II BLOCOS AO AZAR

Quando as unidades experimentais não são todas iguais, compreende-se por intuição que a variação nas unidades pode esconder os verdadeiros efeitos dos tratamentos. Este modelo permite entrever a heterogeneidade das unidades experimentais, pois seu objetivo é manter o erro experimental dentro de cada grupo tão pequeno como seja possível na prática. Esta é a grande vantagem que representa frente ao desenho completamente ao azar e que a torna comum para os experimentos agrônomicos.

Quanto às restrições, não existe nenhuma (matemática) no número de tratamentos a serem provados, apesar de na prática existir uma limitação física nesse sentido. Se o número é demasiado grande, não existiria nenhum grupo de animais, ou faixa de terreno que fosse suficientemente homogênea para que se pudesse considerar como verdadeiro bloco. Por tanto, o "tamanho" de um bloco está limitado mais pela natureza do que pela teoria.

III QUADRADOS LATINOS

Para este desenho, os tratamentos se agrupam em repetições de duas maneiras diferentes. Cada fileira e cada coluna de qualquer quadro é uma repetição completa. O efeito do agrupamento duplo é o de eliminar dos erros todas as diferenças entre fileiras e igualmente todas as diferenças entre colunas. Assim o Quadrado Latino, mediante um planejamento hábil, dá mais oportunidade para reduzir os erros que o projeto de blocos ao azar.

O material experimental deve ser ordenado e o experimento levado de tal maneira que as diferenças entre fileiras e colunas representem as maiores fontes de variação. Por exemplo, em experimentos de campo as parcelas comumente são arrumadas em forma de quadro, de modo que a fertilidade do solo e outras variáveis em duas direções estejam controladas. Em experimentos de invernadeiro, as variações ao largo e ao comprimento da mesa podem ser manejados em forma parecida

I DISENHOS EM BLOCOS INCOMPLETOS

1 Disenhos balanceados

Estes disenhos estão arrumados em blocos ou grupos que são menores que uma repetição completa para eliminar a heterogeneidade de uma quantidade maior da que é possível com blocos ao azar e Quadrado Latinos

a Látices balanceados

Para este grupo cada par de tratamento ocorre somente uma vez no mesmo bloco e sua análise assegura que todos os pares de tratamentos sejam comparados com a mesma precisão aproximadamente, mesmo que pudessem haver grandes diferenças entre os blocos. Para este grupo, os disenhos são traçados convenientemente construindo um látice quadrado com os números de tratamentos nas intersecções das linhas. O número de tratamentos deve ser um quadrado exato, enquanto o número de unidades por bloco é a raiz quadrada correspondente

b Blocos incompletos balanceados

Nestes novamente cada par de tratamento ocorre só uma vez dentro de um dos blocos, entretanto, neste caso os blocos não podem ser agrupados em repetições separadas

c Látice quadrado

Quando para certo número de tratamentos e unidades por bloco, os grupos anteriores possam ser desenhados numa classe de quadrado latino que permita a eliminação da variação devida a dois tipos de argumento. Neste caso cada par de tratamento ocorre uma vez na mesma fileira e uma vez na mesma coluna. Todas as comparações entre pares de tratamentos tem quase a mesma precisão

2 Disenhos parcialmente balanceados

Mesmo que um desenho balanceado possa ser construído com qualquer número de tratamentos e qualquer número de unidades por bloco, o número mínimo de repetições fica definido por estas duas variáveis. Em quase todos os casos, este número é demasiado grande para as condições comuns de experimentação. Para permitir mais liberdade de escolha quanto ao número de repetições, deve usar-se disenhos sem a simetria completa dos disenhos balanceados.

Entre tais disenhos estão incluídos

- Látices (simples, triple, cúbico)

- com duas classes associadas

Quanto à comparação com blocos ao azar, vantagem em exatidão destes desenhos depende do tipo de material experimental e pode esperar-se que aumente quando o número de tratamentos se incrementa. A maioria dos desenhos em blocos incompletos está compreendida dentro de uma faixa que varia de 6 a 200 tratamentos.

Estes desenhos foram estudados para experimentos em melhoramento de seleção de plantas, quando se deseja fazer todas as comparações entre pares de tratamentos com igual precisão.

CURSO ESPECIAL DE APERFEIÇOAMENTO PARA PESQUISADORES DE MANDIOCA

PRINCIPIOS DE CONTROLE DAS ERVAS NOCIVAS EM CULTIVOS DE CLIMA CALIDO

Por Jerry Doll

Introdução

A agricultura moderna exige a integração de todos os fatores da produção. A variedade, a fertilidade, o manejo de água, o controle dos insetos, as doenças e as ervas nocivas todos esses são fatores intimamente relacionados de tal maneira que se um deles não funciona bem a expressão ótima de todos os outros será afetada. Por exemplo, a adaptação de uma nova variedade de arroz sem o uso de abonos ou controle de pragas não renderá quase nada já que tais variedades necessitam um nível de nutrientes mais elevado que as demais.

Embora o controle de ervas nocivas tenha sido praticado por milhares de anos, é o setor tecnologicamente mais descuidado. Isto se deve ao fato de que o efeito das ervas nocivas sobre os cultivos não é tão notório ou espetacular como acontece com os estragos produzidos pelos insetos, doenças e deficiências nutritivas. Além disso, sempre foi fácil eliminar as ervas de forma manual ou mecânica.

Entretanto, a necessidade de aumentar os rendimentos, melhorar a qualidade da colheita e de reduzir os custos de produção, obrigaram os científicos e agricultores a estudar os fatores limitantes de uma produção ótima. Experiências de campo demonstraram que os estragos causados pelas ervas nocivas são de igual magnitude ou maiores que os estragos ocasionados por insetos e doenças.

Perdas ocasionadas pelas ervas nocivas

Nos trópicos é raro o cultivo que não se perde na sua totalidade se não um controle das ervas nocivas, com os métodos integrados de controle pode obter-se um aumento de 20 por cento nos rendimentos sobre os métodos convencionais manuais ou mecânicos. Isto deve-se ao fato de que geralmente não se arrancam as ervas oportunamente, deixando-as crescer até o ponto em que começam a competir fortemente com o cultivo (tabela 1).

As perdas ocasionadas pelas ervas nocivas são devidas ao seu efeito direto sobre o rendimento. Entretanto, também são importantes as perdas ocasionadas por efeito indireto. Por exemplo, a campânula, (*Ipomoea* spp) e melão nativo (*Cucumis* sp) são ervas nocivas que devido ao seu hábito de crescimento e à sua germinação escalonada podem exercer efeitos daninos sobre os cultivos já estabelecidos, sufocando-os, provocando volteadura e em outros casos interferindo nos trabalhos da colheita ou na realização de outras práticas agrícolas como o controle de insetos ou o amontoamento.

Os efeitos sobre a qualidade do produto colhido também são bastante importantes. Por exemplo, no sorgo ve-se reduzida a qualidade do grão quando se colhe junto com o material verde das ervas, já que se produz um aumento de humidade que pode apodrecer o grão. No algodão as sementes de ervas como o pega-pega (Desmodium tortuosum) e o cadilho (Cenchrus spp) ocasionam baixas na qualidade da fibra.

Tabela 1 Efeito da competição das ervas nocivas com os cultivos em Colombia ¹

Cultivo	Sem controle % perdas Limites	\bar{x}	Aumento percentual de controle químico sobre TM *
Arroz	30-73	54	24
Algodão	0-39	31	13
Milho	10-84	46	21
Feijão	15-88	51	24
Trigo	0-90	29	17
Cevada	0-63	19	16
Batata	0-53	17	20
\bar{x}		35	19

1 Média de ensaios durante 12 anos realizados pelo ICA (Instituto Colombiano Agropecuario)

* Testemunho Mecânico

Época crítica

Um dos princípios mais importantes e pouco conhecidos é o da época crítica da competição das ervas nocivas com os cultivos. Sabe-se que as ervas más competem pela água, pelos nutrientes e pela luz, e que sua presença nos cultivos é pior em certos períodos que em outros.

Por exemplo, no Centro Nacional de Investigações Agropecuárias, Nataima, observou-se que os primeiros 30 dias são os mais importantes para o sorgo no que se refere à competição das ervas nocivas (Tabela 2.) Quando o sorgo foi mantido livre de ervas más durante os primeiros 30 dias, o rendimento foi quase o mesmo que quando esteve livre de ervas todo o tempo. Ao contrário, se sofreu competição durante os primeiros 30 dias, a produção diminui num 58 por cento. Deixando que as ervas competissem, o rendimento foi 600 kg/ha e o grão foi de má qualidade.

Conclui-se então que a época crítica de competição para o sorgo é de 30 dias. Um sorgo livre de ervas nocivas durante este período é capaz de render quase tanto

como um cultivo sempre limpo. Em geral para os cultivos tropicais este período varia de 30 a 45 dias, dependendo do cultivo, do tipo de erva, da chuva, etc. O importante é ter bem presente a necessidade de manter o cultivo o mais limpo possível durante as primeiras semanas de crescimento.

Tabela 2 Época crítica das ervas nocivas no sorgo, CNIA, Nataima, Colombia

Época de competição	Rendimento kg/ha	Porcentagem de redução
1 Sempre livre de malezas	3 890	-
2 Livre os primeiros 30 dias	3 520	10
3 Com malezas os primeiros 30 dias	1 640	58
4 Sempre com malezas	600	85

Métodos de controle

O controle de ervas deve ser sistemático e integrado. Não existe um método de controle que se adapte a todos os problemas. Para realizar um controle integrado deve-se conhecer os métodos culturais, os mecânicos e os químicos.

Por métodos culturais se entende o controle exercido pelo cultivo sobre as ervas devido a sua capacidade para competir com elas. Deve-se recordar sempre que um cultivo bem estabelecido e vigoroso é o fator mais importante num programa integrado de controle. As bases para um controle cultural são: uso de semente certificada (livre de sementes de ervas), uma boa preparação do terreno, boa humidade que assegure o rápido e bom estabelecimento do cultivo, fertilização adequada e densidades de plantação ótimas para a variedade e a zona (distância entre sulcos e distância entre plantas no sulco).

Além disso, deve-se manter um bom programa de controle de insetos e doenças e, em alguns casos, como no cultivo do arroz, deve-se manter o terreno bem regado para conservar as ervas sob controle. No caso do arroz vermelho, um programa de rotação de cultivos pode servir para reduzir consideravelmente a quantidade de ervas.

Em cultivos "fechados" como o arroz onde o controle mecânico ou manual é muito limitado, o controle cultural é de grande importância e deve ser complementado com um controle químico.

O controle mecânico é realizado por meio de instrumentos adaptáveis ao trator ou à mão, e seu propósito é desalojar as ervas de seu contato íntimo com o solo, causando seu secamento ou enterrando-as. Uma das condições mais importantes para um bom controle mecânico é que seja efetuado oportunamente, nos primeiros 10 dias de cultivo a fim de evitar perdas de rendimento e por facilidade de controle. Ervas de mais de 5 folhas são difíceis de controlar mecanicamente. É importante levar em conta que para realizar um arranque efetivo este tem que ser feito tanto no sulco como entre os sulcos. Em geral, o controle mecânico deixa ervas no sulco se não se realiza adequadamente. O fator mais limitante deste tipo de arranque é que não existe um controle residual e as ervas podem infestar outra vez o cultivo em pouco tempo. Ao usar cultivadoras, estas devem ser ajustadas de tal maneira que possam controlar as ervas entre os sulcos e enterrá-las sem prejudicar a plantação. Quando o controle mecânico é oportuno e bem realizado, com duas vezes que se realize basta para manter o cultivo livre de ervas.

O controle químico de ervas nocivas tomou grande impulso nos últimos anos, devido ao desenvolvimento de herbicidas altamente seletivos para cultivos específicos. Entretanto, sempre deve-se lembrar que o controle químico é apenas um dos meios de controle e que não é sempre o mais efetivo em todos os casos.

A seletividade dos herbicidas em relação aos cultivos é um fator importante, entretanto, as ervas mais difíceis de controlar são aquelas que mais se assemelham ao cultivo. Por exemplo, o alaclor (Lazo) e a trifluralina (Treflan) são herbicidas seletivos usados em plantações de algodão e soja, e controlam a maioria das ervas que aparecem nessas plantações. Uma das exceções mais proeminentes é a campânula que não é controlada por esses produtos. A campânula é uma dicotiledonea de semente grande como a soja e o algodão.

TABELA 3 Suceptibilidade de algumas famílias de malezas para varios herbicidas. A data esta sujeita a revisão e existe excepções em cada caso

FAMILIA	HERBICIDA																	
	Gesapax	Gesaprin	Gesagard	Karmex	Afalon	Cotoran	Vernam	Sutan	Treflan	Machete	Lazo	Stam F-34	MSMA	2,4-D	2,4,5-T	Gramoxone	Sencor	
Gramineae	0	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	-	-	+	0	
Compositae	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	0	+
Malvacéae	+	+	+	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0	-	+	+	-	-
Leguminosae	0	+	0	0	0	+	-	-	-	-	-	-	0	-	+	+	+	-
Amaranthaceae	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	+	0	+	+	+	+	+
Cyperaceae	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	0	+	0	0	0	-	-
Portulacaceae	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	+	0	+	+	0	+	+
Euphorbiaceae	+	+	+	-	-	0	+	+	0	0	0	+	0	+	+	+	+	+
Cucurbitaceae	0	0	0	0	+	-	-	-	-	-	-	0	0	+	+	+	+	+
Convolvulaceae	+	+	+	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	0

+ Suceptivel
 0 Parcialmente suceptivel ou controle errático
 - Non suceptivel

Partindo do princípio de que nenhum herbicida é totalmente seletivo para um cultivo específico e que na maioria dos campos existe uma grande variedade de ervas nocivas, sabemos que existe sempre a possibilidade de encontrar ervas resistentes ao herbicida.

Quanto aos gastos relacionados com o método de controle é importante levar em conta que nem sempre o mais barato é o mais econômico e eficaz. Para assegurar um controle efetivo deve-se integrar os três métodos cultural, mecânico e químico.

Como determinar o programa de controle

Qualquer tipo de controle de ervas nocivas deve levar em consideração o problema específico do campo. Para isso é preciso conhecer detalhadamente o complexo de ervas, o tipo de solo (textura e matéria orgânica), os meios e equipamentos disponíveis, fatores econômicos, capacidade residual do herbicida, os cultivos de rotação e a compatibilidade com outros insumos.

As ervas anuais são relativamente fáceis de controlar por meios mecânicos, as perenes, como o tiririca (*Cyperus rotundus*) e o pasto Argentina (*Cynodon dactylon*) pelo contrário são difíceis de controlar mecanicamente.

Quanto ao complexo de ervas pode-se dizer que existem ervas dominantes e ervas secundárias. Se por exemplo, o controle químico enfoca unicamente o controle das ervas dominantes, é possível que as ervas secundárias se tornem agressivas e dominantes, de tal maneira que o controle inicial das ervas dominantes pode ser anulado pela ação das ervas secundárias. Assim por exemplo, o melão nativo, de crescimento rasteiro, pode ser uma erva dominante num complexo onde predominem ervas gramíneas e de folha larga. Se se trata de controlá-lo usando o 2,4-D (no milho) o desenvolvimento das outras ervas, principalmente das gramíneas pode ser de tais proporções que o efeito pode ser mais prejudicial ao cultivo que o próprio melão nativo. Outro exemplo, é o controle do tiririca com herbicidas tiolcarbamatos (Vernam e Sutam). Estes produtos controlam o tiririca de maneira efetiva, mas ao eliminar esta erva pode ocasionar o surgimento de planta de folha larga que impedem o desenvolvimento normal do cultivo.

O mal uso dos herbicidas pode provocar estragos ao cultivo e/ou perdas de dinheiro devido a um controle deficiente das ervas. Herbicidas recomendados como preemergentes não devem ser empregados como pós-emergentes ou vice-versa. Por exemplo, o 2,4-D em preemergência é tóxico para o arroz e para o sorgo enquanto que em pós-emergência é amplamente adequado. Os herbicidas recomendados para o controle de um tipo de erva não devem ser empregados para controlar outros tipos. Por exemplo, o 2,4-D é um herbicida que deve ser empregado unicamente para o controle de certas ervas de folha larga e não para o controle de gramíneas.

O tipo de solo influe na dose do herbicida e em alguns casos na seletividade do produto para com o cultivo. Em geral, são requeridas doses mais altas em solos pesados que em solos leves. O mesmo sucede com a matéria orgânica. Solos com alto conteúdo de matéria orgânica exigem maior quantidade de herbicida. Alguns herbicidas como o Karmex no algodão e o Afalon na soja são recomendados unicamente para solos pesados devido ao fato de que em solos leves podem ser tóxicos para o cultivo.

Misturas de herbicidas

Últimamente tem-se utilizado a mistura de herbicidas em grande escala. Estas misturas são efetivas e econômicas unicamente quando se utilizam com um fim determinado.

As misturas são utilizadas como objetivo de

- 1 Aumentar a seletividade para com o cultivo Por exemplo, um tipo de herbicida pode ser muito efetivo para o controle de ervas nocivas, mas apresenta uma seletividade marginal para com o cultivo. Ao ser misturado com outro herbicida de alta seletividade, mas com menos eficácia de controle, pode ser empregado com uma redução da dose.
- 2 Diminuir o custo quando um dos herbicidas é altamente eficaz mas demasiado caro.
- 3 Diminuir a possibilidade de resíduos para os cultivos de rotação Por exemplo, produtos baratos e altamente efetivos mas com um poder residual longo e tóxicos ao cultivo de rotação podem ser aplicados em dose reduzida misturado com outro produto menos residual.
- 4 Ampliar o campo de ação do herbicida O uso de dois herbicidas que se complementam no controle de ervas nocivas resistentes a um dos herbicidas que se compoem a mistura pode justificar seu uso.

PRECAUÇÃO

Quando se utilizam misturas, algumas combinações resultam tóxicas ao cultivo mesmo quando a seletividade da cada herbicida usado individualmente seja alta. No milho o uso de Gesaprin + óleo ϕ de 2,4-D é relativamente seletivo. Quando os três são combinados numa aplicação pós-emergente, o cultivo é severamente afetado.

Herbicidas hormonais

Os herbicidas "hormonais" como o 2,4-D, o 2,4,5-T, o picloram (Tordon) e o dicamba (Banvel D) devem ser empregados com muita precaução. Todos os cultivos de folha larga são suscetíveis aos herbicidas hormonais em doses extremamente baixas.

Cultivos suscetíveis a herbicidas "hormonais"

algodão	mandioca	gergelim
uva	banana	sacaxi
amendoim	hortaliças	ervilhas
soja	batata	leguminosas
feijão	tabaco	forrageiras

Cultivos geralmente não suscetíveis a herbicidas "hormonais"

milho	arroz	aveia
sorgo	trigo	pastos de forragem
cana	cevada	

Em geral, todos os cultivos são suscetíveis ao herbicidas "hormonais" quando se encontram em estado de florescimento. Deve-se tomar todas as precauções necessárias para prevenir danos a cultivos próximos suscetíveis tais como reduzir a pressão da aplicação, não aplicar quando há vento em direção a outros cultivos ou quando há altas temperaturas usar uma formulação não volátil ou de baixa volatibilidade.

O aspersor usado para aplicar produtos hormais deve ser lavado primeiro com água limpa e depois com uma solução de 1 por cento de amoníaco que se deixa no aspersor por 12 horas.

Recomendações

A continuação apresentamos as recomendações para controle químico na mandioca (Tabela 4). Deve-se ter em conta que uma recomendação é somente um guia e que é impossível que uma única dose seja sempre a melhor em todas as condições. Quando a dose é indicada com um amplitude (p. ex. de 4 a 25 kg/ha de cotoran), entende-se que a dose menor é para solos leves e a mais alta para solos pesados.

Tabela 4. Recomendações para o controle químico de ervas nocivas na mandioca

Herbicida	Dose		Época de		Notas
	Prod	com/ha	Aplic		
1 Cotoran	4-5	kg	Pre		
2 Karmex	2-3	kg	Pre		
3 Lazo	4-6	lts	Pre		
4 Afalon	2-3	kg	Pre		
5 Treflan	2 5-3 5	lts	PSI		Reduz-se o controle ao fazer o cavaleon
6. Cotoran †	2-2 5	kg †	Pre		Mistura de tanque
Lazo	2-3	lts	Pre		
7 Karmex †	1-1 5	kg †	Pre		Mistura de tanque
Lazo	2-3	lts	Pre		
8 Dowpon	8	kg	Pos		Aplicação dirigida
9 Gramoxone	2	lts	Pos		Aplic. dir. com pant
10 Karmex	2-3	kg	Pos		" " " "

* Outros produtos seletivos em preemergencia incluem Preforan, Amiben, Premerge, Maloran, Tok, Tunic, Bladex, Saturno, Cobexo, Melsan, e Destun.

Épocas de Aplicação

1 Herbicidas pre-semeadura incorporados (PSI)

São herbicidas que se aplicam antes da sementeira e requerem incorporação ou mistura mecânica com o solo para que fiquem distribuídos numa camada uniforme, zona na qual germinam a maioria das sementes das ervas nocivas (quatro centímetros superiores). Sua incorporação também evita a perda por volatilidade e fotodesecação do produto. Quanto mais curto seja o tempo entre a aplicação e a incorporação maior será a efetividade do produto. É importante a profundidade recomendada. A incorporação demasiado profunda do herbicida reduz sua efetividade ao distribuírem-se muito no solo e ademais pode ocasionar estragos ao cultivo. A incorporação demasiado superficial pode permitir a germinação de sementes de ervas nocivas que ficam por debaixo da zona de incorporação. A mistura mecânica distribui estes produtos por baixo da superfície do solo, na zona de germinação das ervas nocivas, de modo que a falta de chuva depois da aplicação não impede ao herbicida atuar como acontece com os herbicidas preemergentes.

As ferramentas mais comuns para a incorporação destes produtos são o rastelo de discos e o rotovalor. Quando se emprega o rastelo de discos é necessário fazer duas rastilhadas em cruz (a segunda em direção perpendicular primeira).

2 Herbicidas preemergentes (PRE)

São herbicidas que se aplicam depois da sementeira mas antes de que brotem o cultivo e as ervas nocivas. Estes produtos atuam sobre as sementes das ervas que estão em estado de germinação. Por serem aplicados sobre a superfície do solo requerem chuva depois de sua aplicação para serem distribuídos na zona de germinação das ervas. As vantagens destes herbicidas é que não requerem incorporação (mistura mecânica no solo).

Algumas vantagens dos herbicidas pre-semeadura incorporados e preemergentes são

- a) Proporcionam melhor controle das ervas nocivas que as aplicações posemergentes
- b) Há menor perigo de estragar o cultivo, em comparação com aplicações posemergentes
- c) Não há competição antecipada do cultivo com o controle inicial das ervas nocivas
- d) As ervas nocivas já estão controladas em caso de chuvas fortes que não permitam a realização de trabalhos manuais ou mecânicos
- e) Pode-se semear e aplicar numa única operação

As desvantagens incluem

- a) As aplicações preemergentes geralmente não são efetivas em condições secas do solo
- b) Em solos leves, as chuvas fortes podem lixiviar o produto até a semente do cultivo e causar danos
- c) Não controlam muitas ervas nocivas perenes
- d) Podem reduzir a eficiência da sementeira

3 Herbicidas pósemergentes (POST)

São os que se aplicam depois da emergência do cultivo e/ou das ervas nocivas. Possuem a vantagem de ser úteis em emergência, pois não são aplicados até que não tenham saído as ervas nocivas. Podem ser aplicados em qualquer tipo de solo e não dependem da condição de humidade do solo. Existe maior risco de dano ao cultivo, em alguns casos. Não devem ser aplicados quando as plantas já estão molhadas do orvalho ou da chuva. Devem ser transcorridas pelo menos seis horas depois da aplicação sem chover para que seu efeito possa ser ótimo. Às vezes recomenda-se o uso de surfactantes para aumentar a ação destes herbicidas.

Formulações de herbicidas

Os herbicidas, tal como outros pesticidas, são vendidos em várias formulações (Tabela 5). As mais comuns são pós molháveis, emulsões concentradas, soluções, granulares e pós solúveis.

Tabela 5 Formulações dos herbicidas comuns

Pós molháveis	Pós solúveis	Emulsões	Soluções	Granulares
Gesaprin	Dowpon	2,4-D ester	Amiben	Lazo
Afalon	TCA	Lazo	2,4-D amina	
Melsan		Vernam	Banvel-D	Ordram
Cotoran		Sutan	Gramoxone	
Maloran		Preforan	Roundup	
Tunic		Stam		
Bladex		Treflan		
Sencor		Cobexo		
		Premerge		
		Saturno		
		2,4,5-T		
		Modown		

Nota O uso de nomes comerciais nesta publicação é para facilitar a identificação dos herbicidas. A omissão dos nomes de outros produtos iguais ou similares não é intencional, também não implica desaprovação. O uso daqueles nomes comerciais não estabelece sua promoção.

CURSO ESPECIAL DE APERFEIÇOAMENTO PARA PESQUISADORES DE MANDIOCA

REGRESSÃO E CORRELAÇÃO

Luis Hernán Rodríguez Castro

I INTRODUÇÃO

1.1 Um exemplo

Um "investigador" quiz estudar os efeitos do feijão como alimento, realizou várias observações sobre estes efeitos e suas conclusões podem ser reunidas no seguinte artigo

"O FEIJÃO UM ALIMENTO PERIGOSO"
Março de 1974

"O feijão como alimento pode ser catalogado como algo desastroso. Em efeito, se observou que um 100% das pessoas nascidas em 1820 e que haviam consumido feijão como parte de sua dieta, haviam morrido. Comprovou-se que 85% dos estudantes da Universidade de Antioquia que não haviam podido terminar seus estudos, tinham consumido feijão. E que as pessoas que tinham consumido 3,5 Kgs de feijão numa refeição, sofreram de indigestão. Todos os restaurantes incendiados em Medellín, durante 1973, serviam feijão no seu cardápio. Estas razões nos levam a concluir que o feijão é realmente perigoso como alimento"

1.2

Quando o leitor tiver terminado de analisar o parágrafo anterior, não poderá conter o riso, mas, este não é o efeito que se deseja produzir, ao contrário, é um exemplo muito sério de como se pode cometer abusos quando se emprega de forma errada a relação existente entre dois fenômenos

1.3

Quando nos referimos à relação existente entre dois fenômenos, podemos distinguir dois aspectos importantes desta relação

- 1 Se um fenômeno (causa) produz a aparição de outro (efeito), tem-se uma relação de causa e efeito
- 2 Se um fenômeno é associado com a aparição de outro fenômeno, tem-se uma relação de associação, a qual em estatística chamamos correlação

1.4

Definição CORRELAÇÃO é a medida do grau de associação entre dois fenômenos (variáveis aleatórias cujos resultados não podem ser previstos de antemão)

1.5

Quando no ponto 1.4 falamos de "medida do grau de associação", nos referimos à obtenção de uma quantidade que descreva tal associação, es-

ta medida não se refere ao comportamento de uma das variáveis quando a outra varia num sentido qualquer

1 6

Definição REGRESSÃO é a equação matemática que indica a quantidade que por termo médio varia uma das variáveis (dependente) quando varia em uma unidade a outra (independente) Expressa-se assim

$$Y = f(X, \text{parâmetros})$$

e indica que Y é uma função que depende da variável X e de certos parâmetros

1 7

Exemplo A produção de matéria seca da Mandioca (Y) pode estar associada com a altura da planta (X) Neste caso insinua-se que existe uma equação que descreve o rendimento de uma planta de Mandioca, baseada na altura dela, e um número que indica o grau de associação

1 8

É claro que a equação (1 1) pode ter formas muito variadas, pode, por exemplo ter a forma de uma linha reta, ou uma parábola, ou outra forma matemática de maior complexidade

1 9

Quando o investigador se enfrenta ao problema de medir a correlação existente entre duas variáveis, ou sua regressão, está interessado em obter resultados que sejam aplicáveis a generalidade dos casos Por exemplo, quando mede a associação no exemplo citado em 1 7, como pode estar seguro de que o valor particular encontrado seja o mesmo para todas as variedades de Mandioca, ou, para os diferentes ambientes donde se cultiva a Mandioca, ou para todos os cultivos de Mandioca que se realizam no momento do estudo?

Existem duas maneiras de fazê-lo

- 1 Observar todas as relações de produção de matéria seca com a correspondente altura da planta, para todas as variedades, ambientes, etc, e
- 2 Observar só uma parte destas relações e tratar por algum meio de generalizar

Se adota o sistema 1 9 1 é bem possível que nunca acabe de observar tais relações devido ao volume de plantas de Mandioca, matéria de seu estudo Se adota o sistema 1 9 2 deve ser muito cauteloso quanto à seleção das observações

Os dois métodos tem em comum a forma como se realiza a observação, esta se faz tomando uma medida para produção de matéria seca (Y) e outra para a altura da planta (X), ambas na mesma planta X e Y formam um par de dados e devem ser considerados como a medida de duas carac-

terísticas numa mesma planta (unidade experimental)

II REGRESSÃO E MÍNIMOS QUADRADOS

2 1

Já foi dito na introdução como a regressão é uma equação cuja fórmula matemática pode tomar formas diversas, também foi mencionada a maneira como se faz a observação de duas características numa mesma planta ou unidade experimental. Como pode o experimentador valer-se destas medidas para achar a fórmula matemática da equação de regressão?

O método para determinar a forma que toma a regressão não é simples e se baseia na maioria das vezes, em experiências de outras investigações realizadas no mesmo problema. Se não se tem um conhecimento prévio, sempre é possível aproximar a forma da função de regressão através de um polinômio (expansão de Taylor) cujo grau está determinado. Neste último caso, a estatística proporciona métodos para determinar a forma particular do polinômio que será aproximado. Estes são conhecidos como métodos de ajuste do polinômio a dados observados.

2 2 Mínimos quadrados

Um dos métodos mais conhecidos é o chamado "Mínimos quadrados". Descrevemos a seguir os passos necessários auxiliados por um exemplo. Os dados seguintes foram obtidos pelo Dr. B. Grof, do Programa de Pastos e Forragens do CIAT. Referem-se à produção por planta como função do tamanho do stolon. Aqui só apresentaremos uma parte dos mesmos na variedade 17-33.

1	Dados		
Y (Produção por planta)		X (Longitude do stolon)	
149		159	
125 4		148	
75 8		91	
107 5		135	
87 8		135	
88 4		119	
88 4		92	
65 5		127	
40 3		150	
113 2		88	
159.0		187	
162 5		118	
102 5		116	
94 7		135	
70 8		116	
113 5		141	
94 0		97	
115 1		107	
209.9		100	
118.2		113	

$$\hat{Y}_1 = 73,6415 + 0,2676X, \text{ regressão,} \quad (2.1)$$

$$r = 0,29, \text{ correlação} \quad (2.2)$$

Os resultados em (2.1) e (2.2) foram obtidos para um total de 80 observações, motivo pelo qual diferem um pouco dos resultados obtidos com base a 20 observações

2 Equações normais

No método de mínimos quadrados trata-se de reduzir ao máximo o quadrado do erro experimental das observações, daí seu nome. Se Y é o rendimento por planta, e Y_c é o rendimento calculado mediante a equação de regressão, então a soma do quadrado de erro para n observações será

$$\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (2.3)$$

Em (1.1) foi dito que Y_c depende de X e de certos parâmetros. A escolha de parâmetros nos determina a equação de regressão de tal forma que (2.3) seja um mínimo. O número de parâmetros depende da forma que tenha a equação de regressão

Suponhamos que a equação de regressão tem a forma

$$Y_1 = a + bX_1 \quad (2.4)$$

onde a e b são os parâmetros. A soma em (2.3) se converte em

$$\sum_{i=1}^n (Y_i - a - bX_i)^2 \quad (2.5)$$

e um mínimo para esta expressão, com respeito a a e b se obtém resolvendo o sistema de equações

$$\sum Y_1 = an + b\sum X_1 \quad (2.6)$$

$$\sum X_1 Y_1 = a\sum X_1 + b\sum X_1^2,$$

Chamadas equações normais. São deduzidas de (2.5) derivando esta soma com respeito ao parâmetro a e com respeito ao parâmetro b , logo fazendo as derivadas resultantes iguais a 0. A solução deste problema resulta em

$$\hat{b} = \frac{\sum X_1 Y_1 - \frac{1}{n} (\sum Y_1)(\sum X_1)}{\{\sum X_1^2 - \frac{1}{n} (\sum X_1)^2\}} \quad (2.7)$$

$$\hat{a} = \frac{\sum Y_1 - b \sum X_1}{n} \quad (2.8)$$

As equações (2.7) e (2.8) dão os valores, estimados dos parâmetros, na equação de regressão (2.4). Para o exemplo proposto tem-se

$$\sum Y_1 = (149 + 125.4 + \dots + 118.2) = 2181.5$$

$$\sum X_1 = (159 + 148 + \dots + 113) = 2474$$

$$\sum X_1^2 = (159^2 + 148^2 + \dots + 113^2) = 318452$$

$$\sum X_1 Y_1 = (149 \times 159 + 125.4 \times 148 + \dots + 118.2 \times 113) = 272070.1$$

$$\sum Y_1^2 = 266464.33$$

Por conseguinte

$$\hat{b} = \frac{272070.1 - \frac{1}{20} (2181.5) (2474)}{\left\{ 318452 - \frac{1}{20} (2474)^2 \right\}} = 1786531059$$

$$\hat{a} = \frac{2181.5 - \frac{1}{20} (1179) (2474)}{20} = 86.97561079$$

e a equação de regressão está dada por

$$\hat{Y}_1 = 86.9756 + 1787 X_1 \quad i = 1, \dots, n \quad (2.9)$$

Se se comparam os resultados de (2.1) e (2.9), nota-se as diferenças existentes para os valores a e b. Qual delas é a verdadeira?

2.3 Prova de Hipótese

1. A pergunta anterior plantea um novo problema, o domínio da linha de regressão. Na equação (2.1) se utilizaram 80 dados para valores de X que vão desde 47 até 208. A equação obtida em (2.9) somente abarca valores de X desde 47 até 187. Isto pode ser representado graficamente como (ver página 7)

Em traço contínuo observa-se a linha de regressão calculada sobre 80 pontos e em traço descontínuo a linha calculada sobre 20 pontos. As linhas verticais descontínuas indicam a gama de valores de X dentro das quais se considera válida a regressão (2.9). Observe-se como

ambas indicam um ligeiro crescimento à medida que se movem para direita. Que significa isto?

Talvez não possamos achar a linha de regressão "verdadeira" para a relação de rendimento por planta e a longitude do stolon, mas não importa qual seja o número de observações (se estas não são muito poucas < 10) em geral se obterá a conclusão de que a pendente da linha é positiva, entretanto, mais adiante se prova que o verdadeiro valor não é diferente de zero.

A discussão anterior nos leva à pergunta crucial: uma vez obtidas as observações e ajustado o polinómio, qual é o grau de confiança que se pode ter neste resultado?

A estatística prove uma regra para decidir sobre este assunto, e tal regra é chamada de hipótese.

2 O interesse do experimentador se concentra agora que conhece a forma da equação de regressão na questão de se b é significativamente diferente de 0. Com isto queremos dizer se a probabilidade de obter um valor de $b = 1702$ (como em (2.9)), sendo que o verdadeiro é 0, é muito grande.

3 Prova de hipótese $b = 0$ contra $b \neq 0$. Os cálculos necessários são:

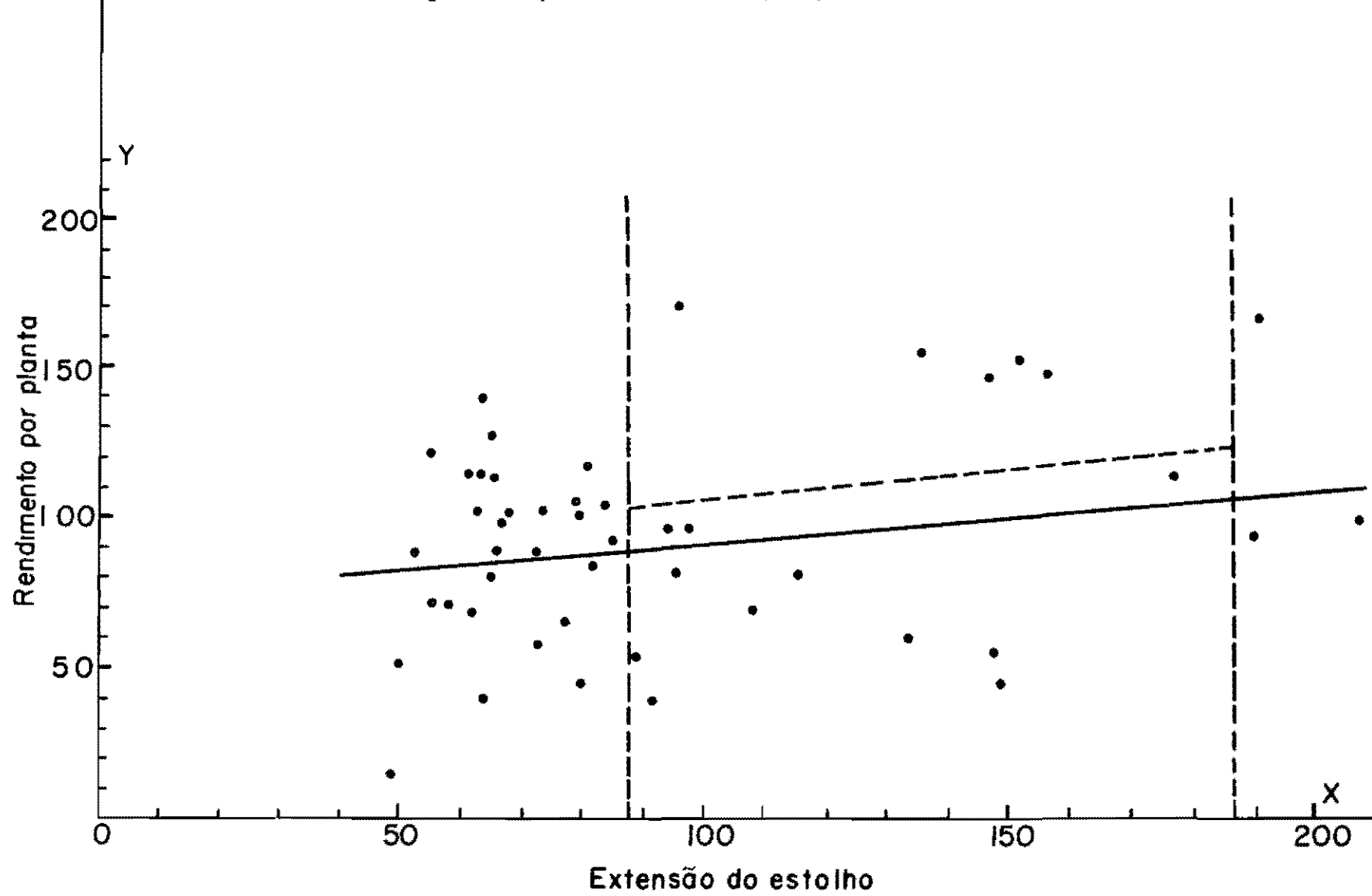
$$t = \frac{\hat{b} \sqrt{\sum X_1^2 - \frac{1}{n} (\sum X_1)^2}}{\sqrt{\frac{n\hat{\sigma}^2}{(n-2)}}} \quad (2.10)$$

$$\text{donde } \hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2, \quad \hat{\sigma} = \sqrt{\hat{\sigma}^2}$$

ou, em termos dos valores encontrados em (2.2)

$$t = \frac{\hat{b} \sqrt{\sum X_1^2 - \frac{1}{n} (\sum X_1)^2}}{\sqrt{\frac{1}{n-2} \left[\sum X_1^2 - \frac{(\sum Y_1)^2}{n} - \hat{b} \left(\sum X_1 Y_1 - \frac{(\sum X_1)(\sum Y_1)}{n} \right) \right]}}$$

Linha de regressão para rendimento por planta vs extensão do estolho



$$t = \frac{\sqrt{n-1} \hat{b} \sqrt{\sum X_1^2 - \frac{1}{n} (\sum X_1)^2}}{\sqrt{\sum Y_1^2 - \frac{(\sum Y_1)^2}{n} - \hat{b} \left[\sum X_1 Y_1 - \frac{(\sum X_1)(\sum Y_1)}{n} \right]}} \quad (2.11)$$

Esta variável t se distribui como uma t de Student com n-2 graus de liberdade

A prova de hipótese pode ser resumida nos seguintes passos

- 1 $H_0 \quad b = 0$ (Hipótese nula)
 $H_A \quad b \neq 0$ (Hipótese alternativa)
- 2 $\alpha = 0.5$ o 0.1 (Nível de prova)
- 3 Se $|t| \geq \left| t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-2) \right|$, não se aceita a hipótese H_0 e

conclui-se que b é diferente de 0

Se a não aceitação de H_0 ocorre, então um intervalo de confiança com uma probabilidade associada a ele de (1- α)% estará dado por

$$\hat{b} \pm t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-2) \frac{\hat{\sigma}}{\left\{ \sum X_1^2 - \frac{1}{n} (\sum X_1)^2 \right\}^{1/2}}$$

Tábuas dos valores de $t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-2)$ se encontram na maioria dos textos estatísticos

Para o exemplo proposto os cálculos serão

- 1 $H_0 \quad b = 0$
 $H_A \quad b \neq 0$

2 $\alpha = 0.1$

3

$$t = \frac{18 (17865) \sqrt{318452 - \frac{(2474)^2}{20}}}{\frac{(266464.33) - \frac{(2181.5)^2}{20} - (17865) \left[\frac{(272070.1) - \frac{(2181.5)(2474)}{20}}{20} \right]}}{}$$

$$t = \frac{84.463}{167.6928} = 503677$$

4 $t_{(1.005)}(20.2) = t_{.995}(8) = 3.197$

Este valor foi tomado do livro MÉTODOS ESTATÍSTICOS de G W Snedecor, página 68, da 5a edição em espanhol

5 Já que $|t| = 503677$ não é maior que $t_{995}(18) = 2.878$ aceita-se que a hipótese H_0 , a $1\% = \alpha$

Da análise anterior se conclui que $b = 0$ e por tanto não existe uma-relação entre a longitude do stolon e o rendimento por planta

Um intervalo de confiança de 99% para b seria

$$1787 \pm (2.878) \frac{39.55964216}{\sqrt{311252 - \frac{1}{20} (2474)^2}}$$

$$\pm (2.878) \frac{39.55984216}{72.2371}$$

(-1.3974, 1.7548)

O qual significa que 99% dos intervalos assim construídos conterá o verdadeiro valor de b . Já que o 0 forma parte do intervalo, a prova de hipótese se confirma

Convém anotar que a conclusão obtida a partir de 80 dados no problema original, foi significativa ao 5% para b e r

III CORRELAÇÃO

O coeficiente de regressão é uma medida de associação, entretanto, acha-se influenciado pela escala com que se medem as observações. É necessário ter uma medida livre desta influencia com o objetivo de poder comparar associações entre diferentes variáveis

3.1 O coeficiente de correlação

Como uma medida do grau de associação entre dois fenômenos aleatórios, esta deve ser tal que não seja afetada pela escala que utilizam para medir os fenômenos, o coeficiente de correlação é calculado usando a seguinte fórmula

$$r_{xy} = \frac{\sum X_1 Y_1 - \frac{1}{n} \sum X_1 \sum Y_1}{\sqrt{\left[\sum X_1^2 - \frac{1}{n} (\sum X_1)^2 \right] \left| \sum Y_1^2 - \frac{1}{n} (\sum Y_1)^2 \right|}} \quad (3.1)$$

Seu valor se encontra entre os limites -1 e 1. E a relação para a medida se interpreta da seguinte forma

Se $r_{xy} > 0$ associação positiva ou seja

A valores altos de X se associam valores altos de Y

A valores baixos de X se associam valores baixos de Y

Se $r_{xy} < 0$, associação negativa ou seja

A valores altos de X se associam valores baixos de Y

A valores baixos de X se associam valores altos de Y

Se $r_{xy} = 0$ não existe associação entre X e Y

No exemplo proposto e usando (3 1) se obtém

$$r_{xy} = \frac{272070 \cdot 1 - \frac{1}{20} (2474)(2181 \cdot 5)}{\sqrt{\left[318452 - \frac{1}{20} (2474)^2\right] \left[266464 \cdot 33 - \frac{1}{20} (2181)^2\right]}}$$

$$r_{xy} = \frac{2218 \cdot 55}{18818 \cdot 4088} = 11789253$$

Indica este valor uma associação positiva entre rendimento de matéria seca por planta e a longitude do stolon, mesmo que seja muito pequena? A resposta não é imediata. É necessário saber quão confiável é este valor obtido de 20 observações.

3 2 Prova de hipótese sobre o coeficiente de correlação

A primeira hipótese a ser provada é

$$H_0 \quad r_{xy} = 0$$

$$H_A \quad r_{xy} \neq 0$$

Existem duas maneiras de levar a cabo esta prova

1 Se se suspeita que o "verdadeiro" valor de $r_{xy} = 0$ se usa como regra

$$|t| = \left| \frac{r_{xy} \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{xy}^2}} \right| \quad (3 \cdot 2)$$

Se $|t| \geq t_{1-\frac{\alpha}{2}}$ se recusar $H_0 \quad r_{xy} = 0$

2 Se se suspeita que o "verdadeiro" valor de $r_{xy} \neq 0$ se usa como regra

$$Z = \frac{1}{2} \ln \frac{1+r_{xy}}{1-r_{xy}}, \quad \delta = \frac{1}{2} \ln \frac{1+c}{1-c} \quad (3.3)$$

Se $|Z - \delta| > Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$, se recusar H_0 $r_{xy} = c$

Donde $t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-2)$ é o valor de distribuição, a de t de Student

(ver 2.3.3) e Z é o valor da distribuição normal para os quais existe uma área de $1-\frac{\alpha}{2}$, por debaixo deles, e, c é uma constante correspondente ao valor que se suspeita é o "verdadeiro" de r_{xy}

Para o problema considerado tem-se

$$|t| = \frac{1178924 \sqrt{20-2}}{\sqrt{1-(11789254)^2}} = \frac{500175687}{993026359} = 503688$$

$|t| = 503688 < 2.878$, aceita-se H_0 $r_{xy} = 0$

O que indica que não existe associação entre rendimento por planta e longitude do stolon

Para $c = 5$

$$Z = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + 11789253}{88210747}$$

$$Z = \frac{1}{2} \ln 1.267 = \frac{1}{2} (236652) = 118326$$

$$\delta = \frac{1}{2} \ln \frac{1+5}{5} = \frac{1}{2} \ln 3 = 549306$$

$|Z - \delta| = 43098 > 2.6$, se recusar H_0 $r_{xy} = 5$

Esta última prova foi feita assumindo-se que o valor de $r_{xy} = 5$ somente tem valor como exercício explicatório

IV EXTENSÃO DO MÉTODO

Até este momento sô temos visto o caso de uma variável dependente (Y) e uma variável independente (X), como um modelo linear. É óbvio que outros modelos polinômicos incluirão termos em (X^2 , X^3 , etc), também é claro que mais de uma variável independente (por exemplo X_1 , X_2) pode ser encontrada no problema, menos comum, mas também possível, é o caso de mais de uma variável dependente e mais de uma variável independente

O anterior sugere a existencia de uma teoria mais geral que a estudada no exemplo analisado

4.1 Notação matricial

Sejam

$-Y^T = (Y_1, Y_2, \dots, Y_n)$, um vetor de dimensão $1 \times n$, uma fila e n colunas

$-X = \begin{vmatrix} X_{11} & X_{1p} \\ \vdots & \vdots \\ X_{n1} & X_{np} \end{vmatrix}$ uma matriz de dimensões $n \times p$

$-\beta^T = (\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{p-1})$ um vetor de dimensão $1 \times p$

Se Y é o vetor de n observações da variável dependente, X uma matriz de valores observados da (s), e β o vetor de parâmetros do modelo, as equações normais correspondentes ao modelo descrito em (1.1) tem a forma,

$$X^T Y = X^T X \beta \quad (4.1)$$

Com o modelo

$$Y = X\beta \quad (4.2)$$

A solução para β usando mínimos quadrados será

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (4.3)$$

e uma estimação de

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n-p} Y^T (I - X(X^T X)^{-1} X^T) Y \quad (4.4)$$

A forma que tenha o modelo se refletirá nos elementos da matriz X e o vetor β , da equação (4.2)

As provas de hipótese necessárias baseiam-se nos valores obtidos para $\hat{\beta}$ e a matriz $(X^T X)^{-1} X = X$

Assim no exemplo proposto, a notação matricial se veria como

$$\begin{bmatrix} 149 \\ 125 & 4 \\ 75 & 8 \\ 107 & 5 \\ 87 & 8 \\ 88 & 4 \\ 88 & 4 \\ 65 & 5 \\ 40 & 3 \\ 113 & 2 \\ 159 & 0 \\ 162 & 5 \\ 102 & 5 \\ 94 & 7 \\ 70 & 8 \\ 113 & 5 \\ 94 & 0 \\ 115 & 1 \\ 209 & 9 \\ 118 & 2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 159 \\ 1 & 148 \\ 1 & 91 \\ 1 & 135 \\ 1 & 135 \\ 1 & 119 \\ 1 & 92 \\ 1 & 127 \\ 1 & 150 \\ 1 & 88 \\ 1 & 187 \\ 1 & 118 \\ 1 & 116 \\ 1 & 135 \\ 1 & 116 \\ 1 & 141 \\ 1 & 97 \\ 1 & 107 \\ 1 & 100 \\ 1 & 113 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$$

$$X^1 X = \begin{bmatrix} n & \Sigma X_1 \\ \Sigma X_1 & \Sigma X_1^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 20 & 2474 \\ 2474 & 318452 \end{bmatrix}$$

$$(X^1 X)^{-1} = \frac{1}{n \Sigma X_1^2 - (\Sigma X_1)^2} \begin{bmatrix} \Sigma X_1^2 & \Sigma X_1 \\ \Sigma X_1 & n \end{bmatrix}$$

$$Y^1 Y = \begin{bmatrix} \Sigma Y_1 \\ \Sigma X_1 Y_1 \end{bmatrix}$$

$$(X^1 X)^{-1} X^1 Y = \begin{bmatrix} \frac{\Sigma X_1^2 \Sigma Y_1 - \Sigma X_1 (\Sigma X_1 Y_1)}{n \Sigma X_1^2 - (\Sigma X_1)^2} \\ \frac{n \Sigma X_1 Y_1 - \Sigma X_1 \Sigma Y_1}{n \Sigma X_1^2 - (\Sigma X_1)^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{a} \\ \hat{b} \end{bmatrix}$$

Estas fórmulas par \hat{a} e \hat{b} são comparáveis com as dadas nas equações (2.7) e (2.8).

APÊNDICE

Disposição de cálculos para ajuste de uma linha reta a uma série de observações

$$X_1 \quad Y_1 \quad X_1 Y_1 \quad X_1^2 \quad Y_1^2 \quad \hat{Y}_1 \quad (Y_1 - \hat{Y}_1)^2$$

$$\Sigma X_1 \Sigma Y_1 \quad \Sigma X_1 Y_1 \quad \Sigma X_1^2 \quad \Sigma Y_1^2 \quad \Sigma \hat{Y}_1 \quad \Sigma (Y_1 - \hat{Y}_1)^2$$

$$a = \frac{\Sigma(Y_1) - b\Sigma(X_1)}{n}$$

$$b = \frac{\Sigma X_1 Y_1 - \frac{1}{n} \Sigma(X_1) (\Sigma Y_1)}{\left\{ \Sigma X_1^2 - \frac{1}{n} (\Sigma X_1)^2 \right\}}$$

$$r_{xy} = \frac{\Sigma X_1 Y_1 - \frac{1}{n^2} (\Sigma X_1) (\Sigma Y_1)}{\sqrt{\left[\Sigma X_1^2 - \frac{1}{n} (\Sigma X_1)^2 \right] \left[\Sigma Y_1^2 - \frac{1}{n} (\Sigma Y_1)^2 \right]}}$$

APÊNDICE

Limites de confiança para valores calculados de Y

$$\hat{Y}_K \pm t_{975, n-2} \left\{ 1 + \frac{1}{n} \frac{(X_K - \bar{X})^2}{\sum (X - \bar{X})^2} \right\}^{1/2} \quad S$$

$$\hat{Y}_K \pm t_{975, 78} \left\{ 1 + \frac{1}{80} + \frac{\left[X_K - \frac{(\sum X_1)}{80} \right]^2}{\sum X_1^2 - \frac{(\sum X_1)^2}{80}} \right\}^{1/2} \quad S$$

$$\hat{Y}_K \pm t_{975, 98} \left\{ 1 + \frac{1}{20} + \frac{\left[X_K - \frac{(\sum X_1)}{20} \right]^2}{\sum X_1^2 - \frac{(\sum X_1)^2}{20}} \right\}^{1/2} \quad S$$

$$(\text{Lim } 95\%) = \hat{Y}_K \pm t_{975, 78} \left\{ 1 + \frac{1}{80} + \frac{(X_K - 103\,7125)^2}{112098\,3875} \right\}^{1/2} \quad xS$$

$$= \hat{Y}_K \pm t_{975, 18} \left\{ 1 + \frac{1}{20} + \frac{(X_K - 123\,7)}{12418\,2} \right\}^{1/2} \quad xS$$

$$(80 \text{ dados}) \quad \hat{Y}_K \pm 1\,994 \left\{ 1\,0125 + \frac{(X_K - 103\,7125)^2}{112098\,3875} \right\}^{1/2} \quad x33\,359131$$

$$(20 \text{ dados}) \quad \hat{Y}_K \pm 2\,101 \left\{ 1\,05 + \frac{(X_K - 113\,7)^2}{12418\,2} \right\}^{1/2} \quad x39\,525569$$

Na tábua seguinte se incluem os valores dos limites de Y_K para alguns valores de X_K , no exemplo proposto

O nível de confiança utilizado foi de 95%

TÁBUA DE LIMITE PARA 20 OBSERVAÇÕES

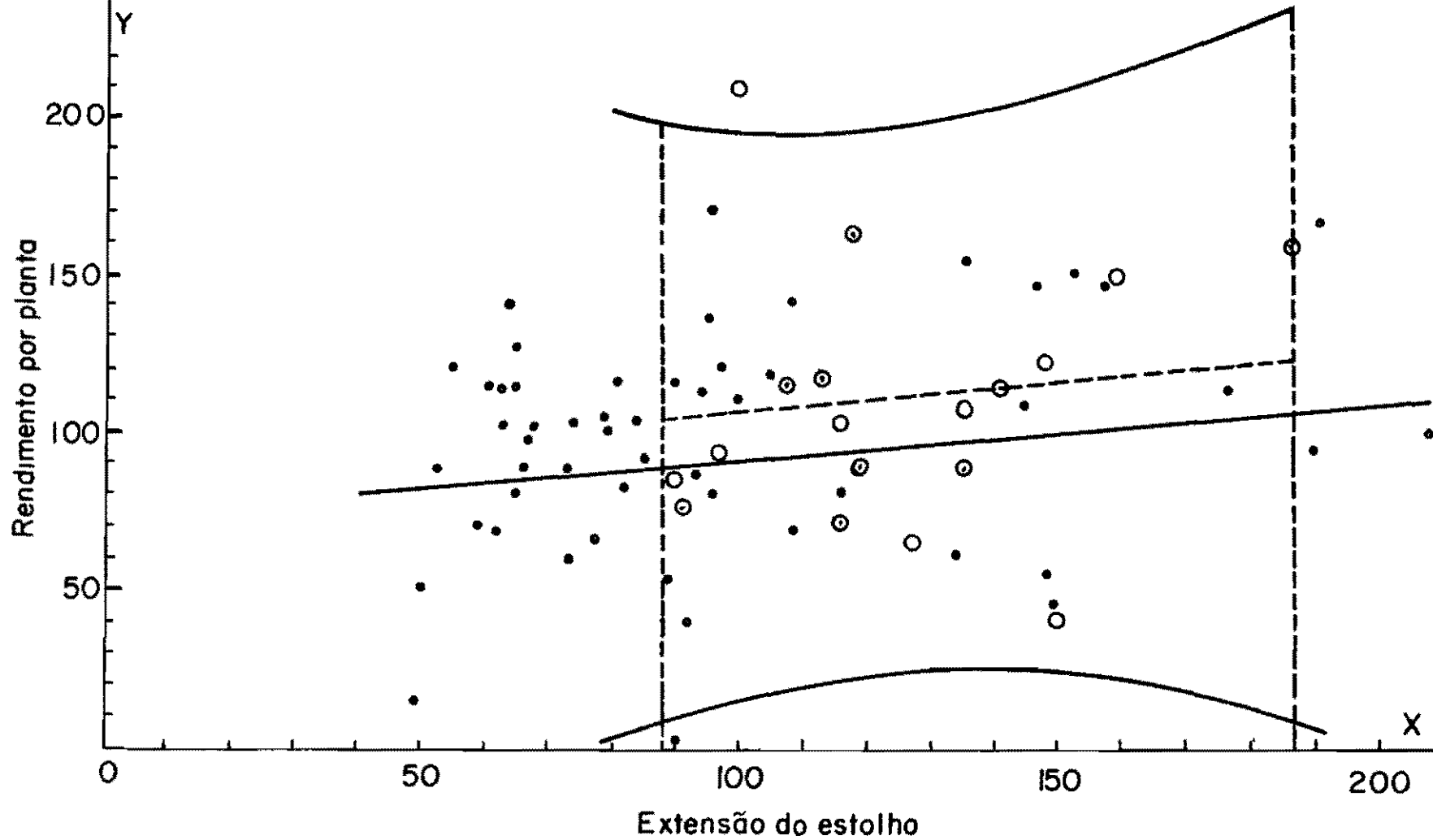
X_K	\hat{Y}_K	LIMITE	$\hat{Y}_K - \text{LIMITE}$	$\hat{Y}_K + \text{LIMITE}$
88	102 70	89 16	13 54	191 86
92	103 41	88 31	15 10	191 72
97	104 30	87 39	16 91	191 69
107	106 09	86 00	20 9	192 9
116	107 70	85 29	22 41	192 99
127	109 66	85 13	24 53	194 79
135	111 09	85 51	25 58	196 6
141	112 17	86 06	26 11	198 23
150	113 77	87 32	26 38	201 02
159	115 38	89 07	26 31	204 45
187	120 38	97 29	23 09	217 67

Observe-se como

- 1 Para valores externos de X_K , o intervalo é mais largo que para valores centrais
- 2 Os limites formam duas linhas por cima e por baixo da linha estimada, a franja assim constituída inclui 95% dos dados, isto, entretanto não tem nenhuma relação com o 95% do nível de confiança utilizado. Na verdade, este último indica que 95 de 100 vezes a "verdadeira" linha estará encerrada pelos limites
- 3 A "verdadeira" linha estará dentro desta franja com um 95% de probabilidade

Estes limites podem ser observados na página seguinte

Linha de regressão para rendimento por planta vs extensão do estolho



BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

TEXTOS GERAIS

Recomendados como leitura básica sobre os métodos estatísticos e sistema de cálculos

YA-LUN CHOU Análise Estatístico, 1ª Edição Interamericana, 1972

BRUNING, J L KINTZ, B L Computational Handbook of Statistics
Scott, Foresman and Company, 1968

TEXTOS EM REGRESSÃO E CORRELAÇÃO

DRAPER-SMITH Applied Regression Analysis John Wiley, 1966

GRAYBILL, F A An Introduction to Linear Statistical Models,
Volume 1 Mac-Graw Hill, 1961

TEXTOS DE EXTENSÃO DO TEMA

MORRISON, D F Multivariate Statistical Methods Mc-Graw Hill,
1967

SEAL, H L Multivariate Statistical Analysis for Biologists
Methuem and Co, Ltd , 1964

CURSO ESPECIAL DE APERFEIÇOAMENTO PARA PESQUISADORES DE MANDIOCA
 FISIOLOGIA DO CICLO INICIAL DO CRESCIMENTO DA MANDIOCA

Por D W Wholey *

INTRODUÇÃO

O sucesso de um cultivo de mandioca é frequentemente decidido durante as primeiras semanas de seu crescimento. Durante esta fase, as plantas jovens são mais susceptíveis aos efeitos de enfermidades, e insetos nocivos, seca, inundação e competição das ervas daninhas. Por isso, é essencial que compreendamos o crescimento e a fisiologia durante esta fase crítica da vida das plantas.

A parte inicial do ciclo de crescimento da Mandioca pode ser dividida em duas fases, a fase de regeneração e a fase de estabelecimento. A fase de regeneração começa com a plantação de uma estaca de caule e se completa, quando o sistema radicular se desenvolveu suficientemente para fornecer as necessidades da planta que se desenvolve com seus requerimentos de água. A fase de estabelecimento representa o período durante o qual o crescimento do talo depende das reservas de carboidratos da estaca, e termina, quando o talo está produzindo suficiente fotossíntese para suprir os requerimentos energéticos das plantas novas, isto é o crescimento autônomo. A divisão do crescimento inicial da mandioca nestas duas fases não é somente artificial mas também as fases provavelmente perturbam, por isto, para os objetivos desta conferência, as duas fases serão discutidas juntas.

Uma vez plantada, a estaca de caule está à mercê do solo e do ambiente aéreo imediatamente ao redor dela. Sem um sistema radicular, a regeneração da nova planta depende totalmente das reservas de umidade da estaca. Igualmente, sem folhas, o talo que se regenera deve contar com as reservas de carboidratos armazenados nos tecidos da estaca do caule.

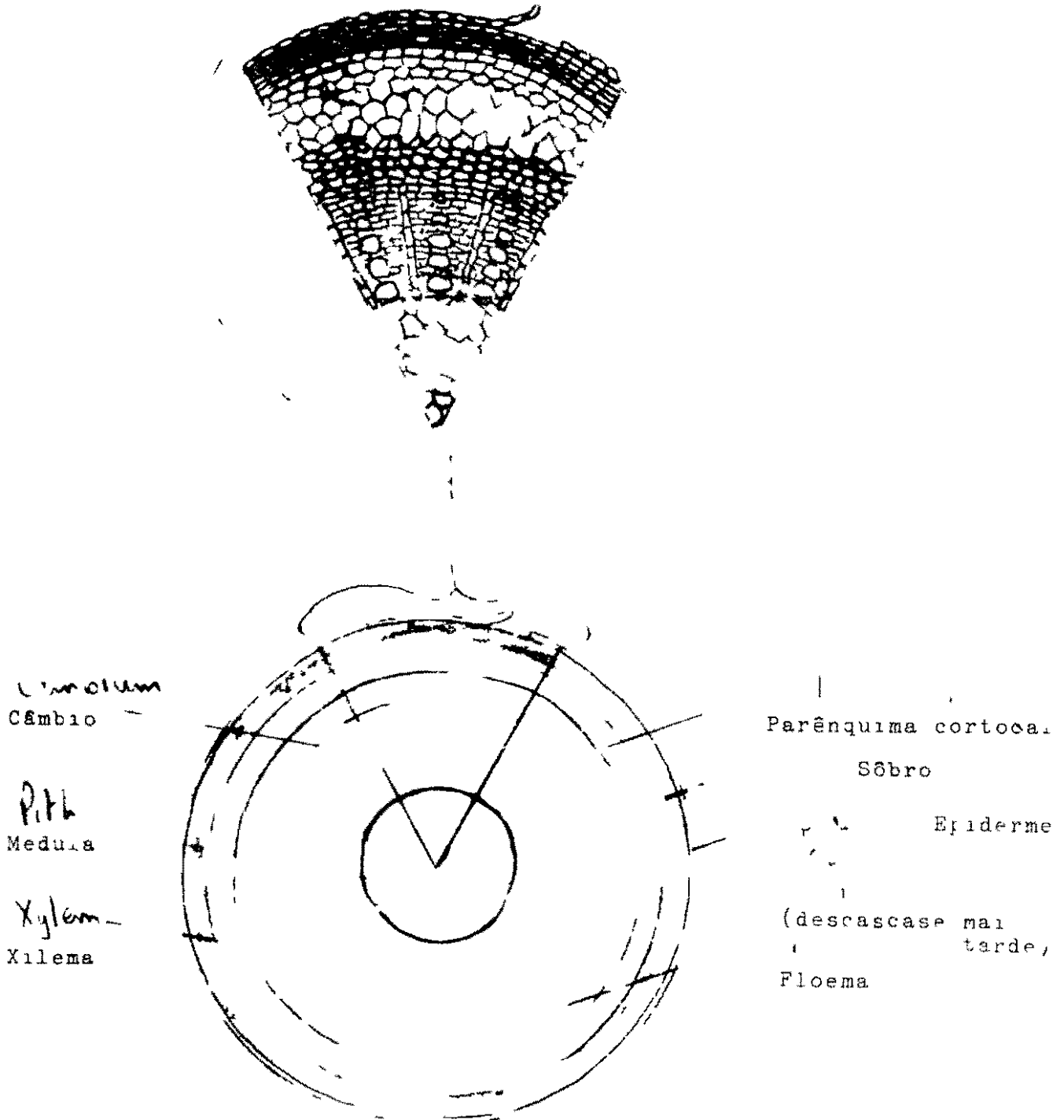
Experimentos do CIAT (Wholey, 1974) mostraram que há grandes diferenças nas estacas de caule entre as variedades (Tabela 1)

TABELA 1 Comparação entre estacas de caules duros, de 20 cm, de quatro variedades de mandioca

Variedade	Pêso Fresco (g)	Pêso Sêco (g)	Matéria Sêca (%)	Matéria Fresca (%)	Umidade (g)
M Col 22	33 4	8 4	25 2	74 8	25 0
M Col 75	56 5	13 9	24 6	75 4	42 6
M Col 76	87 4	23 4	26 8	73 2	64 0
M Col 1438	83 9	23 8	28 4	71 6	60 1

Fig 1 Diagram -t Seção²-

Fig 1 - DIAGRAMA DE UMA SECCAO DE CAULE DE MANDIOCA



Estas grandes diferenças mostradas nesta Tabela se devem às diferenças no diâmetro do caule. Por isto, pode-se notar que entre os pesos secos das estacas de M Col 22 e M Col 1438 existe uma diferença de quase três vezes. Igualmente, grandes diferenças ocorrem nas reservas de umidade disponíveis para a planta durante a fase de regeneração.

Anatômicamente, o caule da mandioca pode ser descrito como um tubo, cujas paredes são formadas pelos tecidos vasculares secundários, cobertos pelo feloderma e cuja cavidade está cheia com a medula (Fig 1). Embora a medula apenas contribua com 8 a 10 por cento da matéria seca, da estaca, 20 a 30% das reservas de umidade estão aí armazenadas e, não obstante falte prová-lo experimentalmente, evidências indiretas sugerem que a medula é uma importante fonte de umidade durante a fase de regeneração.

TABELA 3 A medula, como um lugar de reservas de umidade em estacas de madeira dura de 20 cm, de quatro variedades de mandioca

Variedade	Contribuição de matéria seca da medula	% de Umidade	% do total das reservas de umidade
M Col 22	15 2	87 2	35 0
M Col 75	7 1	87 9	18 6
M Col 76	7 8	89 1	20 8
M Col 1438	7 4	91 7	32 4

Um experimento, descrito no Informe Anual do CIAT (CIAT, 1973) mostra a importante relação entre a umidade da estaca e a germinação. (Fig 2)

Quando uma porção do caule de mandioca de uma planta de 12 meses é pintada com Iodo em solução de KI, um profuso enegrecimento na área do xilema indica a presença de grãos de amido, ocupando as células parenquimatosas do xilema. Análises de estacas de quatro variedades de mandioca, usando o método da antrona, mostrou a presença de grandes reservas de carboidratos no tecido do caule (Tabela 4)

TABELA 4 Reservas de carboidratos no tecidos do caule de quatro variedades de mandioca

Fig 2 - Relação entre a perda de umidade e a germinação de uma estaca de caule de 15 cm - Variedade M Col 1438

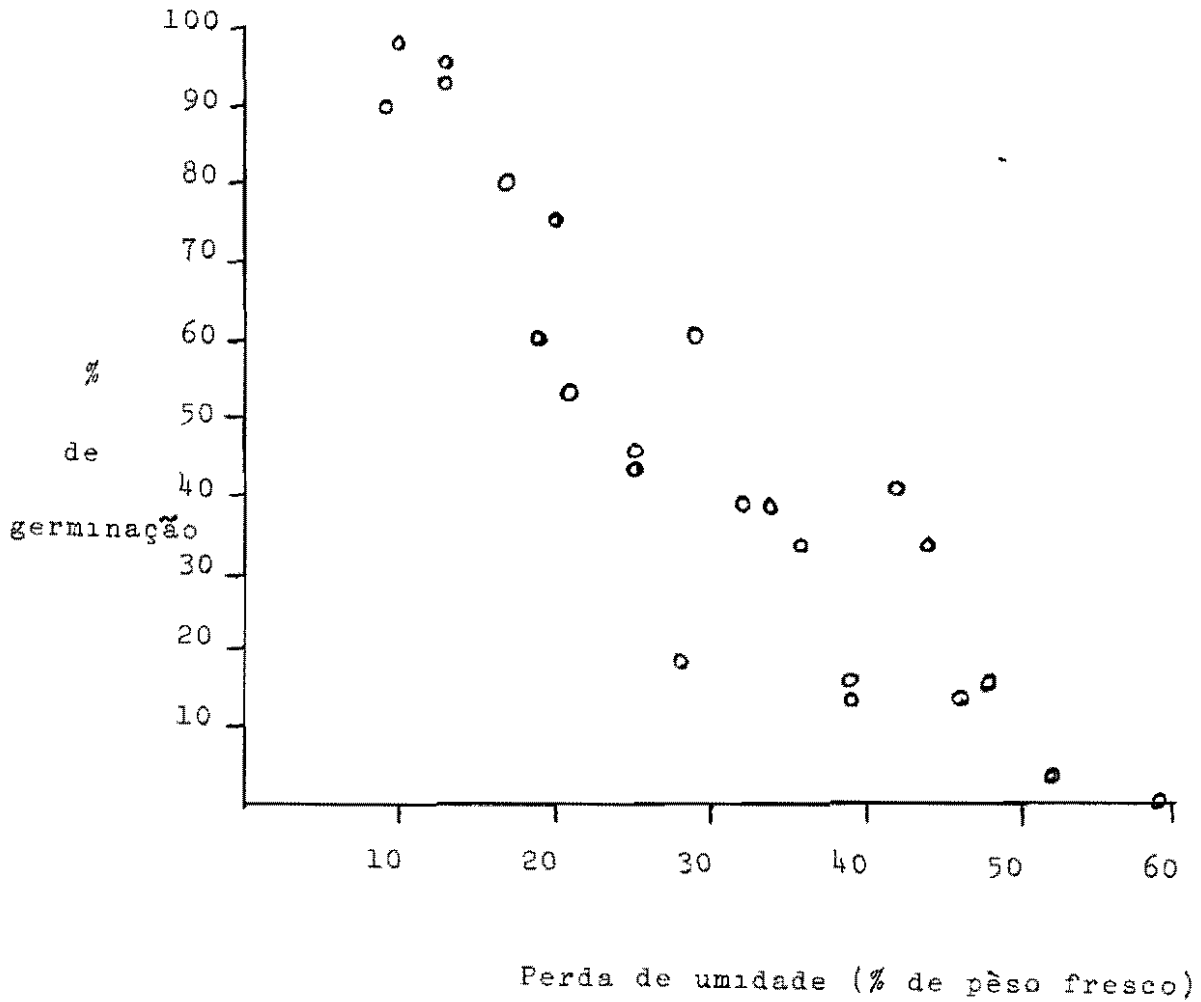


Tabela 4

Variedade	% de Matéria Sêca		Total	Por estaca (g)
	Amido	Açúcar		
M Col 22	24.1	4.6	28.7	8 1
M Col 75	24.4	6 3	30.7	13.6
M Col 76	23.2	4.5	27 7	21 7
M Col 1438	22 3	5 7	28.0	21 2

Um estudo, comparando a produção de talo de estacas do mesmo comprimento mas com diâmetros diferentes, mostrou que a produção de talo aumentou com o diâmetro da estaca, demonstrando assim o efeito do maior conteúdo de carboidratos (Tabela 5). Este efeito também foi observado em estacas de uma gema de diferentes comprimentos, mas com o mesmo diâmetro.

TABELA 5. Produção de talo aos 21 dias, de estacas de 8 cm e de três diâmetros. Uma gema axilar por estaca.

Diâmetro	Pêso	CH ₂ O	CH ₂ O	Produção
	Sêco (g)	disponível (% de ms)	Total (g)	de talo (g pf)
Delgado (1,6 cm)	5.74	33.7	1.93	5.13
Médio (2.0 cm)	9.74	35 3	3.44	8 29
Grosso (2 4 cm)	15 30	32 9	5.03	13 41

Dêstes dados, pode-se deduzir a importância de usar estacas recentemente cortadas, que sejam bastante grossas para conter as reservas de energia necessárias durante esta fase crítica do crescimento.

Há considerável evidência de outras espécies, cujo desenvolvimento, das plantas que se regeneram, é influenciado pelo estado de nutrição mineral de planta-padrão da qual se cortaram as estacas.

Experimentos com uvas demonstraram que o enraizamento foi menor em estacas preparadas de plantas crescidas em solos deficientes em fósforo, potássio, magnésio ou cálcio que de plantas não deficientes (Pearse, 1946). Em contraste, informou-se que o alto conteúdo de nitrogênio na estaca é prejudicial ao enraizamento (Haun e Cornell, 1951) Também se observou uma interessante interrelação entre a absorção do Zinco e o enraizamento em uvas (Samish e Spiegel, 1957, Spiegel 1953) onde o Zinco, necessário para síntese do Triptófano, o qual é o precursor do hormônio de enraizamento natural da uva, aumentou o nível de hormônio, e por conseguinte, a produção de raízes

Na mandioca, este campo de pesquisa está amplamente aberto, contudo, existem alguns dados sobre o conteúdo no caule de alguns dos macro-elementos (Tabela 6)

Informes de Cours et al. (1961) e do CIAT (sem publicar) mostram que a adição de Potássio a um solo deficiente neste nutrimento, aumenta a concentração de K, mas reduz a de N e P, provavelmente devido à grande reposta ao K, na produção da matéria seca

O trabalho de Enyi mostra que o conteúdo de Nitrogênio e Potássio diminuiu a medida que se afasta da base do caule. A proporção de Fósforo, Cálcio e Magnésio não varia muito com a maturidade do caule

TABELA 6. Conteúdo em macro-elementos do caule usado para preparar estacas

CIAT (sem publicar) Pance, Vale do Cauca, Deficiência em Potássio*

Nutriente aplicado	Conteúdo (% em MS)		
	<u>N</u>	<u>P</u>	<u>K</u>
Controle	1 03	0.13	0 25
N (200 kg/ha)	1 18	0 14	0 21
P (200 kg/ha)	0 87	0 14	0.27
K (400 kg/ha)	0 78	0.09	0 34
NPK	0 78	0 10	0 32

* A análise do solo mostrou M O = 4 5%, P = 2 4 ppm, K= 0 13me/100g

Cour, Fritz e Kamahaumby (19) Madagascar Deficiência em Potássio

	<u>N</u>	<u>P.</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>
Solo deficiente	1.76	0.31	0 19	0 40
Solo normal	1.00	0 05	0 51	0.37

Enyi (1970). Tanzania, Solo bem fertilizado

Situação da estaca	<u>N</u>	<u>P</u> (% de matéria	<u>K</u> sêca)	<u>Ca</u> sêca)	<u>Mg</u>
Base do caule	0 81	0 03	0 30	0 30	0.12
2	0.70	0.02	0 44	0 22	0.09
3	0 69	0 02	0.40	0 22	0 09
4	0 67	0 02	0 46	0 28	0 09
5	0 67	0.02	0 39	0 30	0 11
Parte superior do caule	0 67	0 03	0 39	0.40	0 12

Destas cifras, pode-se calcular que uma estaca média de 15 cm, 70 g de peso fresco e 30 g de peso sêco contém, as seguintes quantidades de nutrientes

TABELA 7. Conteúdo recalculado de nutrientes de uma estaca média de 15 cm

	% de Matéria Sêca	Conteúdo (g)
N	0 60 - 0 78	0.12 - 0 16
P	0 06 - 0 10	0 01 - 0 02
K	0 32 - 0 68	0.06 - 0.14
Ca	0 22 - 0 39	0 04 - 0 08
Mg	0.09	0 02
Conteúdo total de macro-nutrientes		0 25 - 0.42 g

Falta demonstrar ainda se a regeneração de estacas, preparadas de plantas padrão crescidas em solos deficientes em potássio, é menor que aquela de estacas preparadas de plantas que foram adequadamente abastecidas de potássio. Ainda não se sabe se outras deficiências minerais do solo podem ocasionar concentrações reduzidas nas estacas e, através disto, menores taxas de regeneração, particularmente em solos pobres. Todos estes problemas requerem uma solução.

Uma coisa é sabida com certeza um agricultor em solos pobres é bem avisado para aplicar fertilizantes às plantas que pretende usar como material de plantação em seu próximo cultivo Não por causa do enriquecimento nutritivo da estaca, pois temos insuficientes provas para recomendá-lo, mas para garantir plantas saudias e vigorosas, que produzirão muitas estacas grossas, com edequadas reservas de carboidratos.

O crescimento da mandioca, assim como o de todas as plantas, depende da temperatura e, portanto, a regeneração de plantas de mandioca, a partir da estacas, ocorrerá apenas dentro de certo limite de temperatura, acima ou abaixo do qual não ocorrerá o crescimento. Experimentos em câmaras de ambiente controlado no CIAT indica que este limite se encontra entre 25 e 40°C, se bem que se revelou, em estudo posterior, que existem diferenças na adaptabilidade da variedade

Quando estacas de uma mesma variedade foram plantadas em crescentes altitudes dos Andes, aumentou o tempo para a saída de brotos (Rosas e Cock, sem publicar), um reflexo das reduzidas temperaturas sobre o crescimento A temperatura mínima desceu a menos de 25°C. frequentemente durante este experimento, e em viveiros de propagação no CIAT, a temperatura, ao meio-dia frequentemente passa dos 40°C, porisso, as temperaturas fora do limite citado podem não ser prejudiciais por curtos períodos, contudo, pouco ou nenhum crescimento ocorre nessas temperaturas.

A temperaturas normais (30 - 35°), o crescimento das estacas de mandioca começa durante a primeira semana depois de plantar com a produção de raízes adventícias dos nós cobertos pelo solo. Estas raízes se elevam solitárias ou em grupos de duas ou três, de discretos sítios associados com a base da gema ou do exterior da cicatriz da estípula. Indocou-se que as raízes nodais são preformadas de raízes iniciais (Indira e Sinha, 1970) e parecem surgir das três aberturas do xilema, associadas como os vestígios de folhas (Fig 3). Em experimentos de propagação com neblina no CIAT (Wholey, 1974), as raízes nodais aumentaram tanto em número como em peso fresco até quatro semanas, depois de plantar, após o que nenhum crescimento adicional ocorreu (Fig 4).

Cours (1951) informou que as raízes nodais eram efêmeras, e que depois da primeira semana morreram, sendo seu papel na compressão de água e de minerais, desempenhado pelas raízes básicas. Esta observação necessita uma determinação adicional.

O prolongamento das gemas, que marca a primeira etapa evolutiva - nista de crescimento do talo - também ocorre durante a primeira semana, e resultados preliminares de experimentos comuns sugerem que a temperatura do meio de enraizamento pode ser importante para determinar se as raízes nodais se desenvolvem antes ou depois do prolongamento das gemas. A maior parte das gemas em cada estaca começa a prolongar-se sob condições ótimas de umidades, e o desenvolvimento de todas as gemas parece ser paralelo, até que um ou mais brotos emerge do meio.

A ação da luz solar, sobre as folhas em expansão, parece produzir auxina (provavelmente IAA) que suprime a expansão dos talos das gemas que não emergiram, que logo se caem deixando cicatrizes circulares no ponto de inserção na estaca. O número de talos, que emergem por estaca, parece estar relacionado com o comprimento da estaca, posição de plantar e, possivelmente, com condições de umidade do solo. Estacas longas produziram mais talos que estacas curtas, em experimento no CIAT.

Durante a segunda semana depois de plantar, forma-se calos na região cambial da base das estacas e logo depois as raízes básicas, que são anatômicamente idênticas às raízes nodais (Indira e Sinha, 1970), abrem caminho por entre os calos. São estas raízes que eventualmente formam a maior parte dos sítios de armazenamento de amido, se bem que a posição de plantar parece influenciar isto (Loria, 1962), como com plantas originadas de estacas plantadas horizontalmente, que usam as raízes nodais como sítios de deposição de amido.

Experimentos no CIAT sob neblina mostraram que as variedades apresentam diferenças quanto à produção de raízes, sendo que M Col 1438 depende mais das raízes nodais para a compressão de água durante as primeiras semanas de vida, e M Col 1513 produz comparativamente poucas raízes nodais e muito mais raízes básicas. É possível que este último tipo isto é o enraizamento básico apresente maior vantagem que

Fig 3 - Diagrama de um nó trilacunar de Mandioca

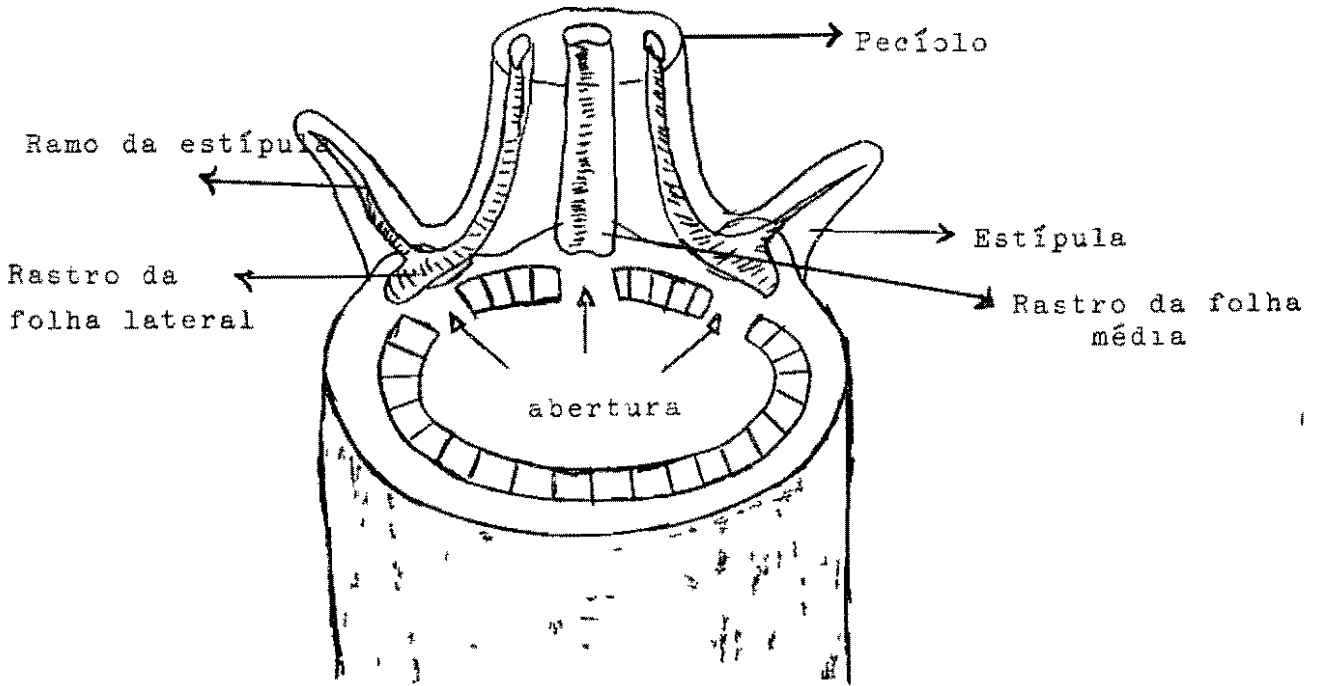
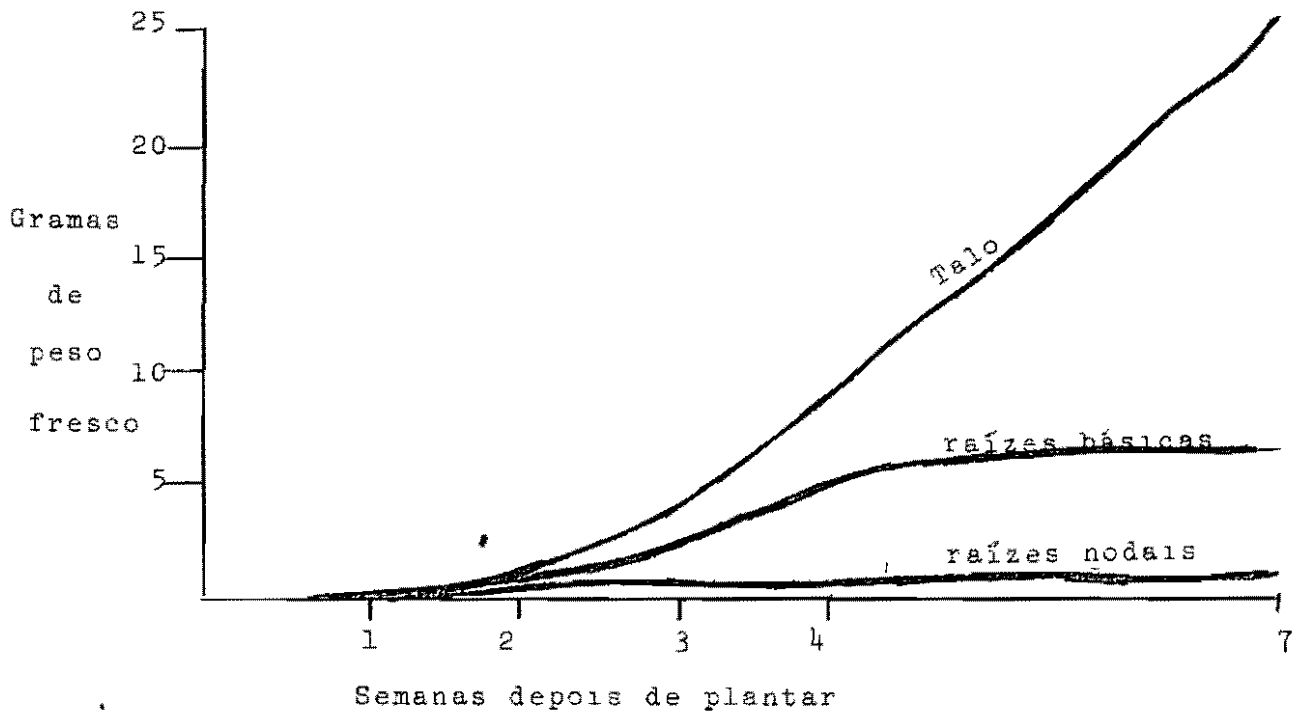


Fig 4 - Crescimento do talo e das raízes nodais e básicas de estacas de 15 cm de M Col 1,13 sob neblina



o tipo de enraizamento nodal em solos mais secos, quando as estacas são plantadas verticalmente ou inclinadas. As raízes básicas crescem em solo mais úmido que as raízes nodais.

Experimentos mostraram que a remoção de gemas de estacas com muitas gemas progressivamente diminuiu o número de raízes básicas produzidas, mas houve pouco efeito sobre a produção de raízes nodais (Indira e Sinha, 1970). Substituindo as gemas extirpadas por açúcares, aumentou-se a produção de raízes básicas, demonstrando assim que a produção destas raízes sofre a influência da nutrição em carboidratos. Demonstrou-se que a aplicação de reguladores do crescimento da planta afeta a produção de raízes básicas, muito mais que a produção de raízes nodais. Indira e Sinha (1970) informaram sobre um triplo aumento no número de raízes básicas com o ácido naftil-acético a 1 000 ppm, se bem que a produção de raízes nodais foi aumentada por uma menor quantidade. Deste trabalho, vê-se que as raízes nodais são mais independentes das influências externas que as raízes básicas.

Informou-se que a posição de plantar sob condições de campo exerce grandes influências sobre o crescimento inicial. Contudo, experimento sob neblina no CIAT (Wholey, 1974) mostraram que se poderia obter 100% do estabelecimento, quando as estacas eram colocadas vertical, inclinada, horizontal, invertida-inclinada ou invertida-vertical, e completamente cobertas pelo meio. Grandes diferenças ocorreram nos pontos desde os quais se desenvolveram os talos, contudo, com talos desenvolvendo dos nós distantes do centro, nas posições vertical e inclinada, e com raízes desenvolvendo dos nós básicos nos tratamentos invertido-inclinada e invertido-vertical. Os tratamentos colocados horizontalmente foram intermediários na reação.

Dêstes resultados, concluiu-se que as condições de solo exercem grandes influências sobre o crescimento inicial de estacas plantadas em diferentes posições. Requerem-se experimentos de campo para esclarecer a ótima posição de plantar, segundo as diferentes condições de solo.

A fim da fase de estabelecimento, quando a planta tornou-se autônoma com relação a carboidratos e água ainda tem de ser identificado, e devido à relativamente grande quantidade de matéria seca na estaca em proporção à pequena quantidade de matéria seca no talo que se desenvolve, esta descoberta provavelmente exigirá o uso de um equipamento para análise de gás. De observações de campo, o autor estima que a transformação da confiança nas reservas da estaca à produção autônoma de carboidratos ocorre ao redor da seis semanas.

O crescimento inicial da maioria das raízes, depois de plantar o cultivo, está associado ao desenvolvimento do caule, folhas e raízes de absorção disponíveis para o armazenamento de carboidratos na raiz ou tubérculo (Milthorpe, 1967) Estudos sobre o começo do aumento do volume das raízes (Wholey e Cock, 1974) mostram a presença de apreciáveis quantidades de raízes grossas durante o 3º (terceiro) mês de crescimento, contudo, estudos que continuam na Universidade de Guelph sugerem que os primeiros grânulos de amido podem ser realmente depositados durante o primeiro mês de crescimento. Por tanto, o começo da deposição de amido figura como parte da fase de crescimento inicial da mandioca.

Nesta apresentação, pretendi reunir a maior parte dos dados publicados com alguns não publicados de meu conhecimento, em um intento de mostrar o que é conhecido sobre esta importante fase do desenvolvimento da mandioca. Do que vimos, é facilmente aparente que há muitas pesquisas a ser feitas nesta área. Espero ter sido capaz de estimular o interesse em alguns de vocês, que hoje estão aqui, para que algumas das lacunas sobre o conhecimento do crescimento inicial da mandioca sejam preenchidas em um futuro próximo.

BIBLIOGRAFIA

- CIAT (1973) Annual Report, Cassava Production Systems
- Cours, G (1951) Memoires de L'Institut Scientifique de Madagascar, Tome III Series B 203-400
- Cours, G , J Fritz, and G Ramahadimby (1961) Fertilitate 12, 3-20
- Enyi, B A C (1970) Beitrage zur tropischen und subtropischen Landwirtschaft und Tropen veterinarmedizin S Jahrgang Heft 1 Karl Marx Universitat Leipzig
- Haun, J R and P W Cornell (1951) Proc Amer Soc Hort Sci 58, 317-323
- Hartmann, H T and D E Kester (1968) Plant Propagation, Prentice Hall Inc
- Indira, P And Sinha (1970) Ind J. Plant Physiology 13, 24-32
- Loria, W (1962) Amer Soc Hort Sci (Caribbean Region) 6, 20-23
- Milthorpe, F W (1967) Proceedings of Int Symp Trop Root Crops St Augustine, Trinidad, W I
- Pearce, H L (1946) Quoted from Hartmann and Kester (1968)
- Rosas, D and J H Cock (sem publicar)
- Samish, R M and P Spiegel (1957) Quoted from Hartmann and Kester (1968) Spiegel, P (1953) IBID
- Wholey, D W (1974) PhD Thesis University of the West Indies Trinidad (sem publicar)
- Wholey, D W and J H Cock (1974) Experimental Ag (in press)

CURSO ESPECIAL DE APERFEIÇOAMENTO PARA PESQUISADORES DE MANDIOCA
VALIDAÇÃO DE TECNOLOGIA ENSAIOS REGIONAIS

Por Julio Cesar Toro *

DEFINIÇÃO Entende-se por ensaio ou experimento regional de mandioca toda classe de avaliação que se realize fora dos centros experimentais, com o fim de determinar o rendimento e a categoria geográfica das variedades, bem como a positividade dos resultados obtidos no Centro Experimental do CIAT em Palmira

OBJETIVOS Como é quase impossível manter a coleção mundial de mandioca em vários lugares de Colômbia, a seleção e a avaliação de variedades são feitas inicialmente no CIAT em Palmira

Uma variedade promissora em Palmira pode não sê-lo nos "Llanos", na Costa ou no Brasil, razão pela qual se faz necessário levar estas variedades a outros lugares de clima e solo diferentes para compará-las com as variedades da região antes de fazer qualquer recomendação

Dêstes experimentos regionais deriva um conjunto de conhecimentos tecnológicos com o qual se procura obter a medida do caráter, para o qual se planejou a prova, servindo também como transferência de tecnologia

Além disso, um experimento regional também ensina, ao mostrar ao agricultor os resultados positivos das investigações realizadas nos centros experimentais, demonstrando eficácia em condições de campo

LOCALIZAÇÃO. Inicialmente selecionaram-se lugares representativos de zonas produtoras de mandioca em pontos visíveis e facilmente acessíveis aos camponeses da região, com fins principalmente demonstrativos

PLANEJAMENTO Êstes experimentos serão feitos em blocos ao acaso com 4 repetições

BORDAS Recomenda-se deixar dois sulcos de borda por cada lado da parcela com o fim de eliminar efeitos de competição, causados por distintos hábitos de crescimento das variedades e pela luz

TAMANHO DA PARCELA Assim como se pode ver no plano anexo, as parcelas dos extremos de cada bloco serão de 9 x 8 plantas = 72 e as intermediárias de 8 x 8 = 64 plantas Isto é, a parcelas dos extremos terao um sulco mais que as do meio

Em ambos casos, as plantas a serem colhidas com competição em cruz serão de 24 por parcela

ESTACAS NECESSÁRIAS Para as variedades que, no sorteio, fiquem nos extremos de cada bloco serão necessárias 8 estacas mais por cada repetição

Como um "stand" perfeito é o mais desejado, é necessário calcular de 10% - 15% mais de estacas extras para plantar outra vez, quando a germinação seja deficiente

Em realidade, para maior segurança e para cobrir qualquer caso, deve-se contar, no mínimo, com 300 estacas de cada variedade para cada experimento regional

POPULAÇÃO Usar-se-á uma população de 10 000 plantas por hectare no sistema a quadro, metro por metro

RUAS Com fins demonstrativos, deve deixar-se uma rua de 3 ou 4 metros de largura entre os blocos

VARIETADES Tanto as variedades promissoras do ICA como as do CIAT serão comparadas com as variedades regionais preponderantes na zona

CONTROLE DE ERVAS DANINHAS Para o controle de ervas daninhas usar-se a uma mistura de Karmex e Lazo, cuja dosagem variará de acordo a textura dos solos e o conteúdo de matéria orgânica. A dosagem de acordo a textura pode ser

Argiloso	2 Kg de Karmex, 3 litros de Lazo
Franco Limoso	1 5 Kg de Karmex, 2,5 litros de Lazo
Franco argiloso	1 5 Kg de Karmex, 2,5 litros de Lazo
Arenoso	1 0 Kg de Karmex, 2 litros de Lazo

A limpeza manual sera feita tantas vezes quantas sejam necessárias para manter a mandioca livre de ervas, até fechar adequadamente a folhagem

CONTROLE DE INSETOS O controle de insetos sera efetuado nas pragas do solo que atacam a germinação da estaca e as plantas em crescimento

As pragas do solo serão combatidas com Aldrex a razão de 2 galões por hectare em cobertura sem incorporar no solo. O controle ao "cachón" (Erinnys elow) será feito com Diostop a 5%, 0,1 galão por hectare ou aplicar 15 kg por hectare de arseniato de chumbo

CONTROLE DE DOENÇAS Para prevenir a podridão das estacas e a morte de plântulas, as estacas serão submergidas em Arasan a 5% por 3 minutos, antes de serem plantadas. Deve-se evitar

que o material de propagação esteja contaminado pela bacteria CBB

FERTILIZANTES Não serão aplicados fertilizantes de nenhuma natureza, com exceção de Carimagua, e se adubará da seguinte forma

Nitrogênio -	Uréia, 100 kg por hectare, assim 1/3 ao plantar em banda 1/3 ao completar 50 dias em banda 1/3 ao completar 120 dias em banda
Fósforo	100 quilos por hectare ao plantar, assim 1/2 como Sulfato de Potássio incorporado e 1/2 como Cloreto de Potássio em banda
Cal	500 quilos por hectare, 1 ou 2 meses antes de plantar

DADOS A SEREM TOMADOS Além do rendimento, serão tomados outros dados, tais como, tamanho de raízes, conteúdo de amido, matéria seca, resistência a insetos a doenças, tamanho da planta e índice de colheita

PROPAGAÇÃO A medida que se fazem os experimentos regionais, o material promissor está realmente aumentando-se com o fim de poder ser distribuído mais tarde aos agricultores para que eles mesmos avaliem este material

COLABORADORES Inicialmente, teremos a colaboração do Programa de Tuberosas do Instituto Colombiano Agropecuario e do Programa de Diversificação de Zonas Cafeeiras da Federação Nacional de Cafeicultores

DIA DE CAMPO Quando uma ou mais variedades já demonstraram sua superioridade em determinada zona, depois de ser devidamente avaliada, então se promoverá tal ou tais variedades em um dia de campo Neste dia poder-se-á entregar estacas aos agricultores mais progressistas das regioes

IDENTIFICAÇÃO O experimento deverá ser indentificado com letreiros bastante grandes e simples, que apresentem uma leitura facil para o agricultor Cada variedade levará o nome segundo o registro do CIAT e do ICA para que os agricultores se familiarizem com os mesmos, evitando assim as denominações comuns que apenas provocam confusão

EXPERIMENTOS FORA DO PAIS Futuramente, pensamos levar a mesma tecnologia a outros países colaboradores para comparar as nossas variedades promissoras com as dos citados países

COORDENAÇÃO E SUPERVISÃO Segundo convenio cooperativo entre o ICA e o CIAT, o Dr Lauro Luján supervisará e coordenará os experimentos do ICA e Júlio Cesar Toro coordenará e supervisará os experimentos do CIAT e os do Federação de Cafeicultores

A tecnologia a ser usada será uniforme para todos os experimentos e a coordenação geral estará a cargo do CIAT

/

'

CURSO ESPECIAL DE APERFEIÇOAMENTO PARA PESQUISADORES DE MANDIOCA

COLEÇÃO DE DADOS EM EXPERIMENTOS DE CAMPO

Por Julio César Toro

PORQUE SE DEVEM TOMAR DADOS

As notas ou dados de campo devem ser tomados para se poder fazer uma avaliação, mais precisa possível, do caráter ou caracteres da unidade experimental que queremos medir em um ensaio

TIPOS DE DADOS

Os dados podem ser de dois tipos

- 1 Quantitativos. Estes são os dados que nos servem para medir, em números, o que estamos estudando, para podermos converter-á cifras económicas em qualquer momento
- 2 Qualitativos Estes dados ou notas servem de complemento áqueles quantitativos, entretanto, não são suficientes para tirar uma conclusão, já que uma planta de mandioca pode ser muito bonita e bem desenvolvida, porém nada render, o que económica e agronomicamente não seria desejável, preferimos uma planta feia mas de bom rendimento.

GENERALIDADES

A coleta de dados é feita mediante notas de avaliação, através de observações ou medidas ao longo do ciclo da planta. Estas notas devem ser o mais completas e organizadas para que proporcionem boas comparações e sirvam de referência ao pesquisador e outras pessoas. Isto exige que as notas sejam breves, precisas e que se possam interpretar facilmente depois que se haja esquecido de pequenos detalhes observados quando se tomaram as notas

As boas notas não podem ser substituídas sequer por uma excelente fotografia

Anotam-se muito bem os dados em livros de campo ou diretamente em folhas especialmente senhadas para este fim, evitando a transcrição desnecessária dos mesmos. Muitas vezes um livro de campo sujo merece mais confiança que uma folha imaculadamente escrita à máquina, em que se podem cometer erros ao transcrever as notas

O uso de números ou letras que possam converter-se a números é o mais recomendável na tomada de dados. Quase todos os tipos de informações podem ser agrupados e numerados para que facilitem as análises

Deve-se escolher cuidadosamente as unidades para os dados com o fim de evitar erros durante a transferência e os cálculos. O rendimento deve ser tomado em quilos e não em libras ou outras medidas para evitar uma conversão quando se quer dar a medida final em quilos por hectare

Devido a grande variação no período de desenvolvimento da mandioca os rendimentos são mais comparáveis se expressos em quilos de matéria seca/por hectare/dia, além da unidade de peso por unidade de área (Kg/ha)

Em lugares onde há possibilidade de um sistema contínuo de cultivo, o rendimento por unidade de tempo é tão importante quanto o rendimento por unidade de área. Numerar os dias do ano, começando com um (1) para primeiro de janeiro, continuando até trezentos sessenta e cinco (365) para dezembro, facilita o cálculo do tempo entre vários estados de desenvolvimento, observações e períodos de tratamento (anexo 1).

DADOS A TOMAR

Os dados a serem tomados em um experimento de mandioca obedecem, mais que tudo, ao interesse específico de cada área de pesquisa. Assim, por exemplo, ao entomólogo pode interessar muito pouco o peso por hectare das ervas daninhas entre a mandioca

No entanto, os dados devem ser os mais completos possíveis, uma vez que podem servir não só a um, mas a todos os campos de pesquisa da cultura

O foto de uma variedade que aos 1 000 metros de altitude alcance 1,50 metros de altura, e que ao nível do mar, atinja 3,00 metros não é importante para um entomólogo, mas o é para um fisiologista. Por esta razão é preferível tomar alguns dados que pareçam des necessários, porém que vão ser de considerável importância para outros sectores do programa

Os dados mais comuns que tomamos no programa de mandioca do CIAT são

- 1 Porcentagem de germinação
- 2 Insetos
- 3 Doenças
- 4 Ervas danhas
- 5 Diâmetro da copa
- 6 Altura da planta
- 7 Número de raizes
- 8 Diâmetro das raizes (centro)
- 9 Comprimento de raizes
- 10 Colo das raizes
- 11 Porcentagem de materia seca
- 12 Porcentagem de amido
- 13 Índice de colheita
- 14 Rendimento

TABELA DE CONVERSÃO DO CALENDÁRIO A NÚMERO DE DIAS

Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov.	Dec	Data Calendário				
1	32	60	91	121	152	182	213	244	274	305	335	1
2	33	61	92	122	153	183	214	245	275	306	336	2
3	34	62	93	123	154	184	215	246	276	307	337	3
4	35	63	94	124	155	185	216	247	277	308	338	4
5	36	64	95	125	156	186	217	248	278	309	339	5
6	37	65	96	126	157	187	218	249	279	310	340	6
7	38	66	97	127	158	188	219	250	280	311	341	7
8	39	67	98	128	159	189	220	251	281	312	342	8
9	40	68	99	129	160	190	221	252	282	313	343	9
10	41	69	100	130	161	191	222	253	283	314	344	10
11	42	70	101	131	162	192	223	254	284	315	345	11
12	43	71	102	132	163	193	224	255	285	316	346	12
13	44	72	103	133	164	194	225	256	286	317	347	13
14	45	73	104	134	165	195	226	257	287	318	348	14
15	46	74	105	135	166	196	227	258	288	319	349	15
16	47	75	106	136	167	197	228	259	289	320	350	16
17	48	76	107	137	168	198	229	260	290	321	351	17
18	49	77	108	138	169	199	230	261	291	322	352	18
19	50	78	109	139	170	200	231	262	292	323	353	19
20	51	79	110	140	171	201	232	263	293	324	354	20
21	52	80	111	141	172	202	233	264	294	325	355	21
22	53	81	112	142	173	203	234	265	295	326	356	22
23	54	82	113	143	174	204	235	266	296	327	357	23
24	55	83	114	144	175	205	236	267	297	328	358	24
25	56	84	115	145	176	206	237	268	298	329	359	25
26	57	85	116	146	177	207	238	269	299	330	360	26
27	58	86	117	147	178	208	239	270	300	331	361	27
28	59	87	118	148	179	209	240	271	301	332	362	28
29	--	88	119	149	180	210	241	272	302	333	363	29
30	--	89	120	150	181	211	242	273	303	334	364	30
31	--	90	--	151	--	212	243	--	304	--	365	31

Para determinar o número de dias entre duas datas, é só subtrair o primeiro do segundo. Se o segundo é menor do que o primeiro ou o intervalo está por cima do ano deve-se somar 365 ao segundo número.

Exemplo Se a mandioca foi plantada em Junho 24 de 1974 determinar a idade da cultura quando vários tratamentos foram aplicados:

TRATAMENTOS

SEMEADURA	Jun. 24	175	-----	-----
FERTILIZAÇÃO	Jul 15	196	196 - 175	21
APL. INSETICIDA	Ago. 10	222	222 - 175	47
COLHEITAS	Abr. 24	114	114 + 365 - 175	304
	Ago. 24	236	236 + 365 - 175	426

A IMPORTANCIA DO HCN NA MANDIOCA

Por James H. Cock

A mandioca contém os glucosídeos cianogênicos, linamarina e lotaustralina os quais são destruídos pela ação de linamarase para formar HCN. Este é o elemento tóxico de mandioca, conhecido por todo mundo e que causa morte rápida as pessoas que a ingerem crua. Em cada ano, o número generalidades conseguintes envenenamento agudo e pequeno, já que os métodos tradicionais de preparação da mandioca redazem o teor de cianeto a proporções muito baixas, a um limite de segurança.

Entretanto, há certa evidência de que a ingestão de pequenas quantidades de cianeto, sem causar intoxicação aguda, pode levar a um envenenamento progressivo crônico cujos sintomas são bócio e neuropatia atáxica. A quase totalidade de casos destas doenças foi registrada na África, principalmente em Zaire. Parece que os efeitos só são observados quando a ingestão dietética de proteínas, particularmente de aminoácidos sulfúricos, é baixa. Os únicos casos destas enfermidades foram reportados na Bolívia, entretanto o bócio observado nestes casos pode haver sido causado pela deficiência de iodo e não pela ingestão excessiva de HCN. Apesar disso, os operários que lidam com a mandioca devem estar alertas sobre o perigo que representa uma ingestão contínua de HCN.

Qualquer programa de melhoramento genético deve ter como objetivo a seleção de espécies com baixo ou nulo teor de cianeto. Trabalhos iniciais, aqui no CIAT, revelaram que é possível obter um alto rendimento da produção, uma alta produtividade com baixas porcentagens de cianeto. Uma antiga crença que dizia que espécies com elevado teor de cianeto, tipo amargo, produziam mais, não foi confirmada pelos nossos resultados preliminares. Do mesmo modo, diz-se frequentemente que a

resistência a doenças e pragas está relacionada com o alto teor de cianeto, particularmente nas folhas. Até agora, não foi encontrada nenhuma correlação positiva entre o teor de cianeto nas folhas e a resistência a doenças e insetos. Também, encontrou-se pouca correlação entre o teor de cianeto na folha e o teor de cianeto na raiz, de modo que poderia ser considerado vantajoso obter uma variedade com alto teor nas folhas e baixo teor nas raízes.

O ideal seria naturalmente uma raiz livre de HCN. Mas até agora, não foi encontrada nenhuma espécie de Manihot esculenta livre de cianeto no nosso banco de germoplasma. Entretanto, uma espécie silvestre de Manihot sp. mostrou um teor zero de cianeto e estamos estudando atualmente as possibilidades de cruzar esta espécie com Manihot esculenta.

Portanto, acreditamos que existe ainda uma possibilidade de encontrar uma mandioca com teor nulo de cianeto. No trevo a acianogenese é controlada por um gen recessivo. Mas como a mandioca é muito heterozigota, dificilmente se apresentaria o efeito de um único gen recessivo. Entretanto, um programa bem coordenado, que tratasse de individualizar todos os clones existentes no banco de germoplasma, poderia levar ao descobrimento de uma espécie com teor nulo de cianeto.

Entretanto, se não for possível encontrar uma espécie com teor nulo, é possível a seleção de espécies com baixo teor, que não sejam mais suscetíveis a doenças e pragas e que não deixem de ter o mesmo rendimento que as espécies amargas.

Metodologia da Determinação de Cianeto

A medição de CN^- per se é relativamente simples, e existem muitas técnicas precisas disponíveis. Entretanto, o radical CN^- não está presente no tecido não danificado da planta. Ele é liberado somente quando algum dano às células põe em contato linamarina e linamarase. A taxa de liberação de CN^- depende das quantidades relativas de linamarina e linamarase. Parece que nas folhas o teor de

linamarase é relativamente grande é que a liberação de CN- é rápida, mas nas raízes é muito lenta. É possível também que o CN liberado esteja ligado a outros compostos inorgânicos tornando impossível a medição.

Encontrou-se também no trevo que alguns clones são acianogênicos porque não possuem enzima linamarase. Entretanto, atualmente não se sabe se o intestino humano e/ou outras partes do corpo, como por exemplo, o cérebro, podem hidrolisar a linamarina, produzindo toxicidade. Se tal ocorresse, um clone aparentemente livre de CN seria potencialmente perigoso. Desse modo, a medição de cianeto atualmente não é muito exata e nos atrevemos a afirmar que não existe nenhum método absolutamente confiável até o presente momento.

Apesar disso, uma estimativa a grosso modo dos teores de cianeto nas plantas pode ser feita utilizando o método do papel e ácido pícrico que descreveremos mais adiante. Este método classifica o teor de cianeto em alto, médio e baixo. Entretanto, ao ser utilizado, deve-se ter em conta que este método poderia classificar uma variedade elevada em linamarina e baixa em linamarinase como uma espécie baixa em cianeto, mas esta espécie poderia ser tóxica.

METODO DE DETERMINAÇÃO DE HCN (papel e ácido pícrico)

Reagentes

- 1 1,2% ácido pícrico em água.
- 2 5% de carbonato de sódio em água
- 3 Clorofórmio

Preparação do papel

Misture 100 ml de 1,2% de ácido pícrico e 100 ml de 5% de carbonato de sódio. Corte tiras de papel de filtro (aproximadamente 1 x 5 cm) e coloque-as na solução de ácido pícrico e carbonato por 10 minutos. Retire os papéis e coloque-os no forno a uma temperatura de 50°C até que estejam secos. Retire-os e guarde-os num lugar escuro.

Método

Tome aproximadamente 20mg da parte comestível de raiz. Um tamanho uniforme poder ser obtido se usamos um perfurador de rolha que cortara cilindros de diâmetro conhecido. Estes podem ser cortados mantendo sempre um comprimento uniforme para assim obter amostras uniformes. Coloque a amostra num tubo de ensaio e triture com um bastão de vidro. Acrescente aproximadamente 2 ml de cloroformio e imediatamente coloque uma tira de papel dentro do tubo, tapando-o em seguida.

O cor relativo do papel indica um estimativo de concentração de CN^{-1} . Bem vermelho significa um alto nível de CN^{-1} .

NOTAS SÔBRE A ANÁLISE ECONÔMICA RELACIONADA COM A
INVESTIGAÇÃO SÔBRE A MANDIOCA

Per Pinstrup-Andersen

Preparado para o Curso Especial de Treinamento Pós-Graduado
para Investigadores de Mandioca, Agosto 3 - 31, 1974

Programa de Economia Agrícola

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL

Calí - Colômbia

CONTEÚDO DAS AULAS

Agosto 19 10 45 - 12 00 e

Agosto 20 9 15 - 10 30

Análise econômica dos resultados experimentais

- 1 A natureza e utilidade da análise econômica
- 2 Dados necessários para a análise econômica
- 3 Estimativa do ótimo econômico
- 4 O papel do risco e incerteza
- 5 Implicações para o agricultor e a nível setorial

Agosto 20 1 30 - 5 00

- 1 Estudos de caso (exercícios)
 - a) Nível ótimo de fertilizantes
 - b) Densidade ótima de plantas
 - c) Tempo ótimo de colheita
 - d) Prática ótima de limpeza.

Agosto 21 8 00 - 9 15

Destinação de recursos em investigação agrícola aplicada

- 1 Propósito da investigação
- 2 Contribuições diretas da investigação
- 3 Determinação de prioridades
- 4 Informação necessária
5. Recoleção e utilização da informação

ANÁLISE ECONÔMICA DOS RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Natureza e utilidade da análise econômica

O principal propósito da análise econômica dos resultados experimentais é o de ajudar a estabelecer recomendações aos agricultores sobre o uso de recursos e a técnica de produção. A análise econômica busca o ótimo econômico em base dos dados experimentais. É de pouca utilidade para o agricultor saber que o uso de 500 quilos de uréia resulta no maior rendimento de mandioca por hectare. Igualmente é de pouca utilidade saber que uma limpeza por semana durante os primeiros sete meses do cultivo resulta na maior produção. O objetivo do agricultor normalmente não é maximizar rendimento senão maximizar os ingressos líquidos. Portanto, o que ao agricultor interessa é o ótimo econômico e não máximo físico. Então, para que os resultados experimentais tenham relevância entre os agricultores, dever-se-ia complementar os experimentos agro-biológicos com análises econômicas.

Dados necessários

O tipo de dados necessários depende da análise específica que se quer fazer. Portanto, é essencial decidir se se vai fazer uma análise econômica e especificamente que análise, antes de começar o experimento. Se não se incluem considerações da análise econômica no planejamento do experimento, é muito provável que não se possa fazer a análise depois, por falta de dados.

É muito comum que o investigador agrícola faça seu experimento, tabule seus dados e peça uma análise econômica sem haver informado antes ao economista sobre o experimento, senão depois de que terminou. É como estimar eficiência alimentícia de um animal depois de um determinado período sem ter informação sobre a quantidade de alimentos consumidos. Na maioria dos casos é impossível.

Em geral, os dados necessários para a análise econômica, além dos resultados experimentais, são quantidades e preços dos recursos utilizados, preços dos produtos obtidos e impacto sobre o uso de outros recursos. Contudo, a especificação da informação varia entre os experimentos.

Estimativa do ótimo econômico

A estimativa do ótimo econômico se baseia no fato de que uma actividade, cujo custo é menor que o valor do resultado da actividade, aumenta o ingresso líquido.

Se o custo, associado com a aplicação de 100 kg de fertilizantes, é de \$50 e o valor do incremento da produção é de \$60, o agricultor aumentaria seu lucro líquido aplicando o fertilizante. Se o valor do incremento não é senão de \$40, seria melhor não aplicá-lo. Porém, exatamente, quanto fertilizante deveria usar? Deve-se usar até o ponto onde o custo, associado com uma unidade adicional de fertilizantes, é igual ao valor do incremento da produção. Em termos econômicos, é onde o custo marginal (CM) é igual ao valor do produto marginal (VPM).

O quadro 1 e a Figura 1 mostram um exemplo hipotético da estimativa da quantidade ótima de fertilizantes. Enquanto que o rendimento máximo é 41 000 toneladas/ha e corresponde ao de 600 kg de fertilizantes por hectare, o ótimo econômico é apenas 383 kg de fertilizantes por hectare. A curva, mostrada na Figura 1, se denomina "função de produção". A função de produção mostra a relação insumo-produto para um determinado insumo - neste caso fertilizante mantendo constantes todos os outros insumos.

Nem sempre é possível transformar os resultados experimentais a uma função contínua como no caso anterior. Por exemplo, uma análise comparativa do lucro líquido de cada um dos três tipos de herbicida. Em casos como este, utiliza-se métodos orçamentários, estimando o custo e o benefício de cada uma das três possibilidades. O Apêndice I apresenta uma explicação mais detalhada sobre a estimativa do ótimo econômico.

O papel do risco e incertidão

A resposta a fertilizantes, mostrada no Quadro 1 e expressada como a função de produção na Figura 1, se refere a um experimento já feito (dados hipotéticos). Se podemos repetir tal experimento sob condições exatamente iguais, a resposta será igual. Contudo, há fatores que influem na resposta de fertilizantes que não podemos nem controlar nem prever com certeza. Estes fatores referem-se principalmente ao meio ambiente (chuva, ventos etc), preços dos produtos e ataques de enfermidades e insetos. A presença destes fatores causam risco e incertidão na produção agrícola. Então, o agricultor tem que decidir sobre a quantidade de cada insumo a usar em base dos resultados experimentais e as probabilidades dos diferentes estados dos fatores não controláveis.

A aplicação dos resultados experimentais, sem considerar o risco e a incertidão, pode dar lugar a severas falhas. Por exemplo, em Puebla, México, encontrou-se que os níveis ótimos de nitrogênio variam de 0 a 200 kg/ha nos anos 1968 e 1969, indicando-se que a variação nestes ótimos 1/. Considerações adicionais sobre a importância de risco e incertidão e métodos de estimar o ótimo econômico sob estas condições apresentam-se no trabalho de Flor e Pinstrup-Andersen 1/.

Quadro 1 Resultados hipotéticos de um experimento de fertilizantes

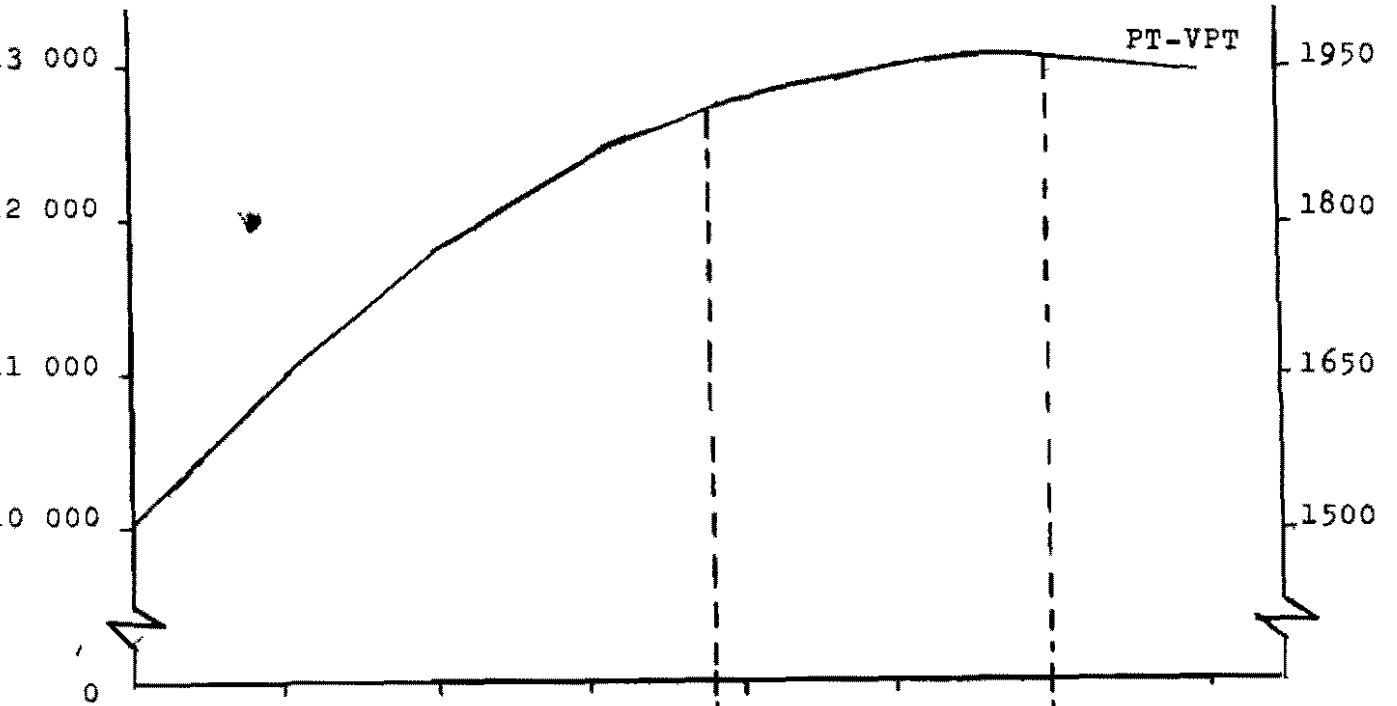
<u>Terra</u> (Ha)	<u>Adubo</u> (Kgs)	<u>Produção</u> (Kgs)	<u>Produção Média</u> (Kgs)	<u>Produção Marginal</u> (Kgs)	<u>Preço (Adubo)</u> ¹ (\$/Kgs)	<u>Preço (Produção)</u> (\$/Ton)	<u>VPM</u> (\$)
1	0	10 000	-		0 50	150	
1	100	11 000	110,0	10	0 50	150	1 50
1	200	11 800	59,0	8	0 50	150	1 20
1	300	12 400	41,3	6	0 50	150	0 90
1	400	12 800	32,0	4	0 50	150	0 60
1	500	13 000	26,0	2	0 50	150	0 30
1	600	13 100	21,8	1	0 50	150	0 15
1	700	13 000	18,5	-1	0 50	150	-0 15

^{1/} Considerando que todos os outros custos de produção não dependem do nível de fertilizantes

PT (kgs)

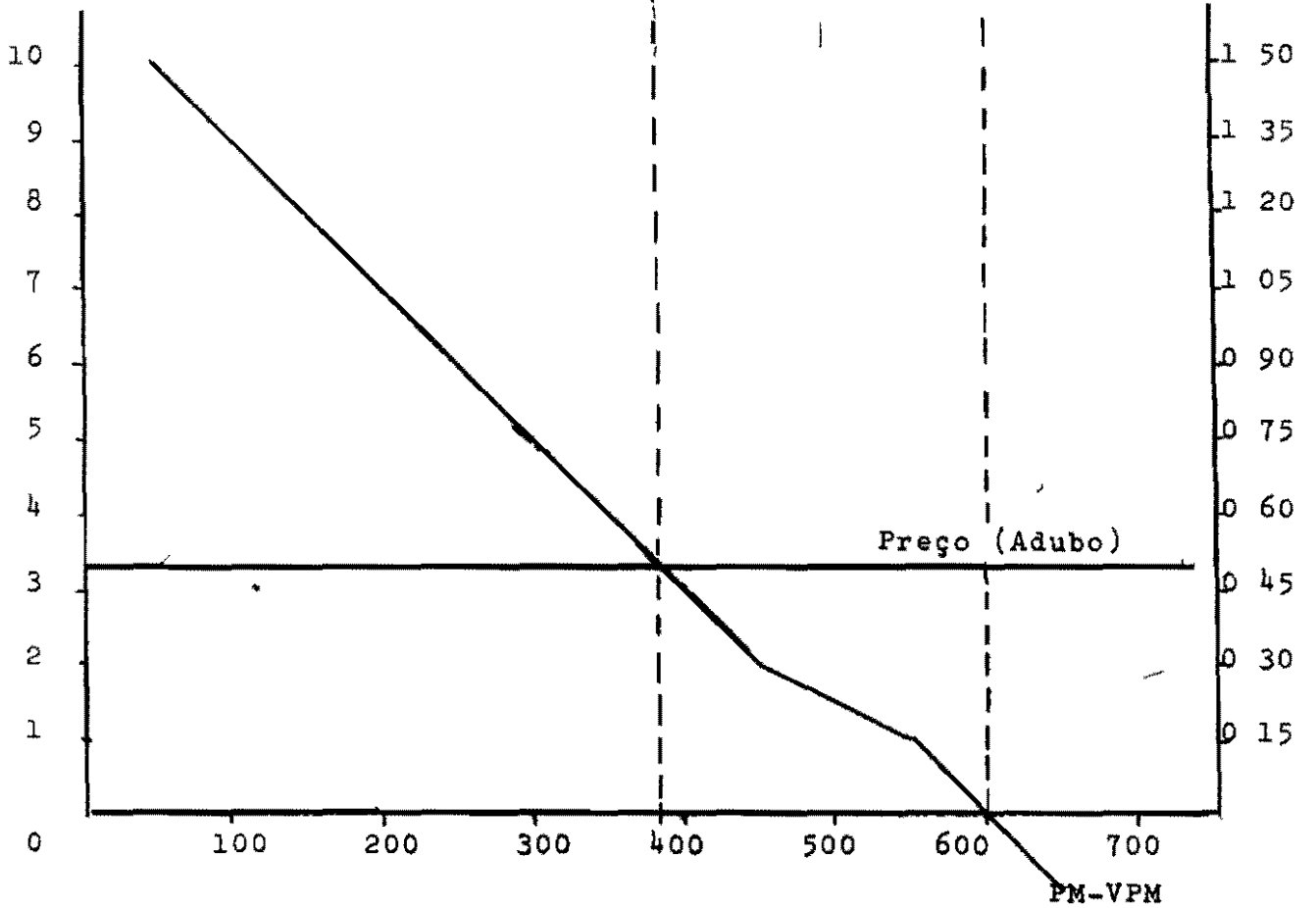
Figura 1

VPT (\$)



PM (kgs)

VPM (\$)



Implicações para o agricultor e a nível setorial

Um único agricultor normalmente produz uma parte muito pequena da produção total que se vende em um determinado mercado. Também o uso de certo insumo normalmente forma uma parte pequena da venda total do insumo. Portanto, um aumento na produção ou um aumento no uso de insumo dentro de uma ou poucas fazendas não causam cambio nos preços de produtos e insumos. Por outra parte, quando uma grande parte dos agricultores aumentam sua produção ou uso de insumos, os preços tendem a variar. Portanto, estimativas do benefício de nova tecnologia para o agricultor, estimadas em base de preços fixos, não são válidas se uma grande parte dos agricultores adotam a tecnologia. Em vez de usar preços fixos de produtos e insumos, dever-se-ia estimar a variação esperada dos preços devida ao aumento de produção e ou o uso de insumos. A variação recente nos preços de fertilizantes é uma ilustração da necessidade de considerar o impacto do aumento do uso de insumos sobre seus preços.

1/ Carlos A. Flor M e Per Pinstrup-Andersen. "Alguns Modelos Econômicos para situações de risco e de incertidão - O caso do Nitrogenio" Trabalho apresentado no Segundo Colóquio de Solos, Palmira, Agosto 29 a Setembro 3, 1971

Estudo de Caso Nº1 - Estimativa do Nível Ótimo de Nitrogênio para Mandioca (dados hipotéticos)

Nitrogenio (kg/ha)	Produção (kg/ha)	Custo Aplicação (\$/ha)	Custo Limpeza (\$/ha)	Custo Colheita (\$/ha)	Custos Custos (\$/ha)	P M	(1)	(-)	(2)	(2)	(3)	(3)
							VPM (\$)	CM (\$)	VPM	CM	VPw	CM
0	5 000	0	200	100	100							
50	6 000	10	200	110	100							
100	7 000	11	180	120	100							
200	8 500	12	150	135	100							
300	9 500	12	130	145	100							
400	10 000	13	120	150	100							
500	10 200	13	120	150	100							
600	10 200	14	120	150	100							

1) Preço do Nitrogênio \$400/tonelada
 Preço da Mandioca \$100/tonelada
 Nível Ótimo de Nitrogênio _____ kg/ha

3) Preço do Nitrogênio \$400/tonelada
 Preço da Mandioca \$ 80/tonelada
 Nível Ótimo de Nitrogênio _____ kg/ha

2) Preço de Nitrogênio \$300/tonelada
 Preço da Mandioca \$100/tonelada
 Nível Ótimo de Nitrogênio _____ kg/ha

Estudo de Caso Nº2 - Estimativa da Densidade Ótima de Plantas (dados hipotéticos)

<u>Plantas/ha</u>	<u>Produção (kg/ha)</u>	<u>Custo Estacas (\$/na)</u>	<u>Custo Plantação (\$/na)</u>	<u>Custo Limpeza (\$/ha)</u>	<u>Custo Colheita (\$/na)</u>	<u>Outros Custos (\$/ha)</u>	<u>PV</u>	<u>VP_M</u>	<u>CM</u>
5 000	6 000	100	50	200	100	100			
10 000	10 000	200	70	160	150	100			
15 000	13 000	300	85	140	180	100			
20 000	15 000	400	95	130	200	100			
25 000	16 000	500	100	125	210	100			
30 000	13 000	600	105	125	180	100			

Preço de estacas \$20/m³ estacas

Preço da mandioca \$100/torçada

A ótima população de plantas por ha é _____

Estudo de Caso Nº 3 - Número e tempo ótimo de limpezas da mandioca (dados hipotéticos)

<u>Numero de Limpezas</u>	<u>Idade do Cultivo (dias)</u>	<u>Produção (kg/ha)</u>	<u>Diárias/ha para limpeza</u>	<u>Custo da Colheita (\$/ha)</u>	<u>Outros Custos (\$/ha)</u>	<u>Custo Total (\$/ha)</u>	<u>Valor Total do produto. (\$/ha)</u>
1	30	5 000	15	95	200		
1	60	6 000	23	100	200		
1	90	3 000	35	70	200		
2	30/60	10 000	30	150	200		
2	60/90	11 000	38	160	200		
3	30/60/90	12 000	45	170	200		
4	30/60/90 120	12 400	60	170	200		

Custo da diária \$3 00

Preço da Mandioca \$100/tonelada

Número e tempo ótimo de limpezas _____

Estudo de caso N^o 4 - Tempo ótimo de colher (dados hipotéticos)

<u>Idade do Cultivo na colheita(meses)</u>	<u>Produção (kg/ha)</u>	<u>Preço da Mandioca (\$/ton)</u>	<u>Custo de colher (\$/ha)</u>	<u>Outros Custos (\$/ha)</u>	<u>PM</u>	<u>VPM</u>	<u>CM</u>
12	10 000	100	150	300			
14	11 500	100	170	300			
16	12 600	100	185	300			
18	13 200	100	195	300			
20	13 600	100	200	300			
22	13 900	80	200	300			
24	14 100	80	200	300			

Custo alternativo da terra \$20/mes

Preço da mandioca \$100/tonelada

Idade ótima do cultivo na colheita, _____ meses

DESTINAÇÃO DE RECURSOS EM INVESTIGAÇÃO

AGRÍCOLA APLICADA

As metas gerais da investigação agrícola aplicada normalmente se determinam com base nos objetivos sócio-econômicos e políticos do país ou região para o qual esta enfocada a investigação. Portanto, as metas tendem a variar de um país a outro. Entre as metas que se encontram com mais frequência estão a de melhorar a nutrição humana, aumentar os ingressos para os agricultores e aumentar a exportação de alimentos.

Além da variação das metas entre os países, também encontramos variação das metas entre os produtos. No caso da mandioca, talvez as metas mais comuns são (1) aumentar a produção de carboidratos tanto para o consumo humano como para o consumo de animais, (2) melhorar a eficiência da produção de tais carboidratos e (3) aumentar o entrada de divisas através da exportação de produtos da mandioca.

Devido a escassez de recursos de investigação, tanto de recursos financeiros como humanos, e o grande número de problemas investigáveis, é de suma importância destinar estes recursos em tal forma que a contribuição da investigação seja maximizada em termos das metas estabelecidas. Por esta razão, é essencial, para uma investigação de êxito, ter as metas claramente especificadas.

A investigação agrícola aplicada pode cumprir as metas de três maneiras:

- 1) Aumentar a eficiência de um ou mais recursos,
- 2) Mudar o produto ou desenvolver um novo,
- 3) Reduzir o risco associado à produção.

Além destas três contribuições diretas, a investigação agrícola aplicada fornecer informação para uso em investigação futuras.

Dadas as contribuições possíveis da investigação e as metas da mesma, como se estabelecerão as prioridades na investigação para lograr o melhor impacto em termos das metas? Em outras palavras, como se seleciona o problema a ser investigado, o qual se espera que contribua ao máximo por unidade de recursos gastos na investigação?

Para estabelecer as prioridades na investigação, necessita-se informações sobre a importância relativa de cada um dos maiores problemas investigáveis, além da probabilidade de êxito na investigação, a taxa de adoção da nova tecnologia desenvolvida e as relações de preço e demanda dos produtos.

Enfocando-nos em um único produto como a mandioca, a informação mais importante para decidir que investigar, refere-se à importância relativa dos problemas investigáveis ao nível da fazenda. Necessita-se informação sobre o impacto e custo de cada uma das enfermidades, insetos e outros problemas. Além disso, necessita-se informação sobre a aceitabilidade de tecnologias alternativas por parte do agricultor para assegurar uma rápida adoção dos resultados da investigação.

Esta informação pode chegar através do serviço de extensão, através de associações de produtores, através de visitas dos mesmos investigadores às fazendas, ou através de pesquisas organizadas com este propósito. Com o propósito de fornecer informação deste tipo, temos no CIAT uma equipe de agrônomos e economistas. Esta equipe visita uma amostra selecionada de 300 agricultores produtores de mandioca quatro vezes durante o ciclo do cultivo. Foram colecionados dados sobre problemas de tipo agro-biológico através de observações diretas no campo do agricultor. Além disso, consegue-se informação sobre uso de insumos, custo de produção, uso de crédito, assistência técnica e atitude do agricultor com relação ao cultivo da mandioca, através de indagações diretas com o agricultor.

Com base nos dados colecionados, estima-se a importância de cada um dos problemas em termos de perda da produção. O grupo está supervisionado pelo grupo de investigadores da mandioca.

Para uma melhor compreensão do assunto de destinação de recursos em investigação agrícola, ver

- Per Pinstrup-Andersen. Asignación de Recursos en Investigación Agrícola Aplicada en América Latina - Un enfoque preliminar. Trabalho apresentado no Seminário Regional de Aspectos Sócio-econômicos de Invest. gação Agrícola, IICA, Maracay, Venezuela, Abril 10 -12, 1973, e do mesmo autor.
- Toward a Workable Management Tool for Resource Allocation in Applied Agricultural Research in Developing Countries. Versão revisada do trabalho apresentado na Reunião da Fundação Ford para Conselheiros do Programa em Agricultura, Idaba, Nigéria, Abril 29 - Maio 4, 1974.

APENDICE 1 ^{1/}

A Função Produção

A expressão "função produção" aplica-se às relações físicas entre os recursos de uma firma e a quantidade de bens ou serviços produzidos, por unidade de tempo, sem considerar os preços. Pode ser expressa matematicamente por

$$x = f(a, b, c)$$

A quantidade de bens produzidos é representada por x e as quantidades de recursos a, b e c . A equação deveria ser lida como, "A quantidade produzida de X , por unidade de tempo, é uma função das (ou depende das) quantidades dos recursos A, B e C usados pela firma, por unidade de tempo". Pode-se ampliar a relação para incluir tantos recursos diferentes quanto os utilizados na produção de dado bem. Isto proporciona um modo conveniente de relacionar a quantidade produzida e um bem à quantidade de recursos utilizados.

O montante do produto que uma firma pode produzir depende das quantidades de recursos utilizados. A firma pode aumentar ou diminuir este montante pelo aumento ou diminuição das quantidades de todos os recursos utilizados. Ou, uma vez que os recursos geralmente se combinam em proporções variáveis para produzir um bem, a quantidade produzida pode ser aumentada até um nível máximo, aumentando a quantidade de um recurso e mantendo constante a quantidade dos demais. Por exemplo, desde que várias combinações de terra, mão-de-obra, sementes e fertilizantes podem ser usados para produzir trigo, poderíamos esperar que aumentos na quantidade de fertilizante, permanecendo constantes as quantidades dos demais recursos, elevariam a produção de trigo até um nível máximo. Voltaremos a este ponto quando discutirmos a lei dos rendimentos decrescentes.

O montante de produto obtido por uma firma depende também das técnicas de produção utilizadas. Dado a nível de dispêndio com recursos pela firma quanto mais eficientes as técnicas empregadas, maior será a quantidade de produto da firma. Quanto menos eficientes as técnicas empregadas, menor a produção. Prosseguiremos fazendo a pressuposição de que, qualquer se seja o dispêndio feito pela firma com os recursos, as técnicas empregadas serão as más eficientes que existirem.

^{1/} Tomado del libro de Richard H. Lefwich O Sistemas de Preços e a Alocação de Recursos, Livraria Pioneira Editora, São Paulo

A Lei dos Rendimentos Decrescentes

Definição

A lei dos rendimentos decrescentes descreve o sentido geral e a taxa de mudança na produção da firma quando varia a quantidade de apenas um recurso. Ela estabelece que "se a quantidade de um recurso fôr aumentada de quantidades iguais, por unidade de tempo, enquanto a de outros recursos permanecer constante, a quantidade total de produto aumentará, mas além de certo ponto o acréscimo resultante no produto tornar-se-á cada vez menor"^{1/} Se os aumentos no recurso variável forem grandes, a quantidade de produto alcançará um máximo e pode então decrescer. A lei é constante com a observação de que há limites à produção atingível, quando quantidades crescentes de um só fator são aplicadas a quantidades constantes de outros.

A lei dos rendimentos decrescentes pode ou não operar para as primeiras unidades do recurso variável utilizando com as quantidades fixas dos outros recursos. Rendimentos decrescentes ou aumentos decrescentes do produto total podem ser evidentes com os primeiros pequenos acréscimos no recurso variável. Isto ocorre frequentemente com a aplicação de maiores quantidades de fertilizantes a dada combinação de sementes, terra, mão-de-obra e equipamento. Por outro lado, uma fase de rendimentos crescentes pode caracterizar os aumentos iniciais do recurso variável, antes de começarem os rendimentos decrescentes. Um exemplo aqui é a mão-de-obra empregada para operar uma fábrica de determinado tamanho. A utilização de menor quantidade de mão-de-obra do que aquela para a qual a fábrica foi planejada tende a operá-la de maneira ineficiente porque há multiplicação de tarefas executadas pelos indivíduos e perda de tempo na mudança de uma tarefa para outra. Aumentos iguais de mão-de-obra proporcionam aumentos sucessivamente maiores no produto total, até determinado ponto. Além deste ponto, aumentos de mão-de-obra conduzem a rendimentos decrescentes.

Ilustraremos a lei dos rendimentos decrescentes gráfica e numericamente. A ilustração será reduzida à sua forma mais simples. Presumam que a quantidade de um só recurso "terra" - é fixa. Suponham que quantidades alternativas de mão-de-obra e os produtos resultantes são observados e registrados.

^{1/} As diferentes quantidades de recursos variáveis utilizadas significam quantidades alternativas empregadas com quantidades constantes dos outros recursos, a não o emprêgo cronológico de unidades adicionais.

Ilustração Numérica

O Quadro 1 mostra os resultados de um experimento hipotético. Observem na coluna de produto total que ocorrem rendimentos (aumentos sucessivamente maiores no produto total) com as primeiras 3 unidades de mão-de-obra ^{2/} A partir da 4a unidade de mão-de-obra lei, dos rendimentos decrescentes passa a se manifestar Oito (8) unidades de mão-de-obra produzem a máxima quantidade de produto possível com a unidade de terra

O uso da frase "sucessivos aumentos (ou decréscimos) no produto total" é inadequado Em vez disto deveríamos usar "produto físico marginal" de mão-de-obra O produto físico marginal de um recurso é definido como o aumento no produto total resultante do aumento de uma unidade do recurso utilizado, per unidade de tempo Assim, a lei dos rendimentos decrescentes poderia ser chamada de lei de produto marginal decrescente A coluna 4 do Quadro 1 mostra o produto marginal da mão-de-obra Encontra-se o produto médio de dada quantidade de mão-de-obra, dividindo-se o produto total obtido, por esta quantidade dada Uma vez que o produto total obtido é positivo, o produto médio também é positivo

QUADRO 1

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
Terra	Mão-de-obra	Produto total (mão-de-obra)	Produto Físico Marginal (mão-de-obra)	Produto Médio (mão-de-obra)	
1	1	3	3	3	
1	2	7	4	3 1/2	Estágio I
1	3	12	5	4	
1	4	16	4	4	
1	5	19	3	3 4/5	Estágio II
1	6	21	2	3 1/2	
1	7	22	1	3 1/7	
1	8	22	0	2 3/4	
1	9	21	(-) 1	2 1/3	Estágio III
1	10	15	(-) 6	1 1/2	

^{2/} Supor que os rendimentos decrescentes ocorrem no início ou que eles são, a princípio, crescentes e depois decrescentes não é de importância capital Esta última suposição, porém, provavelmente é mais geral e será aqui adotada

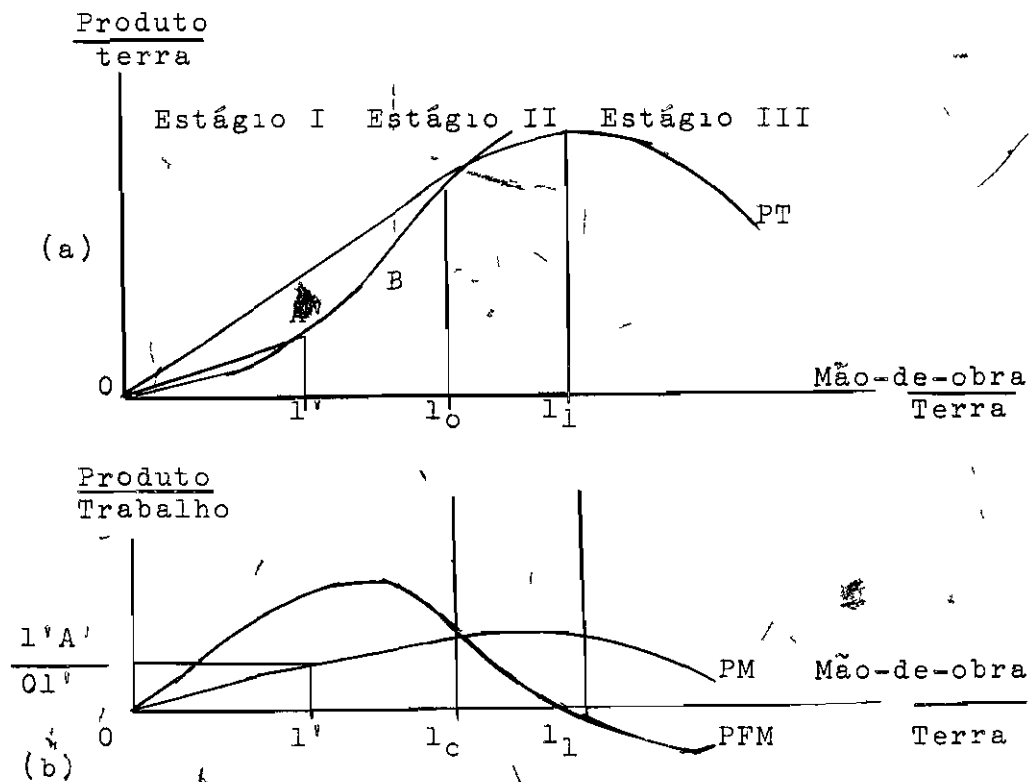
Ilustração Gráfica

Uma ilustração gráfica da lei dos rendimentos decrescentes é apresentada na Figura 1. O eixo vertical de Figura 1 (a) mede o produto total obtido com uma unidade de terra, $1 \text{ e } , \text{ Produto/Terra}$. O eixo vertical da Figura 1(b) mede o produto por unidade de mão-de-obra, $1. \text{e } \text{ Produto/Mão-de-obra}$. O eixo horizontal em ambas as figuras mede as diferentes quantidades de mão-de-obra usadas por unidade de terra, e são chamadas Mão-de-obra/Terra.

A curva de produto total na Figura 1 (a) mostra o mesmo tipo de informação que a tabela de produto total no Quadro 1. Observem que é côncava para cima nas primeiras diferentes unidades de trabalho. Isto ilustra a situação em que pequena quantidade do recurso variável, usada com certa quantidade de recurso fixo, tende a ser ineficiente, ou, em outras palavras, o recurso variável está sendo usado em quantidade demasiado pequena em relação ao recurso fixo. O aumento de quantidade do recurso variável provocará aumentos sucessivamente maiores no produto total, ou rendimentos crescentes até algum ponto tal como B. No ponto B a lei dos rendimentos decrescentes passa a se manifestar e iguais acréscimos de mão-de-obra determinam acréscimos sucessivamente menores no produto total. Quando l_1 unidades de trabalho são usadas suna unidade de terra, o produto total alcança um máximo. Conforme mostra o gráfico, a utilização mais unidades de trabalho por unidade de terra faz o produto total diminuir.

A curva do produto médio para o trabalho pode ser facilmente derivada da curva de produto total e está traçada na Figura 1(b). Uma vez que o produto médio é igual ao produto total dividido pelo número de unidades de trabalho usadas, então o produto médio de 1' unidade de trabalho é igual a $1'A'/01''$ ou a inclinação de linha OA. A medida que o número de unidades de mão-de-obra cresce de zero até l_0 , a inclinação das linhas OA correspondentes e, conseqüentemente, o produto médio da mão-de-obra crescem. Para l_0 unidade de mão-de-obra e inclinação de linha OA_0 é maior do que a de qualquer outra traçada de origem a curva de produto total. Assim, o produto médio da mão-de-obra será máximo neste ponto. Além de l_0 unidade de mão-de-obra, o produto médio decrescerá, mas permanecerá positivo enquanto o produto total for positivo. A curva de produto médio obtida da curva de produto total da Figura 1 (a) é representada como AP na figura I (b).

FIGURA I



Sendo que o produto marginal de mão-de-obra é aumento do produto total por unidade de aumento na quantidade de mão-de-obra, a inclinação da curva de produto total em dada quantidade de mão-de-obra será igual ao produto marginal da mão-de-obra aquela quantidade. O produto marginal alcança um máximo no ponto B onde a curva do produto total passa de côncava para cima a côncava para baixo. Com a quantidade l_1 de mão-de-obra, o produto total é máximo, conseqüentemente o produto marginal é zero. A partir de l_1 , unidades adicionais de mão-de-obra reduzem o produto total, portando o produto marginal (PFMa) é negativo.

Outro guia para localização adequada da curva do PFMa é sua relação com a curva de produto médio. Quando o produto médio é crescente, o marginal é maior do que o médio. Quando o produto médio é um máximo, o marginal é igual ao médio. Quando o produto médio é decrescente o marginal é menor do que o médio. Estas relações podem ser verificadas nas colunas 4 e 5 do Quadro 1.

Curvas de Produto e Combinações Eficientes dos Recursos

Qual o valor para a firma, das curvas de produto descritas? Elas mostram que enquanto algumas combinações de terra e trabalho podem ser economicamente eficientes para a firma, outras podem não ser. Devemos dividir as combinações de trabalho-terra do Quadro 1 e da Figura 1 em 3 estágios. Então podemos determinar a amplitude das combinações trabalho-terra que podem ser eficientes para a produção da firma. Antes de prosseguirmos, alguns pontos podem ficar claros. As curvas de produto mostram como este varia quando são usadas diferentes quantidades de trabalho com uma unidade de terra. Entretanto não é necessário que a firma se limite a uma unidade de terra como base para as curvas do produto. Poderíamos, se o desejássemos, supor que há duas unidades de terra em vez de uma, determinar as curvas do produto para diferentes quantidades de trabalho com tal quantidade de terra. Ou poderíamos fazer a mesma coisa usando meia unidade de terra com nosso recurso fixo. Estaremos interessados nas características do produto de diferentes proporções trabalho-terra, não com as quantidades absolutas de cada um. Podemos determinar estas características usando qualquer quantidade de terra como fixa sobre a qual se baseiam as curvas do produto.

Os três Estágios

O Estágio I se caracteriza por aumento de produto médio de mão-de-obra, à medida que se usa maior quantidade desta por unidade de terra (Quadro 1 e Figura 1). Aumentos no produto médio são o mesmo que aumentos na eficiência de mão-de-obra: cresce o produto por trabalhador. O produto total obtido, por unidade de terra, à medida que são empregadas maiores quantidades de mão-de-obra, também cresce no Estágio I. O aumento no produto total mostra-nos que a eficiência da terra cresce também, no Estágio I. Assim, aumentos da quantidade de mão-de-obra aplicada a uma unidade de terra no Estágio I aumentam a eficiência com que ambas, mão-de-obra e terra, são utilizadas.

O Estágio II se caracteriza por produtos médio e marginal de mão-de-obra decrescentes. Mas o produto físico marginal é positivo, uma vez que o produto total continua a crescer. No Estágio II, a medida que são usadas maiores quantidades de mão-de-obra por unidade de terra, a eficiência de mão-de-obra produto por trabalhador - decresce. Contudo, a eficiência da terra - produto por unidade de terra - continua a crescer.

No Estágio III, a aplicação de maiores quantidades de mão-de-obra a uma unidade de terra reduz o produto médio do trabalho ainda mais. Além disso, o produto marginal é negativo e o produto total é decrescente. A eficiência da mão-de-obra é também a da terra decrescem quando a firma é impelida para as combinações do Estágio III.

Ao examinarmos os três estágios notamos duas coisas. A combinação de mão-de-obra e terra que conduz à máxima eficiência de mão-de-obra está na linha divisória entre os Estágios I e II. A combinação de mão-de-obra e terra que conduz à máxima eficiência da terra está na linha divisória entre os Estágios II e III.

Estágio II Como o Estágio Relevante

As discussões anteriores sugerem que as razões no Estágio II são mais eficientes do que as do Estágio I ou III. Introduzindo os custos dos recursos no quadro podemos confirmar o caso. Suponham que a terra é tão abundante que não tem custo, enquanto a mão-de-obra é bastante escassa para merecer algum preço. Desde que qualquer dispêndio da firma será mão-de-obra, ela atingirá a mais elevada eficiência (mais baixo custo por unidade de produto) com aproporção de mão-de-obra para terra que maximiza o produto por unidade de mão-de-obra. Esta proporção ocorre ao limite entre os Estágios I e II. O produto por unidade dispendida cresce no Estágio I e decresce nos Estágios II e III.

Suponham que a mão-de-obra pode ser obtida gratuitamente e que a terra é bastante escassa para merecer um preço. Neste caso todos os dispêndios são com a terra, e a eficiência econômica é maior quando a proporção de mão-de-obra para terra é tal que o produto por unidade de terra é máximo. O estágio I está novamente fora de consideração, uma vez que o produto por unidade de terra (e por unidade de dispêndio) cresce com as combinações do Estágio I. O Estágio II é excluído pela mesma razão. Observem, entretanto, que a eficiência da firma cresce em ambos os Estágios I e II. No Estágio III o produto por unidade dispendida decresce junto com o decréscimo do produto por unidade de terra. Assim, a eficiência econômica será máxima na linha divisória entre os Estágios II e III.

Suponham agora que mão-de-obra e a terra são recursos econômicos — isto é ambos são bastante escassos para merecer um preço. O aumento do uso da mão-de-obra por unidade de terra no Estágio I aumenta não só o produto por unidade de mão-de-obra como também o produto por unidade de terra. Isto aumenta o produto obtido por unidade de ambos, consequentemente a firma se move pelo menos até o limite entre os Estágios I e II. Se ela se move dentro do Estágio II, o produto por unidade de mão-de-obra decresce enquanto que o produto por unidade de terra aumenta. O que é mais importante — a eficiência crescente da terra ou a eficiência decrescente da mão-de-obra? Voltaremos a este ponto dentro em breve. Se a firma operasse no Estágio III, tanto o produto por unidade de terra quanto o produto por unidade de mão-de-obra decresceriam, portanto quando ambos os recursos têm custos, a firma não deveria prosseguir além da linha divisória entre os Estágios II e III.

As relações ou proporções de mão-de-obra para terra nos Estágios I e III estão fora de consideração para a firma, sob todas as circunstâncias. Constituem combinações ineficientes dos 2 recursos.

A firma não irá operar no Estágio I quando a terra for livre e a mão-de-obra tiver custos, ou quando a mão-de-obra for livre e a terra tiver custos, ou quando ambos os recursos tiverem preços. O mesmo se aplica ao Estágio III. Deixa-se o Estágio II como a possível amplitude relevante das combinações de mão-de-obra e terra.

Qual a proporção de mão-de-obra para a terra, dentro de Estágio II, que a firma usará? A resposta depende dos custos comparativos ou preços por unidade de terra e mão-de-obra. Já observamos que se a terra é livre e a mão-de-obra deve ser paga, a firma usará a combinação em que se inicia o Estágio II. Se a terra deve ser paga e a mão-de-obra é livre, a firma usará a combinação onde termina o Estágio II. Daí poderemos deduzir que, quanto menor o preço de terra, em relação ao preço da mão-de-obra, mais próxima do início de Estágio II será localizada a combinação. Quanto menor o preço de mão-de-obra em relação ao preço da terra, mais próxima do fim do Estágio II será a combinação usada. Generalizando, para quaisquer recursos que a firma utilize, podemos dizer que a firma deveria usar uma quantidade de determinado recurso que se localize dentro de Estágio II.

CURSO ESPECIAL DE APERFEIÇOAMENTO PARA PESQUISADORES DE MANDIOCA

Economia da Produção

Grant M. Scobie

TEMA. Introdução à Análise Econômica de Resposta em Cultivos.

Esquema das aulas

1. INTRODUÇÃO
2. CONCEITOS BASICOS
 - 2.1 Funções de Resposta
 - 2.2 Um fator de Produção (X_1)
 - 2.3 Rendimento Máximo
 - 2.4 Tipos de Funções
 - 2.5 Duas ou mais variáveis
3. ASPECTOS ECONOMICOS (I) Um fator
Sem Restrição
 - 3.1 Ingresso, Custo e Lucro
 - 3.2 Maximização do Lucro
 - 3.3 Impacto de Mudanças no Preço dos Insumos
 - 3.4 Impacto de Mudanças no Preço do Produto
 - 3.5 Impacto de Solos Diferentes
 - 3.6 Impacto de Nova Tecnologia
4. RISCO
 - 4.1 Introdução ao Risco

- 4.2 Decisões ótimas sob Risco
- 5. ASPECTOS ECONOMICOS (II): Duas Variáveis
Sem Restrição
 - 5.1 Maximização do Lucro
 - 5.2 Impacto de Mudança no Preço dos Insumos
- 6. ASPECTOS ECONOMICOS (III) Duas Variáveis
Com Restrição
 - 6.1 Maximização sujeita à Crédito Limitado
- 7. ASPECTOS ECONOMICOS (IV) Dois Produtos
Uma variável
Com Restrição
 - 7.1 Asignação ótica do Insumo a Dois Cultivos Sujeto a Crédito Limitado

REFERENCIAS

- 1) John L. Dillon. Análisis Económico de Respuesta en Cultivos y Pecuarios. Departamento de Economía Agraria, Univ Católica, Santiago, Chile, 1967.
- 2) Emilio Montero B. e Santos Pérez V. Investigación Económica y Experimentación Agrícola. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Zona Sur, Santiago, Chile, 1967.
- 3) Miguel Angel Cuadra P. e Dean Schreiner. Relaciones Óptimas Económicas en el Uso de Fertilizantes en Caña de Azúcar Serie Investigaciones Técnicas, No.3. Centro de Economía Agrícola, Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México, 1968.

C I A T

CURSO ESPECIAL DE TREINAMENTO PARA INVESTIGADORES DE MANDIOCA

" METODOS DE COLHEITA DA MANDIOCA "

Julio Cesar Toro
Gustavo Jaramillo

INTRODUÇÃO

De acordo com estudos econômicos realizados em 300 fazendas de Colombia por Diaz (5), a colheita representa 30% dos custos de produção. Isto é mais que tudo devido a que o aludido labor se realiza principalmente por métodos manuais rudimentares e algumas vezes ineficientes.

POR QUE MECANIZAR A COLHEITA.-

A consideração anterior nos indica claramente que há muito por fazer neste campo da colheita de mandioca, já que qualquer método ou dispositivo mecânico que possa aumentar a eficiência desta operação ajudará também a reduzir notavelmente no solo os custos de produção, bem como a fadiga e energia nas pessoas que a executam.

FORÇAS QUE INTERVEM NA COLHEITA.-

Segundo as investigações de Briceño (4) as forças mais importantes que se devem conjugar na recoleção de mandioca são de dois tipos

- a) Vibração
- b) Tração

Quando se efetua somente a tração pode muitas vezes quebrar-se o caule deixando as raízes enterradas. Faz-se necessário combinar a vibração com a tração para um arranque adequado.

1.- MÉTODO MANUAL.-

O método manual compreende duas etapas

Na primeira cortam-se ramos e folhagem, deixando so uma parte do caule principal onde se deve segurar para efetuar-se a extração das raízes mediante a combinação das duas forças citadas anteriormente Esta operação realiza-se geralmente com um facão.

Na segunda etapa ou seja, uma vez removida a folhagem, a qual se utilizará para selecionar as estacas ou sementes, efetua-se a extração que no caso da Colombia vai acompanhada de limpeza e ensacamento A porção do caule que fica aderida às raízes pode ter um comprimento variavel entre 20 e 40 centímetros que serve de alça para efetuar a força

MODALIDADES.-

1.1. A mão

Em solos arenosos ou leves as raízes podem ser arranca das a mão facilmente sem a ajuda de qualquer implemento ou alavanca adicional

1.2. Picareta -

Em solos um pouco mais pesados, para assegurar uma colheita completa e evitar que se rompam as raízes, pode-se introduzir um implemento pontiagudo embaixo das raízes o qual serve de alavanca. Este implemento pode ser geralmente um picareta.

1.3. Cinto.-

Na zona cafeeira de Colombia de solos geralmente medianos em relação a textura usa-se muito uma espécie de cinto o qual o agricultor se amarra dando volta as costas passando pelo ombro e atando logo o caule. Desta maneira as mãos lhe servem para segurar e fazer vibração, e o corpo presta-se como lavanca. Esta operação é feita por uma só pessoa.

1.4. Alavanca.-

Em solos compactos a operação se efetua em muitas zonas mediante o uso de uma lavanca. Esta alavanca consiste na maioria dos casos de uma haste de bambu ou pau de 2,50 a 3,00 metros de comprimento e suficiente reto e firme para permitir o esforço do levantamento.

Esta operação envolve sempre duas pessoas a que amarra o caule a haste de bambu e faz a vibração e a que faz o movimento de alavanca.

1.5. Alavanca modificada.-

Existe a possibilidade de uma alavanca como a anterior modificando o ponto de apoio e simplificando a maneira de segurar. Este sistema poderá economizar muita energia além do que poderia aumentar a

eficiência .

2.- METODO MANUAL MECANICO.-

A maioria dos métodos para a colheita da mandioca com o uso de máquinas ou implementos a tração mecânica ou animal pode-se denominar semi-mecânicos e se efetua pela adaptação da maquinaria existente. Neste caso o arranque é mecânico em grande parte, entretanto, deve ser complementado pela mão do homem.

MODALIDADES

2.1. Sulcadora.-

Quando há suficiente espaço entre os sulcos de mandioca passa-se uma sulcadora com a qual são abertos sulcos paralelos a ambos lados da planta. Deste maneira as raízes ficam sobre o solo removido e por conseguinte muito fácil de arrancar a mão. Com este sistema pode-se reduzir consideravelmente os custos de produção, mas no caso da Colombia tem o inconveniente de que se podem romper muitas raízes podendo motivar inconvenientes para a conservação e consequente mercado.

Esta consideração tem muita importância na Colombia já que segundo Booth (3), as raízes devem ser colhidas inteiras e sem ferimentos para evitar a entrada de agentes patogênicos que provocam podridões ao penetrar pelas rachaduras.

Em lugares como Brasil onde a grande maioria da mandioca é industrializada, esta consideração não apresenta tanta importância já

que neste caso a mandioca colhida entra para o processamento industrial em menos de 24 horas.

2.2. Arado reversível.-

Em Sao Paulo, Brasil, e em Filipinas tem utilizado com bons resultados um arado reversível o qual pelo seu ângulo e curvatura promove uma volta da terra que permite aflorar as raízes. Neste sistema o agricultor segue atrás do equipamento agrupando as raízes que mais tarde são recolhidas por trator com vagão.

3. METODO MECANICO -

Nao cabe dúvida que a operação mais difícil para mecanizar é a colheita das raízes. Além do tamanho irregular, forma, profundidade e distribuição, o problema se agrava pelo arraste de terra, pedras, resíduos do cultivo e remoção de terra das raízes sem que sofram muito dano. Compreende-se claramente que o desenho de uma colheira eficiente e completa é muito difícil já que as variedades até o momento tem sido seleccionadas por rendimento e resistência a doenças e insetos, sem considerar muito uma futura necessidade para colheita mecanizada.

Ja temos pensado em variedades que apresentem raízes estreitamente agrupadas de forma semi-conica que não aprofundem muito e com sistema radial curto.

Os problemas da colheita de mandioca devido a solos duros, tamanho e disposição das raízes, etc. sugere-se o uso de um implemento acoplado



com uma guelha de arado ou partidor cuja vibração reduz a tração e faz o trabalho realizavel por um trator de tamanho médio ou grande, pois é uma realidade técnica que o princípio vibratório aplicado na colheita mecanica facilita o desprendimento das raízes (2).

Por outra parte temos que considerar que as características do terreno influem imensamente nos requerimentos de potência do trator por ser a mandioca um cultivo profundo. Como a colheita mecanica requer tratores grandes, é necessario fazer estudos de custos comparativos com colheita manual, tendendo determinar em que tamanho de exploração é rentável a colheita mecânica. Ademais, para utilizar adequadamente a maquinaria agricola na mandioca temos que considerar a distância entre sulcos no momento de planejar o cultivo.

ELEMENTOS DE MAQUINARIA PARA A COLHEITA DE MANDIOCA.

Em geral toda colheideira de cultivos de raízes possui uma faca para cortar vegetação, um elemento removedor de terra, que pode ser outra faca, uma sulcadora ou outro elemento similar e por último um sistema separador das raízes e do solo que lhe fique aderido e mixturado (4).

MODALIDADES.-

3 1. Um escavador sacudidor de mão ou filador de feno poderia ser uma solução para a mandioca plantada em camalhões em solos soltos. Desta maneira as hélices poderiam oferecer uma redução na sucção. Sugere-se prová-la com ou sem elevador para comparar danos de raízes

e introduzir o princípio vibratório baseando-se nestes resultados (6).

O limpador ou mecanismo elevador de algumas colheideiras de raízes poderia causar consideráveis danos a estas. O sistema de limpeza possivelmente não deveria ser usado na colheita de mandioca dado o tamanho das raízes, pelo que seria melhor lavá-las depois de colheitas.

3.2 Um sistema altamente vibratório operado continuamente por um trator é uma técnica possível que facilitaria o arranque das raízes com um dano muito relativo (2).

3.3. Outra possibilidade sugerida por Bates (1) consiste em modificar uma colheideira de batatinha ou beterraba que iria atrás do trator, impulsionada por um toma de força ou por um cilindro hidráulico, com um mecanismo de arrancar em lugar de partidor excavador que levante as raízes arrancando-as da parção cortada por cima do nível da terra. Também seria possível construir um arrancador na frente sobre esta colheideira.

O arranque das raízes tuberosas pelos caules pode ser feito com um par de correias modificadas e resistentes, colocadas em posição inclinada, usadas na recolção ou colheita de beterraba açucareira (6).

3.4. Os pesquisadores Briceño e Larson (4) desenvolveram um prototipo de implemento para tratar suficientemente forte para extrair as raízes do solo. Consta essencialmente de uma faca que corta o solo e de uma serie de tubos que extraem as raízes e as separam da terra.

Algumas das características do implemento no que respeita ao desenho são enganche de tres pontos, largura do corte de 0,95 metros, profundidade de 40 centímetros e velocidade de operação de 2 - 3 Km/hora. Tem uma capacidade de campo de 0,29 has. Requer um trator que tenha força de tiro maior de 4 000 kg à velocidade de operação indicada o qual equivale a uma potência máxima de 80 H.P. aproximadamente na tomada de força.

CONSIDERACOES GERAIS.

Deve-se ter em conta que para qualquer dispositivo que se use na ajuda da colheita terá que considerar varias fatores.

1. Métodos de plantio.

Se o plantio se faz em camalhao ou em canteiro, a colheita tende a ser mais facil que quando se planta em plano.

2. Tipo do solo.

Nos solos soltos ou arenosos a colheita por qualquer método é mais facil que em solos argilozos ou pesados.

3. Umidade do solo.

Em qualquer caso, colher quando o solo esta seco é mais difícil que quando está úmido.

Finalmente o que determina o tipo de colheita é o aspeto economico. Em cultivos pequenos pode a mão de obra ser eficiente e suficiente,

porém tratando-se de grandes extensões, as vezes de 1.000 hectares como en Ourinhos, S. Paulo, Brasil, há que pensar em métodos mais rápidos. Obviamente que tudo isto devemos levar em consideração de acordo com a capacidade de industrialização ou o fluxo do mercado.

BIBLIOGRAFIA

1. BATES, W. Mechanization of Tropical crops. 1st. edition. London
Temple Press Books Ltda. 1957. 410 p.
2. BEENY, J. M. Mechanization of Tapioca. University of Malaya. Kuala
Lumpar, Malaysia. 14 p.
3. BOOTH, R. H. and D. G. COURSEY - Storage of Cassava roots and related
post-harvest problems. Cassava Processing and storage
workshop april 1974 . Thailand.
4. BRICEÑO, P R. and LARSON, G. Investigación y desarrollo de una cose-
chadora de yuca (Manihot esculenta Crantz). Revista ICA-
7 (2) 139-150. 1972
5. DIAZ RAFAEL ORLANDO y PER PINSTRUP ANDERSEN, Costos de Producción de
yuca en Colombia. Sin publicar. CIAT 1974
6. HOSSNE, A J. Study of mechanization the harvesting of cassava
Thesis. Silsoe, Bedford, England, National College of
Agricultural Engineering 1971. 59 p.

...../.....

CURSO ESPECIAL DE APERFEIÇOAMENTO PARA PESQUISADORES DE MANDIOCA

ARMAZENAGEM DE RAIZES FRESCAS DE MANDIOCA

Por R H Booth

Introdução

Até pouco tempo se aceitou a ideia de que as raízes de mandioca não podiam manter-se frescas senão por uns poucos dias depois da colheita. Isto sempre causou sérios problemas ao comércio e utilização do cultivo, ocasionando grandes perdas. Nos regimes agrícolas de subsistência que caracterizam a maior parte das zonas que produzem mandioca, o método mais comum para superar esse problema consiste em deixar as plantas no solo até o momento em que sejam necessitadas e, depois da colheita passar imediatamente as raízes por um processo de secamento que lhes permita maior duração.

Ingram e Humphries, 1972, calcularam que essa prática de deixar as raízes no solo ocupa sem nenhuma necessidade, tres quartas partes de um milhão de hectares de terra cultivável. Além disso, tal prática aumenta as possibilidades de perdas (Affran, 1968, Doku, 1964, Irvine, 1969). Por outro lado, ao permanecer mais tempo no solo, as raízes aumentam de tamanho, tornam-se mais fibrosas e lenhosas e seu conteúdo de amido diminui (Grenstreet e Lambourne 1933, Holleman e Aten, 1956, Jones, 1959). Nas zonas onde se tentou aumentar a escala de produção dos diversos derivados secos, a maior dificuldade encontrada foi justamente a armazenagem do produto fresco que não podia resistir senão por poucos dias e isto naturalmente constituiu um fator de inibição do desenvolvimento industrial da mandioca.

Vemos assim, que a dificuldade de armazenagem do produto fresco constitui um problema não somente para os pequenos agricultores mas também para o comércio e industrialização do produto.

Deterioração das raízes depois de colheita

É muito pouca a informação que possuímos sobre a natureza da rápida deterioração da mandioca depois de colhida o que ocasiona tão graves problemas de armazenagem. Segundo as observações feitas, as características da deterioração são: decadência ou apodrecimento, descoloração em tons azul escuro ou marron, aparecimento de linhas casculares ou escuras, e/ou amolecimento das áreas afetadas. Vários investigadores (Affran, 1968, Burton, 1970, Doku, 1969, Majunder, 1955, Singland Mathur, 1963) conseguiram isolar e identificar numerosos microorganismos procedentes da mandioca deteriorada e concluíram que em alguns casos esses organismos parecem estar associados à decomposição e descoloração. Segundo outros investigadores (Averee, 1967, I I T, 1972, Montaldo, 1973, Normanha e Pereira, 1963, Pacheco, 1952) a descoloração e o amolecimento são o resultados de reações fisiológicas.

Para tornar um pouco mais clara esta situação, podemos classificar o grau de deterioração em dois tipos: deterior primária e secundária (Booth, 1973a). A deterioração primária consiste na descoloração interna das raízes que com frequência as torna menos aceitáveis. Primeiro se manifesta em forma de linhas vasculares azuis ou negras para logo se estender ocasionando uma descoloração marrom mais generalizada. A deterioração secundária causada por podridões patogênicas, fermentação e/ou amolecimento das raízes geralmente ocorre numa fase posterior, quando já não existe nenhuma aceitação do produto devido a deterioração primária.

Estudos recentes confirmaram o informe de Averre (1967), segundo o qual a descoloração começa a aparecer nos pontos onde estão localizados os danos mecânicos e o de Montaldo (1973) segundo o qual as variedades de mandioca se diferenciam consideravelmente no que se refere ao ponto de descoloração. Estes dois fatores devem ser levados em consideração no momento de selecionar as variedades e sistemas de colheita. O sucesso ou o fracasso da armazenagem dependem principalmente das condições do produto no momento em que são armazenados. Por esse motivo, é de extrema importância evitar qualquer tipo de dano antes da armazenagem.

Como resultado dessas observações juntamente com o fato de que a descoloração pode ser retardada com o uso de esterilizantes de superfície, sugeriu-se (Booth, 1973a) que a deterioração primária é o resultado de uma reação que ocorre nas feridas, reação essa que poderia ser estimulada pela presença de microorganismos não patogênicos nos locais das feridas. Entretanto, é preciso uma maior quantidade de investigação para determinar a verdadeira natureza e causa de deterioração primária.

Técnicas de armazenagem

Utilizando sistemas de custo elevado tais como a refrigeração (Czyhincin e Jaffe, 1951, Singhand Mathur, 1933) e o enceramento (IIT, 1972, Sabrumanyan e Mathus, 1956) foi possível obter alguns exemplos de armazenagem prolongada. Levando em consideração que a maior parte da mandioca é produzida por pequenos agricultores, o Programa TPI/CIAT DE ARMazenagem DA MANDIOCA concentrou seus esforços com o fim de desenvolver técnicas de baixo custo que pudessem beneficiar aos pequenos produtores.

Durante as primeiras etapas desse programa, descobriu-se que as raízes de mandioca, como muitas outras raízes e tubérculos, podiam ser curadas e que uma vez feito o curativo não se desenvolvia a deterioração primária. A curação consiste em fazer cicatrizar as feridas e durante esse processo ocorre também um fortalecimento geral da pele. Dito processo é estimulado por condições relativamente altas de humidade e temperatura e consiste primeiro numa suberização, seguida de um desenvolvimento peridérmico que produz uma nova pele em volta da ferida. As condições exatas sob as quais ocorre esse processo estão sendo investigadas em quartos com temperatura e humidade controladas. Sabe-se que isso ocorre em condições de elevada humidade relativa e temperaturas entre 25°C e 40°C. Sabe-se também que em outras raízes e tubérculos, a curação ocorre mais rapidamente em temperaturas mais elevadas.

Utilizando essa informação, foram estudadas as possibilidades de armazenar raízes frescas de mandioca em pequenas estruturas de campo similares ao sistema de montículos ou "clamps" utilizado para armazenar batatas na Europa (CIAT, 1972, Booth, 1973a) Cada montículo ou "clamp" é construído colocando primeiramente uma base circular de palha de aproximadamente 1,5 m de diâmetro e suficientemente grossa para que mais tarde ao ser compactada tenha uma grossura de aproximadamente 15 cm sobre um solo adequado e bem drenado Sobre essa camada de palha são colocadas em forma de cone as raízes recém colhidas Para cada unidade foram usadas entre 300 e 500 quilos de raízes não selecionadas A pilha de raízes é então coberta com outra camada de palha

Durante os períodos em que a temperatura interior não excedeu os 40°C, as raízes, incluindo algumas já estragadas, foram curadas e armazenadas com êxito com uma porcentagem de perdas de 5 a 25 por cento por períodos até de dois meses Em algumas ocasiões, as raízes permaneceram armazenadas por períodos mais longos até de 9 meses, apresentando uma taxa mínima de deterioramento As perdas ocorridas durante esses períodos foram devidas mais ao apodrecimento patogênico do que ao deterioramento primário Resultados similares foram obtidos substituindo-se a palha de arroz por folhas secas de cana de açúcar ou grama seca

Entretanto, durante os prolongados períodos quentes e secos, a temperatura interior dos montículos aumentou rapidamente e se manteve acima de 40°C Em tais condições as perdas foram numerosas a somente um mes de armazenagem Realizaram-se então algumas investigações para descobrir quais as modificações que deveriam ser feitas para manter a temperatura abaixo de 40°C Descobriu-se que isso poderia ser logrado variando a espessura das camadas de palha e terra de cobertura e aumentando a ventilação interna, através de escoadores basais de palha ou de varas Uma das modificações mais eficientes e simples que aumentaram em 80 a 85 por cento o rendimento por peso das raízes comerciáveis depois de um mes de armazenagem aqui no CIAT consistiu simplesmente em aumentar a espessura da camada de terra de cobertura de 15 cm para 40 cm Antes de fazer qualquer recomendação, é necessário realizar experimentos para conhecer o tipo de "clamp" que melhor se adapte a cada região

Do mesmo modo, durante os períodos excessivamente chuvosos os "clamps" precisaram ser protegidos porque quando as raízes ficaram cobertas de água superficial, estas apodreceram rapidamente Por outro lado, chuvas frequentes mas leves, ajudaram a manter uma temperatura interior abaixo de 40°C Recomenda-se evitar a armazenagem de raízes que receberam chuva durante o momento da colheita, mesmo que estas tenham sido depois secadas ao sol

Uma segunda possibilidade para armazenar raízes frescas de mandioca levando em conta que a curação previne contra o desenvolvimento do deterioramento primário, é a de guardar as raízes em caixas Experimentos levados a cabo aqui no CIAT mostram que as raízes frescas podem ser curadas e armazenadas com êxito por períodos mínimos de um mes quando são empacadas em caixas com materiais tais como pó-de-serra húmido ou cascas úmidas de arroz em condições ambientais Esses materiais aumentam a temperatura interna da caixa em vários graus e ajudam a manter uma humidade elevada o que estimula a curação e evita a perda excessiva da humidade das raízes Em experimentos onde se utilizou pó-de-serra húmido (Teor de humidade do pó-de-serra = 50 por cento) e pó-de-serra seco (35 a 40 por cento de humidade) e se armazenou as caixas em um pequeno abrigo de palha, mais de 90 por cento das raízes com uma perda de humidade de 5-7,5 por cento puderam ser comercializadas depois de um mes de armazenagem Esse sistema foi considerado bastante útil nos casos em que o produto cultivado a uma certa distância dos centros onde é comercializado

Dessa forma, recomendamos que se realizem experimentos com caixas e materiais disponíveis em cada lugar

Estes 2 sistemas simples de armazenagem estudados no CIAT vem de encontro ao problema de conservação de raízes frescas de mandioca, onde se exige uma boa percentagem de raízes após o período de armazenagem e com pouco capital empregado

Deve ser lembrado que as condições exigidas para o curamento das raízes feridas, são também condições ideais para o crescimento de muitos microorganismos, e assim, a quantidade de perdas próprias do apodrecimento, devem ser esperadas quando as raízes são mantidas durante longos períodos sob estas condições, como ocorre no sistema acima descrito. Afim de se evitar estas perdas seria necessário armazenar as raízes frescas sob condições muito bem controladas e para as quais se requer um maior capital empregado. Pode estas práticas serem empregadas quando for obtida um mais completo conhecimento do processo de curamento das raízes e se puder construir câmaras especiais de curamento e armazenamento. Tais câmaras seriam construídas afim de manter a t° e humidade relativa necessárias ao curamento após o que estas devem ser abaixadas a níveis ou condições adequadas de armazenamento

Qualidade das raízes armazenadas

Uma exigência em qualquer sistema de armazenagem é que o produto daí resultante possa ser comercializado

O armazenamento por sistema de montículos ou "clamp" durante 2 ou mais meses acarreta frequentemente uma perda de qualidade, consequência do amolecimento da parte central das raízes, o qual pensamos ser em razão das perdas de água. Com mais de 2 meses de armazenamento também ocorre várias alterações bioquímicas tais como conversão de amido para açúcar as quais observamos embora estas trocas não sejam tão grandes a ponto de reduzir a aceitabilidade das raízes, no caso de mandiocas amargas pode ver a ser até vantajosa. Resultados preliminares de HCN durante a armazenagem. No processo de curamento das raízes é interessante notar que estas têm uma maior vida comercial do que as raízes frescas quando são mantida nas mesmas condições

Um cuidado a tomar é que as raízes curadas não renham a ser novamente danificadas, elas não perdem a coloração da parte interna após deixadas várias semanas em condições ambiente e a duração de sua vida comercial é determinada pelas perdas de água

Discussão

A probabilidade de se estender a prolongamento da armazenagem de raízes de mandioca após a colheita de alguns dias para algumas semanas ou meses aparece como bastante promissor. A presente informação sobre curamento, o sistema de montículos ou "clamp" e o empacotamento em caixas podem ver a ser usados em diversas regiões como base experimental afim de se determinar o melhor sistema, satisfazendo as exigências locais bem como a utilização de material local disponível. Deve ser novamente enfatizado que, o estado geral das raízes no momento da armazenagem é, entre outros, o mais importante de todos os fatores que irá dirigir o sucesso ou o fracasso da armazenagem. No entanto,

todo esforço deve ser feito para reduzir a quantidade de raízes danificadas na colheita, algo quase impossível de se evitar, e subsequentemente manipulá-las com bastante cuidado. Deve também ser enfatizado que, embora as raízes curadas tenham uma maior vida comercial do que as raízes frescas e sejam mais resistentes, elas se comportarão da mesma forma e se deteriorarão exatamente como as raízes frescas se forem novamente danificadas ou mal manuseadas.

Assim, o segredo do sucesso da armazenagem das raízes frescas da mandioca é função da redução dos danos mecânicos causados, seguido do êxito do processo de curamento, alcançado assim através de um processo simples e uma maneira barata.

BIBLIOGRAPHY

- Affran, D K (1968) Cassava and its economic importance Ghana Fmr, 12(4)
172-178
- Averre, C W (1967) Vascular streaking of cassava roots. Proc 1st Int
Symp Trop Root Crops, Trinidad, 2(4) 31-35
- Booth, R H (1973a) The storage of fresh cassava roots Proc 3rd Int
Symp Trop Root Crops, Ibadan, in press
- Booth, R H (1973b) Control of deterioration of tropical root crops 2nd
Int Congr Plt Path, Minneapolis, Abstract No 0463
- Burton, C L (1970) Diseases of tropical vegetables on the Chicago market
Trop Agric, Trinidad, 47(4) 303-313
- C I A T (1972) Cassava production systems fresh root storage Centro
Internacional de Agricultura Tropical, Annual Report 1972, 74-78
- Czyhrinciw, N and Jaffe, W (1951) Modificaciones químicas durante la
coservación de raíces y tubércules Archos Venez Nutr 2(1) 49-67.
- Doku, E V (1969) Cassava in Ghana Ghana University Press, 44 pp
- Greenstreet, V R and Lambourne, J (1933) Tapioca in Malaya Dep Agric
Settle Fed Malay States, Gen Ser, No.13
- Holleman, L W J and Aten, A (1956) Processing of cassava and cassava
products in rural industries FAO Agric Dev Pap, No 54
- I I T (1972) La yuca parafinada Rev Instituto de Investigaciones
Tecnológicas, 78 47-51
- Ingram, J S and Humphries, J R O (1972) Cassava storage - a review Trop
Sci, 14(2) 131-148
- Irvine, F R (1969) Cassava (Manihot utilissima Pohl) West African
Agriculture, 3rd Ed 2, West African Crops, pp 153-159 London,
Oxford Univ Press
- Jones, W O (1959) Manioc in Africa California Stanford Univ Press
- Majumder, S K (1955) Some studies on the microbial rot of tapioca Bull
cent Pd technol Res Inst Mysore, 4(6) 164
- Montaldo, A (1973) Vascular streaking of cassava root tubers Trop Sci
15(1) 39-46

- Normanha, E S and Pereira, A S (1963) Cultura de mandioca O Agronomico,
Sao Paulo, Brasil, 15(1) 9-35
- Pacheco, J A de C (1952) Alterções de qualidade da fecula o armazenamento
das raízes de mandioca Bragantia, 12 297
- Singh, K K and Mathur, P B (1953) Cold storage of tapioca roots Bull
cent Fd technol Res Inst, Mysore, 2(7) 181-182
- Subramanyan, M and Mathur, P B (1956) Effect of a fungicidal wax coating
on the storage behavior of tapioca roots Bull cent Fd technol
Res Inst, Mysore, 5(5) 110-111

CURSO ESPECIAL DE APERFEIÇOAMENTO PARA PESQUISADORES DE MANDIOCA

DESIDRATAÇÃO DA MANDIOCA*

G Roa

Córtes ou partículas de mandioca de variadas formas geométricas foram secadas sob diferentes condições ambientais, controladas e determinadas as suas taxas de desidratação. Um complexo modelo simulado foi planejado e com esse modelo 98% das variações em taxas de desidratação foram computadas para (1) escolha ou ajuste de constantes para o sistema de secagem utilizado, (2) variação na umidade relativa, (3) variação na velocidade do vento e (4) variação na temperatura. A Fig 1 mostra a estreita correlação entre o conteúdo de umidade real e simulado.

A simulação do modelo foi usado para descrever o melhoramento que poderia ser feito no método de secagem, modificando a forma e tamanho da partícula e os sistemas de secagem sob diferentes condições.

Utilizando-se as condições ambientais médias das horas efetivas de secagem de cada dia, é possível estimar previamente as taxas médias de secagem com bastante precisão.

As raspas ou partículas da mandioca, por serem brancas e portanto, apresentam alta reflexibilidade, não absorvem eficientemente a radiação solar incidente. Assim sendo, a taxa de desidratação é quase independente do efeito direto da radiação solar.

As raspas de mandioca secam rapidamente, quando há movimentos rápidos de ar quente entre a camada de raspas. A energia requerida para evaporação é fornecida pela energia disponível do ar. Desta maneira, os esforços para melhorar os sistemas de secagem da mandioca no qual se utiliza o ar com sua temperatura e umidade relativa do ambiente devem ser concentrados no aumento do movimento de ar através da camada de raspas.

Na maioria dos sistemas comuns usados, os córtes de mandioca são colocados diretamente na superfície de concreto. A velocidade do vento na ou próximo à superfície é muito baixa e o movimento do ar que se pode esperar entre a camada de raspas é também bastante baixa. Raspas em bandejas, colocadas a uma altura de 30 cm do chão, secaram muito mais rapidamente do que aquelas colocadas no chão, devido ao maior movimento do ar (fig 2). Colocando-se as raspas de mandioca em secadores verticais que aproveitam melhor o vento, aumentou-se ainda mais a taxa de secagem.

* Este trabalho faz parte da tese de PhD, a ser apresentada por G Roa à Universidade Estadual de Michigan, EF UU

Para aproveitar tais movimentos de ar, as raspas devem apresentar formas que permitam melhor passagem de ar. Barras retangulares apresentam melhores propriedades aerodinâmicas do que raspas convencionais cortadas em fatias. A comparação das suas taxas de secagem, usando simulações mostraram que estas taxas são superiores quando as seções das barras são inferiores de 1,2 x 1,2 cm (Fig 3) e, particularmente, às altas densidades de partículas ou raspas por unidade de área. Utilizando-se um disco simples capaz de cortar a mandioca em barras retangulares irregulares (barras de disco), a taxa de desidratação foi melhor do que em raspas convencionais.

O sistema mais rápido e simples de secagem até agora obtido, utiliza os cortes de seções pequenas e de alta porosidade, isto é, barras de 0,8 x 0,8 por 1,0 a 5,0 cm colocados em secadores transversais. A taxa de secagem com este sistema é superior ao dobro do sistema convencional.

Os cortes ou raspas de mandioca devem perder o seu conteúdo de água a um nível de 50% de matéria seca no primeiro dia de secagem, para não deteriorar às temperaturas entre 20-35°C. A densidade máxima permissível que possibilite a secagem a nível de 50% de umidade no primeiro dia pode ser calculada para diferentes condições de secagem se a temperatura média, umidade e velocidade do vento para as horas efetivas de secagem do dia forem conhecidas.

O déficit de pressão de vapor d'água é obtido pela tabela 4-a, enquanto que a densidade da camada pela fig 4-b.

Estes gráficos são aplicáveis somente para secadores verticais, utilizando "barras de disco". Entretanto poderão ser construídas outras curvas para quaisquer sistemas de secagem. As densidades de camadas calculadas com essas curvas levarão cerca de 3 dias para atingir a um nível de umidade próximo do valor de equilíbrio dado pelas condições climáticas (fig 5).

A fim de armazenar as raspas ou cortes sem o risco de deterioração, devem ser secadas a 14% de conteúdo de umidade. Utilizando-se o ar em condição de temperatura e umidade ambiental, as raspas poderão ser desidratadas somente ao nível de umidade de equilíbrio. Quando a umidade relativa do ar estiver acima de 75%, é necessário utilizar um aquecedor suplementar para secar as raspas a um nível seguro de armazenamento.

A mandioca é normalmente cultivada durante um período que varia de 10 a 24 meses e portanto, a colheita na época exata planejada não é vital. Desta maneira, a mandioca pode ser colhida na época seca ou quando as condições são adequadas para a secagem.

A construção de secadores verticais poderão ser dispendiosos, e, também, poderão ser difíceis para colocar as raspas. O uso de

secadores de tela horizontais ou inclinados parecem ser bastante viável, e, poder-x-á obter um secamento mais rápido do que os atuais métodos

A construção de cortadores que produzem raspas com características geométricas ideais, é um assunto que necessita ser pesquisado. Entretanto, não há quase dúvida de que a mais rápida desidratação pode ser obtida utilizando-se preferivelmente os córtes cúbicos ou se não as barras de secção quadrada de aproximadamente 0 8x 0 8 por 0 8 a 5 0 cm

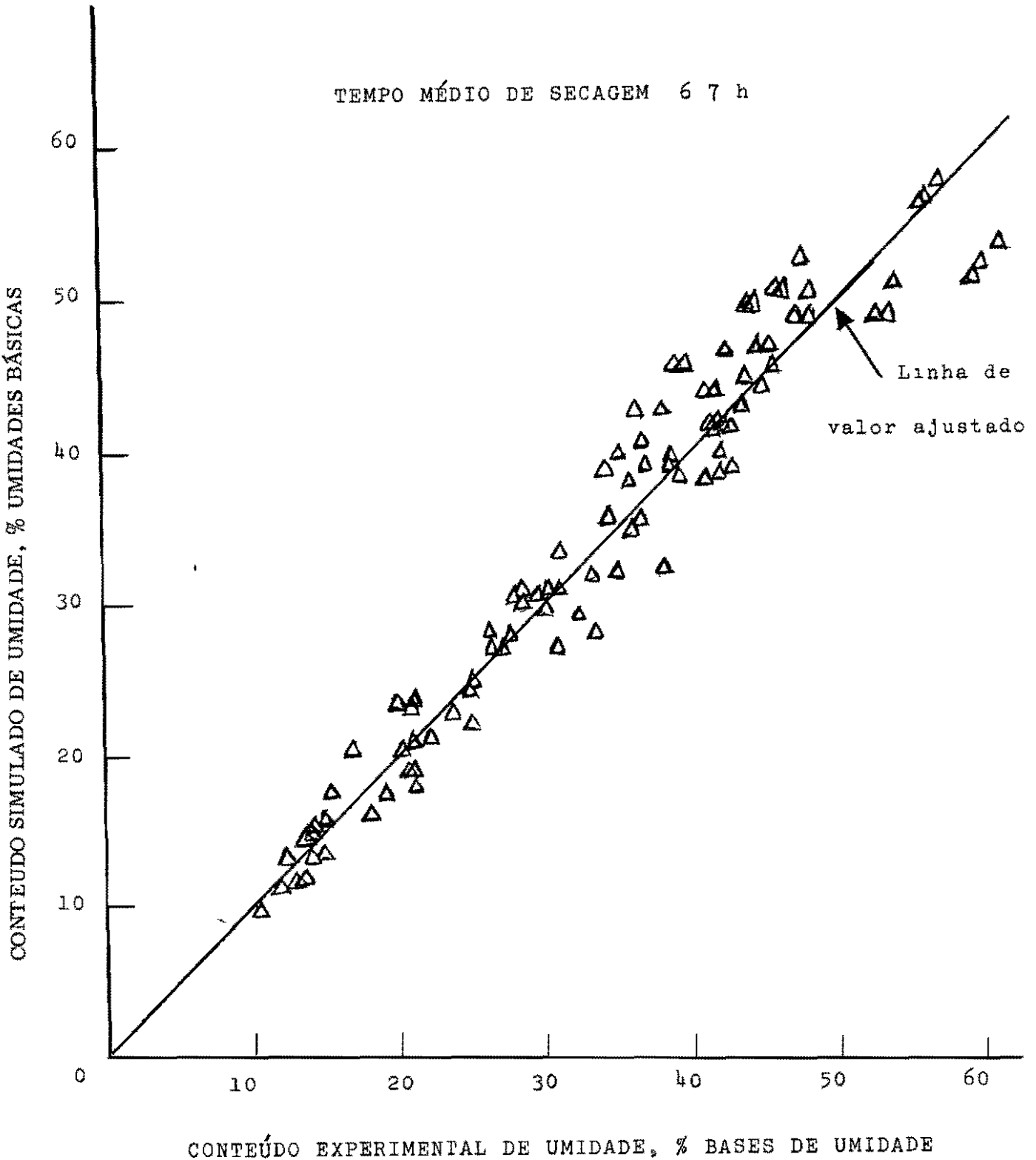


Figura 1 - Comparação de valores de conteúdo de umidades experimental e simulada no fim de um dia

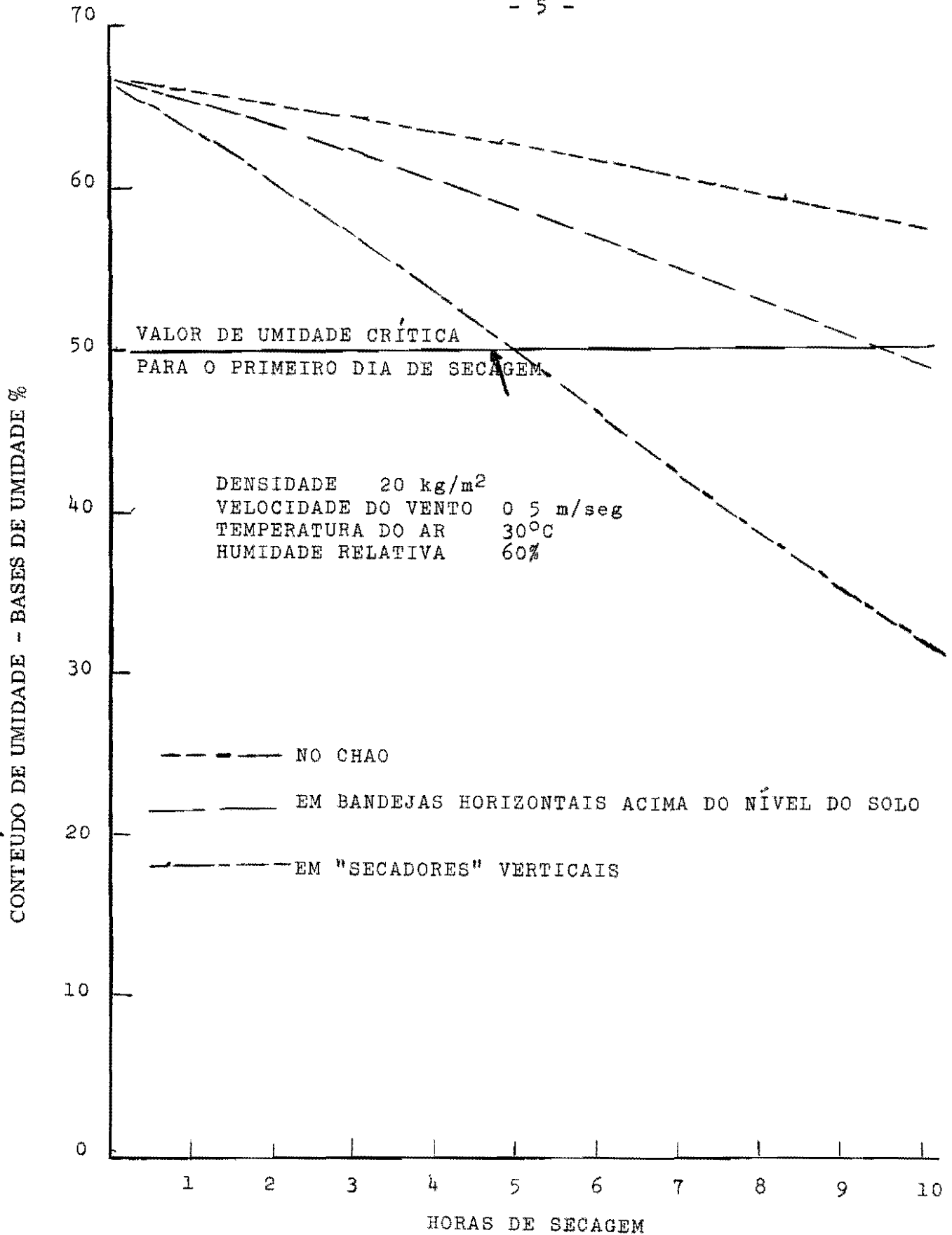


FIGURA 2 CURVA DE SECAGEM EM FUNÇÃO DE DIFERENTES SISTEMAS DE SECAGEM PARA BARRAS DE 0.20 x 0.20 x 5.0 cm (SEMI-LEÃO)

CONTEÚDO DE UMIDADE - BASE DE UMIDADE %

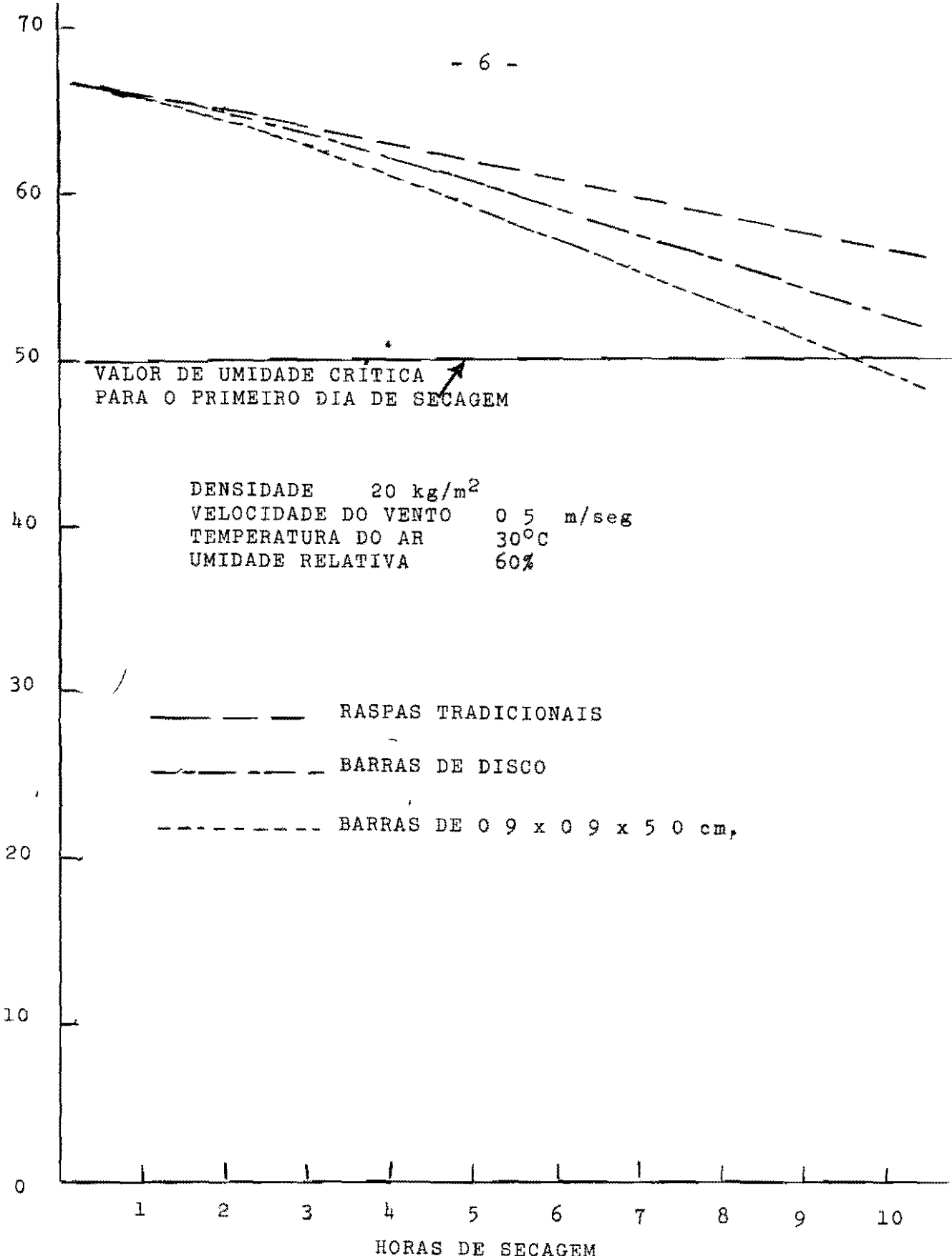


FIGURA 3 CURVA DE DESIDRATAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE PARTÍCULA UTILIZANDO BANDEJAS HORIZONTAIS DE 30 Cm ACIMA DO NIVEL DO SOLO (SIMULADO)

DÉFICIT DE PRESSÃO DE SATURAÇÃO DE VAPOR DE ÁGUA mm, DE Hg

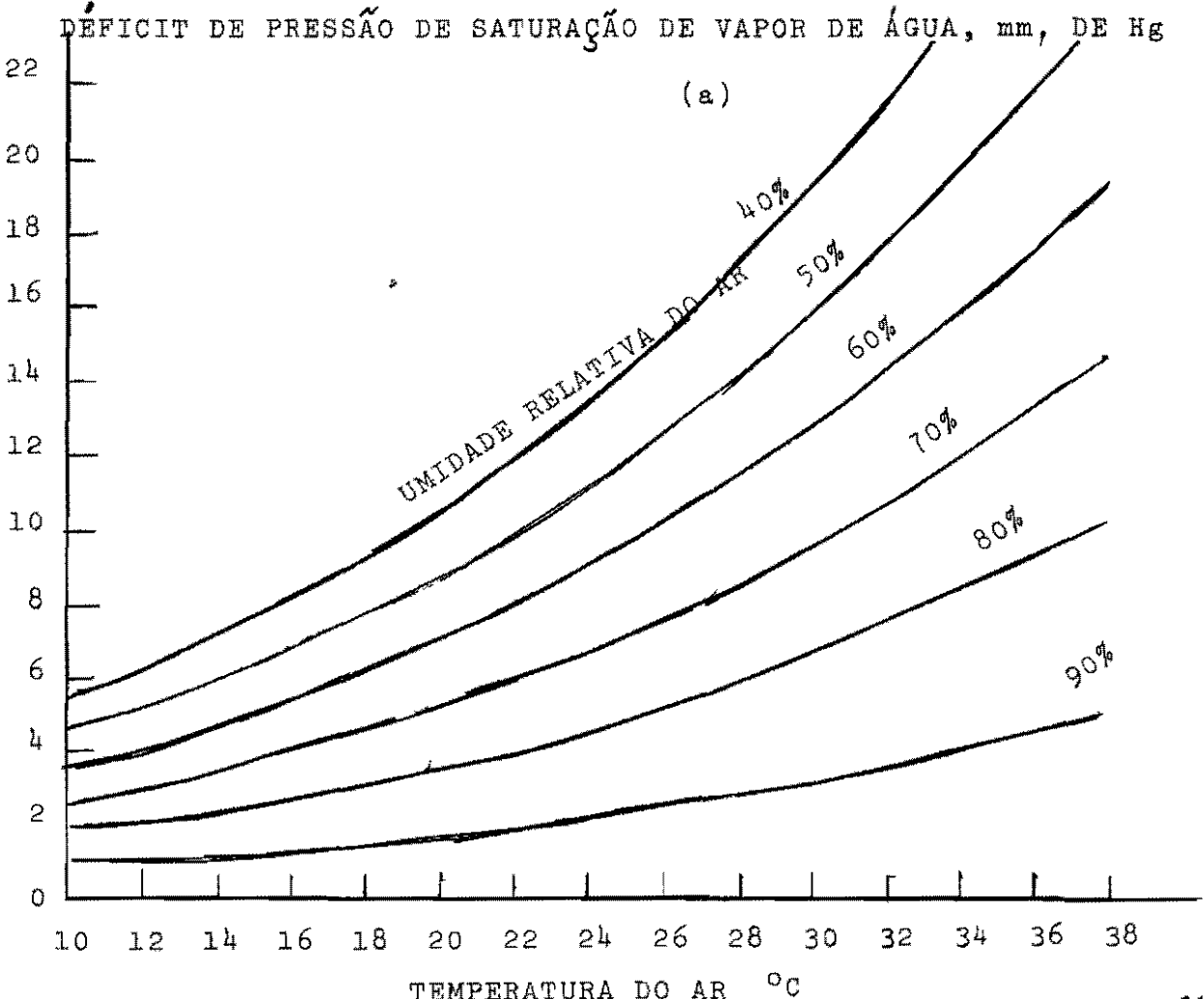
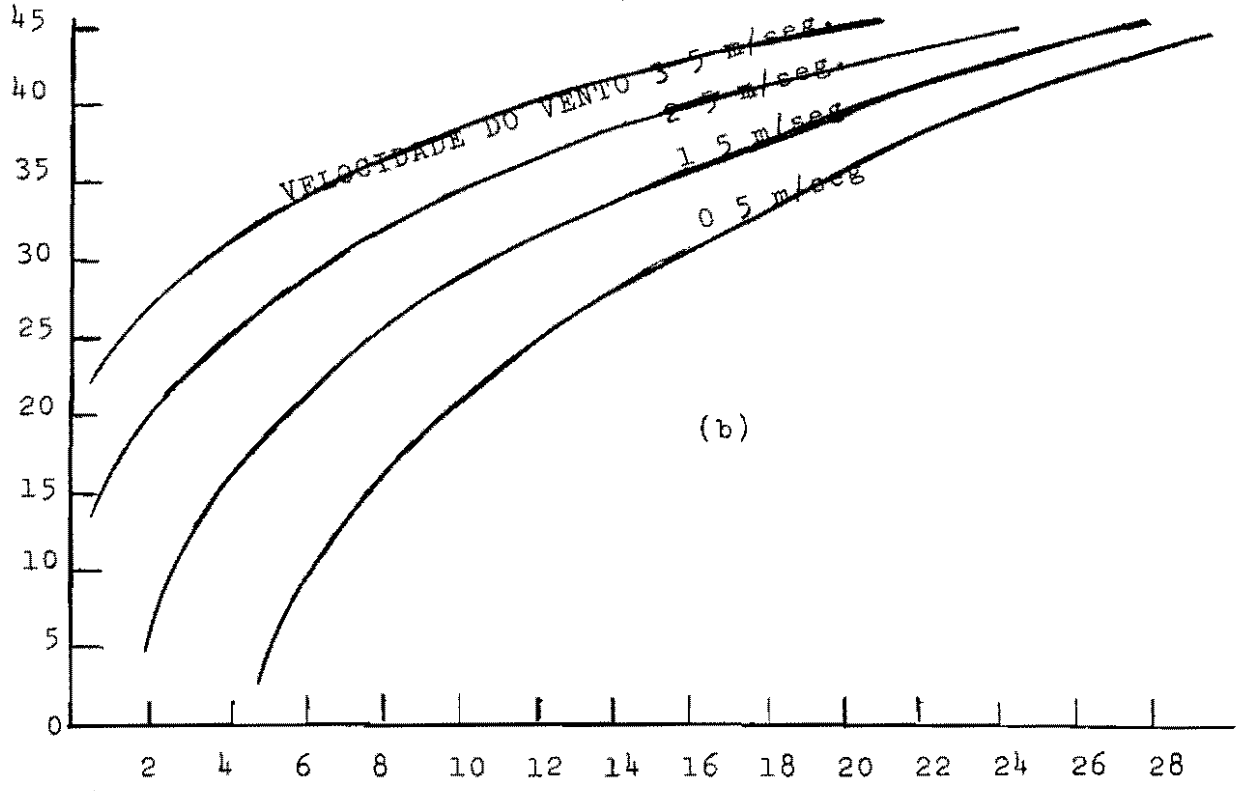


FIGURA 4. DENSIDADE MÁXIMA PERMISSÍVEL POR DIFERENTES CONDIÇÕES

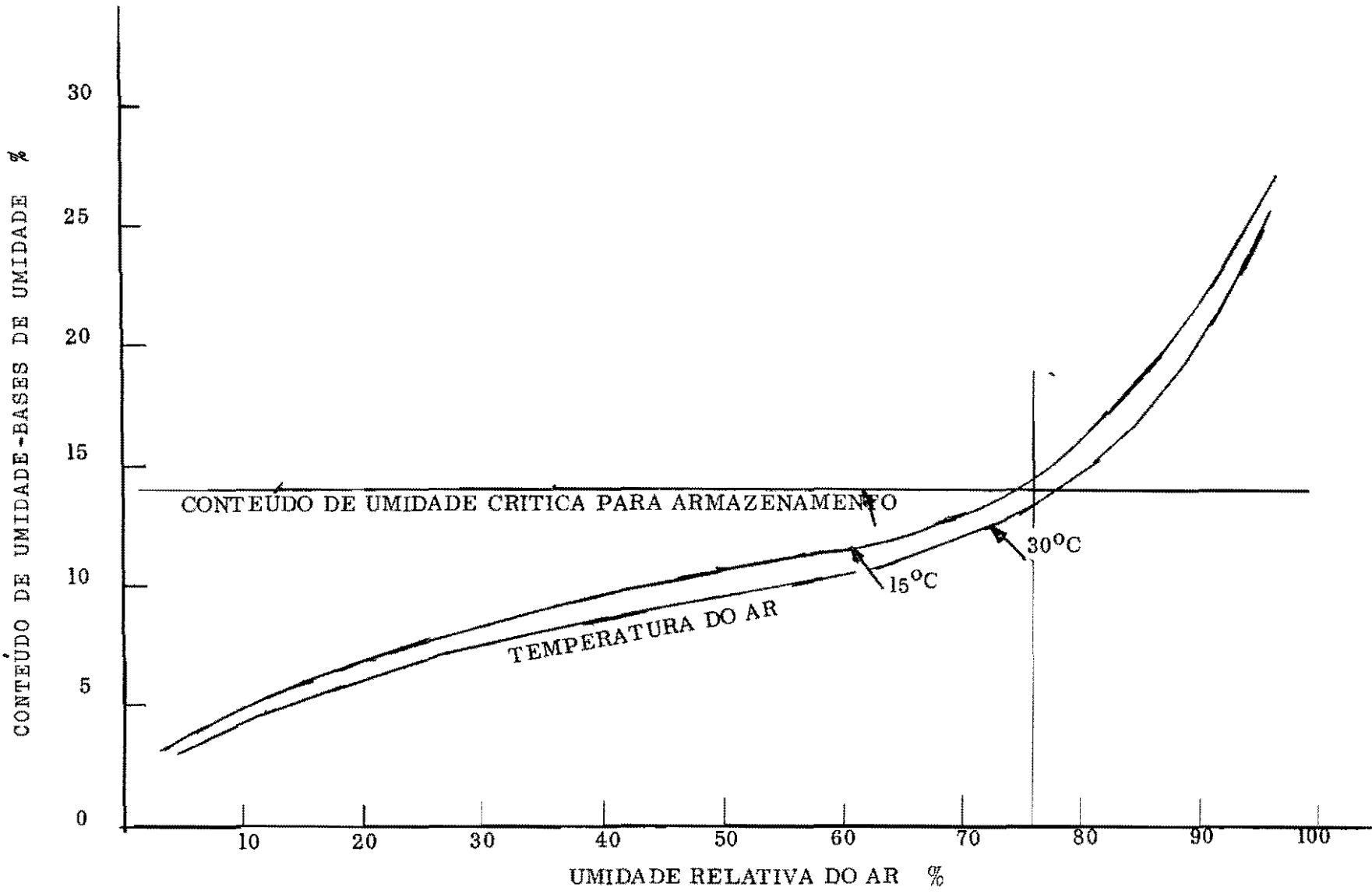


FIGURA 5 - CURVA DE EQUILÍBRIO DO CONTEÚDO DE UMIDADE DA MANDIOCA

CURSO ESPECIAL DE APERFEIÇOAMENTO PARA PESQUISADORES DE MANDIOCA

PROJETOS INDIVIDUAIS

		<u>Responsável</u>
Agos 29 (5ta Feira) 8 00	<u>Fisiologia</u> Contribuição para o estudo químico e tecnológico das ramas de mandioca (<u>Manihot esculenta</u> , Crantz) como forragem	Deraldo D Gramacho
8 30	<u>Fitomelhoramento</u> Diretrizes gerais para o programa de melhoramento genético da mandioca (<u>Manihot esculenta</u> , Crantz) no Nordeste do Brasil	Antonio José de Conceição
9 00	Estudo das melhores variedades de mandioca para as condições do Espírito Santo.	Nevil V de Oliveira
9 30	Café	
9 45	Poliploidia em mandioca	Elton Oliveira Dos Santos
10 15	Projeto visando obtencao de variedades de mandioca mais resistentes as geadas no Rio Grande do Sul.	Ernestino Lopez Machado
10 45	<u>Agronomia, suelos</u> Estudo da fertilização em solos para mandioca.	Alino Matta Santana
11 15	Estudo de identificação e avaliação de variedades de mandioca visando produção e rendimento industrial	José Valmor Ribeiro
11 45	Ensayo de época de aplicación de N - P - K en Suelos de Sabana.	Frank Curriel
1 30	Conservação de manivas	José M Bessa
2 00	Estudo do ciclo de cultivares de mandioca tardio e precoces no Nordeste Brasileiro	Clóvis Vaz Sampaio
2 30	Café	
2 45	Conservação de Sementes (maniva) de mandioca, (<u>Manihot esculenta</u> , Crantz)	Marcus Vinicius Assunção
3 15	Determinação de melhor época e modo de aplicação do nitrogênio (N) em cultura de mandioca, (<u>Manihot esculenta</u> , Crantz).	Genario Marcolino de Queiroz

PROJETOS INDIVIDUAIS

		<u>Responsável</u>
	<u>Armazenagem, Conservação</u>	
3 45	Conservação de raízes frescas de mandioca	Jairo Teixeira
4 15	Armazenagem de raízes frescas de mandioca em montículos	Dailton Gomez de Almeida
	<u>Controle de ervas daninhas</u>	
4 45	Competição de herbicidas no combate as plantas invasoras da mandioca (<u>Manihot esculenta</u> , Crantz)	Haroldo Murilo Pinto
5 15	Herbicidas pre-emergentes em cultivo de mandioca (<u>Manihot esculenta</u> , Crantz)	Eloisa Cabral Ramos
Agos. 30 (6ta feira)		
8 00	Control de malas hiervas en el cultivo de la yuca	Carmelo Montaner
	<u>Engenharia Agrícola</u>	
8 30	Respostas de cultivares de mandioca (<u>Manihot esculenta</u> , Crantz) a suplementação hídrica mediante irrigação por aspersão	Humberto dos Reis Campos
	<u>Statistics</u>	
9 00	Methods of maximising sensitivity in yuca field experiments	Donatus Ibe
9 30	Café	
9 45	Análise de grupo de experimento com tratamentos regulares e comuns	Idenor Oliveira Borges
10 15	A research development programme for large scale cultivation of cassava on peaty clays of Guyana.	Abdul Wahab
10 45	Plano do programa de pesquisas de mandioca para Rio de Janeiro	Adilson Nogueira
11 15	Esboço de un programa de pesquisa e experimentação com a cultura da mandioca (<u>Manihot esculenta</u> , Crantz) no Estado de Pernambuco, Brasil	Lucas Ferraz
11 45	Programa de investigación en yuca para Venezuela	José González